O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

A.R. AZAMATOV

ALGORITMLASH VA DASTURLASH ASOSLARI

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

To‘rtinchi nashri

Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent — 2013

UO'K: 519.711(075)
KBK 22.12ya722
A36

Oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi o'quv metodik birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash nashrga tavsiya etgan

Taqrizchi:

***B. Boltayev** — fizika-matematika fanlari nomzodi.*

Azamatov, A. R.

A36 Algoritmlash va dasturlash asoslari: kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma/A.R. Azamatov; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, O'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi markazi. To'rtinchi nashri. — T.: Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2013. — 232 b.
ISBN 978-9943-05-439-4

O'quv qo'llanma «Algoritmlash va dasturlash asoslari» o'quv fani dasturi asosida yozildi. Unda algoritmlash asoslarini o'rgatish uchun ijrochilar va ularning ko'rsatmalar sistemasi kiritilgan bo'lib, algoritm tushunchasi, algoritm xossalari, ularni tasvirlash va tuzish usullari haqida ma'lumotlar yoritilgan. Bundan tashqari, ko'rsatmalarni dasturlash tillarida ifodalari izohlanib, BASIC, PASCAL va DELPHI dasturlash tillarida taqqoslamalar berilgan. Nazariy ma'lumotlardan tashqari takrorlash va mustaqil ishlash uchun ko'p sonli vazifalar keltirilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma kasb-hunar kollejlari va akademik litsey talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan algoritmlash va dasturlashni o'rganmoqchi bo'lgan barcha kitobxonlar ham foydalanishlari mumkin.

UO'K: 519.711(075)
KBK 22.12ya722

ISBN 978-9943-05-439-4

Algoritm tushunchasi

Inson hayoti davomida katta-kichik vazifalar yoki masalalarni hal etishni o'z oldiga maqsad qilib qo'yadi. Odatda, u o'z maqsadiga erishishi uchun bajarishi lozim bo'lgan amal yoki ishlarini hayotiy tajribasi yoki o'zlashtirgan bilimiga asoslanib ma'lum bir tartibga keltiradi. Bunga hayotimizdan xilma-xil misollar keltirish mumkin.

1.1-misol

Ko'chadan o'tish maqsad qilib qo'yilgan bo'lsin. U holda ko'chadan o'tayotgan kishi hammamizga odatiy hol bo'lib qolgan quyidagi harakatlarni bajarishi lozim bo'ladi:

1) chap tarafga qaralsin, agar transport vositasi yo'q bo'lsa, 2-bandga o'tilsin, aks holda 1-bandga o'tilsin;

2) o'ng tarafga qaralsin, agar transport vositasi yo'q bo'lsa, 3-bandga o'tilsin, aks holda 1-bandga o'tilsin;

3) ko'chadan o'tilsin.

1.2-misol

Eni 6 metr va bo'yi 10 metr bo'lgan joyni to'ldirish uchun sotib olinishi kerak bo'lgan 12x25 sm (eni 12 sm va bo'yi 25 sm) g'ishtlar soni topilsin.

Hisoblayotgan kishi geometriya fanidan olgan bilimiga asoslanib quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajaradi:

1) joyning yuzasi S_{joy} santimetr o'lchov birligida topilsin;

2) bir dona g'ishtning yuzasi $S_{g'isht}$ santimetr o'lchov birligida topilsin;

3) g'ishtlar soni S_{son} joyning yuzasini g'ishtning yuzasiga nisbati deb olinsin.

Bu amallar ketma-ketligini quyidagi matematik formula bilan ham ifodalash mumkin:

$$S_{son} = \frac{S_{joy}}{S_{g'isht}} = \frac{6 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 100}{12 \cdot 25}.$$

1.3-misol

Amal bajarisin: 19632107 + 19702202. Bu amalni qanday bajargan bo'lar edingiz? Ha, to'gri, bu sonlarni ustun ko'rinishida deyarli quyidagicha qo'shasiz:

1) sonlar xonalari to'g'ri keladigan tartibda birinchisining tagiga ikkinchisi yozib olinsin;

2) sonlarning birlik xonasidagi raqamlarini qo'shib, natijani birlik xonasidagi raqami birliklar tagiga yozilib, o'nlik xonasi raqami dilda saqlansin;

3) sonlarning o'nliklardagi va dildagi raqamlarni qo'shib, natijani birlikdagi raqami o'nliklar tagiga yozilib, o'nlik raqami dilda saqlansin;

va 3-banddagi qoida yuzliklar, mingliklar va hokazo uchun takrorlanadi. Bu amallar quyidagi korinishda sizga juda tanish:

$$\begin{array}{rr} & 19632107 \\ + & \underline{19702202} \\ & 39334309 \end{array}$$

Yuqoridagi misollarda keltirilgan amallar ketma-ketligi, boshqacha aytganda, ko'rsatmalar yoki buyruqlar ketma-ketligi biror kishi tomonidan bajarilgach, ko'zlangan maqsadga erishiladi. Bunday amallar ketma-ketligi yoki hayotimizda har kuni va har soatda uchrab turadigan turli qoidalar ichida biror zaruriy natijaga erishishga olib keladigan amallarni ketma-ket bajarishni talab etadigan qoidalar informatikaning asosiy tushunchalaridan biri ***algoritm*** so'zi bilan ifodalanadi.

Algoritm so'zi IX asrda yashab (783-yilda tug'ilgan) o'z ilmiy ishlari xazinasi bilan dunyoga tanilgan vatandoshimiz buyuk astronom, matematik va geograf Abu Abdullo Muhammad ibn Muso al-Xorazmiy nomidan kelib chiqqan. Al-Xorazmiy arifmetikaga bag'ishlangan «Hind hisobi haqida kitob» risolasida to'q-qizta hind raqamining sonlarni ifodalashdagi afzalliklari va ular yordamida har qanday sonni ham qisqa va oson yozish mumkinligini aytadi va hozirgi kunda hamma o'quvchilar biladigan sonlar ustida, yuqoridagi 3-misoldagi kabi ustun ko'rinishida amallar bajarish qoidalarini yoritadi. Ayniqsa, nol (0) qo'llashning ahamiyati haqida tushuncha berib, nolni yozmaslik natijaning xato chiqishiga olib keladi, degan. Bu risola XII asrda Ispaniyada lotin tiliga tarjima qilingan va butun Yevropaga tarqatilgan. Bu tarjimaning XIV asrda ko'chirilgan qo'lyozmasi-

ning yagona nusxasi Kembrij universitetining kutubxonasida saqlanmoqda. Risola *«Dixit Alxhorithmi»*, ya'ni *«Dediki al-Xorazmiy»* iborasi bilan boshlanadi.

Algoritm deganda, biror maqsadga erishishga qaratilgan ijrochi bajarishi uchun mo'ljallangan ko'rsatma (buyruq)larning aniq, tushunarli va chekli ketma-ketligi tushuniladi.

Bu algoritm tushunchasining matematik ta'rifi bo'lmasa ham intuitiv ma'noda algoritmning mazmunini ochib beruvchi tavsifidir. Algoritmni intuitiv ma'noda bir necha misollarda izohlaymiz. Biror-bir narsani taqiqlovchi qoidalar algoritm bo'lolmaydi, masalan: «Chekish mumkin emas», «Begonalarning kirishi taqiqlanadi», «Kirish», «Chekish uchun joy» kabi biror-bir narsaga ruxsat etuvchi qoidalar ham algoritmga xos emas. Lekin «Svetoforni yashil rangida o'ting» juda sodda bo'lsa ham algoritmdir. Demak, yuqorida keltirilgan misollardagi ko'rsatmalar ketma-ketligi **algoritm** va bu algoritmlarni bajarayotgan inson — **ijrochi** bo'lar ekan. Algoritm ijrochisi faqat insonmi, degan savol berishingiz tabiiy. Bu savolga javob quyidagicha:

Algoritm ijrochisi — algoritmda ko'rsatilgan buyruq yoki ko'rsatmalarni bajara oladigan abstrakt yoki real (texnik yoki biologik) sistema.

Ijrochi bajara olishi uchun algoritm unga tushunarli bo'lishi lozim. Algoritm ijrochi tushunadigan tilgagina emas, balki uning bilim va malakasiga ham mos bo'lishi kerak. Aks holda ijrochi birorta ham ko'rsatmani bajara olmasligi mumkin.

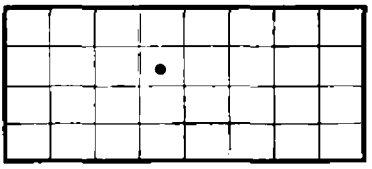
Ijrochi bajara olishi mumkin bo'lgan ko'rsatma yoki buyruqlar to'plami ***ijrochining ko'rsatmalar sistemasi*** deyiladi. Masalan, «16 sonidan kvadrat ildiz chiqarilsin» ko'rsatmasi 2-sinf o'quvchisining ko'rsatmalar sistemasiga tegishli bo'lmaydi, lekin 8-sinf o'quvchisining ko'rsatmalar sistemasiga tegishli bo'ladi. Algoritm ijrochiga tushunarli bo'lishi uchun ijrochining imkoniyatlarini bilish lozim. Agar ijrochi inson bo'lsa, u holda algoritm insonning imkoniyatlaridan kelib chiqib tuzilishi kerak. Bunda ko'zlangan maqsad va algoritmdan kelib chiqib inson tushunadigan til, insonning bilimi, hayotiy tajribasi, kasbiy malakasi, yoshi, qolaversa, jismoniy imkoniyatlari hisobga olinishi zarur. Agar ijrochi texnik vosita (masalan, kompyuter, elektron soat, dastgohlar) bo'lsa, u holda algoritm shu texnik vositaning imkoniyatlaridan kelib chiqib tuzilishi kerak.

Agar ijrochi kompyuter hisoblanib, uning dasturiy ta'minotida berilgan («Karra jadvalini hosil qilish») algoritmni bajara oladigan dastur (masalan, elektron jadvallardan birortasi ham) bo'lmasa, u holda hech qanday natijaga erishib bo'lmaydi. Demak, berilayotgan har qanday ko'rsatma ijrochining ko'rsatmalar sistemasidan olinishi, ya'ni ijrochi uni qanday bajarishni bilishi kerak ekan. Bu algoritmning **tushunarlilik** xossasini ifodalaydi. Shuni ta'kidlash joizki, informatikada algoritmning asosiy ijrochisi sifatida kompyuter xizmat qiladi.

Ijrochi

Bu qo'llanmada algoritm tuzish usullarini o'rgatish uchun sizni bir nechta Ijrochi bilan tanishtiramiz [1], lekin ular kompyuter yoki inson emas, balki biz uchun abstrakt sistema. Misol sifatida **Robot** nomli ijrochi bilan tanishtiramiz.

Robot teng o'lchamdagi kvadratlarga bo'lingan tekislikda yashaydi (1.1-rasm). U kvadratlarning birida joylashgan va ixtiyoriy qo'shni kvadratga o'tishi mumkin. Shu bilan birga Robot o'zi turgan kvadratni bo'yashi mumkin.



1.1-rasm.

Robot 5 ta ko'rsatmani bajaradi:

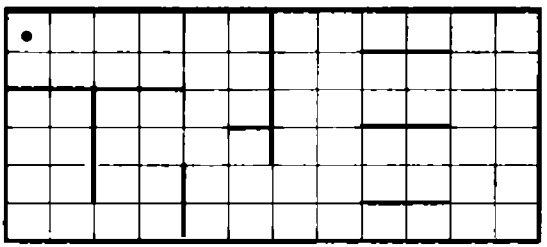
yuqoriga
quyiga
chapga
o'ngga
bo'ya

Bulardan **yuqoriga**, **quyiga**, **chapga** va **o'ngga** ko'rsatmalari Robotni mos yo'nalishlar bilan siljishga majbur qiladi. Lekin **bo'ya** ko'rsatmasida Robot harakatlanmaydi, faqat o'zi turgan kvadratni bo'yaydi. Agar kvadrat bo'yalgan bo'lsa u holda **bo'ya** ko'rsatmasida kvadratning rangi o'zgarmaydi.

Robotning hayotidagi voqealardan eng qizig'i, ba'zi kvadratlar orasida devor borligi (1.2-rasm). Odatda, Robot har tomondan devorlar bilan o'ralgan va kvadratlardan hosil bo'lgan

to'g'ri to'rtburchak ichida joylashgan bo'ladi. Lekin shu to'g'ri to'rtburchak ichida ham devorlar bo'lishi mumkin.

Ba'zan devorlar murakkab shaklni hosil qiladi, bu shaklni **labirint** deb atashadi. Robot devor ichidan o'ta olmaydi. Agar devor ichidan o'tmoqchi bo'lsa, u holda Robot «sochilib» ketadi.



1.2-rasm.

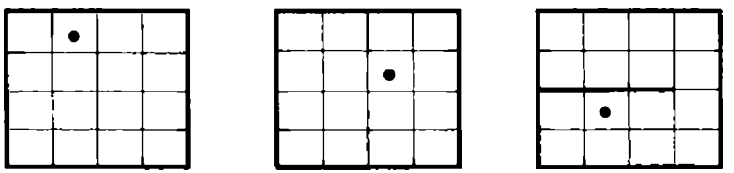
Bunday halokatli holatlarga tushmaslik uchun quyidagi to'rtta shartni tekshirish zarur:

yuqori bo'sh
quyi bo'sh
chap bo'sh
o'ng bo'sh

Bo'sh so'zi shu tomonda devor yo'qligini bildiradi.

Robot o'zi turgan katakning devorinigina aniqlay oladi. O'zi turgan kvadrat bilan devor orasida bitta kvadrat bo'lsa ham uzoqdagi bu devorni «ko'ra» olmaydi. U yonida turgan devorgagina «tegib» ko'rishi mumkin. 1.3-rasmda turli holatlarda yuqori bo'sh degan birgina shartning qiymatini ko'rish mumkin. Tushunarliki, yuqori bo'sh sharti (yoki yuqori bo'sh da'vosi Rost bo'lsa) Robot yuqoriga ko'rsatmasini «sochilib» ketmasdan bajara olishini bildiradi.

yuqori bo'sh



1.3-rasm.

YOLG'ON ROST YOLG'ON

Bu kabi mulohazalar chap bo'sh sharti va chapga ko'rsatmasi, yana boshqa juftliklar uchun ham to'g'ri. Ro'yxatni yakunlash uchun Robot biladigan oxirgi shartni keltiramiz:

bo'yalgan

Bu shart Robot turgan kvadratni bo'yalgan yoki bo'yalmaganligini tekshirish imkonini beradi. Agar kvadrat bo'yalgan bo'lsa, shart ROST, aks holda YOLG'ON bo'ladi.

Ko'rib turibsiz, Robotning ko'rsatmalari juda sodda. Lekin uni o'rab turgan muhit xilma-xil imkoniyatlarga boy. Robotning maydonida turli labirintlar, yo'laklar, har xil shakldagi xonalar va boshqa figuralar yordamida juda ko'p qiziqarli masalalar qo'yish mumkin. Robotning mikrohayoti — algoritmik tafakkurni rivojlantirish uchun a'lo darajadagi mashq maydonidir. Ijrochilarni boshqalari bilan tanishtirishdan avval ularni nimalar farqlab turishini izohlab o'tmoqchimiz. Ijrochini quyidagilar farqlab turadi:

- ijrochi muhiti;
- ijrochining ko'rsatmalar sistemasi;
- sodda amallar;
- INKOR.

Ijrochi muhiti — ijrochi «yashaydigan» yoki algoritmni bajaradigan muhiti. Ijrochi Robot misolida bu katakli maydon, bo'yalgan kataklar va devorlar. Ularning joylashishi va Robotning turgan joyi muhitning aniq holatini beradi.

Har bir ijrochi qat'iy belgilangan ro'yxatdagi — ijrochining ko'rsatmalar sistemasidagi ko'rsatmalarni bajara oladi. Har bir ko'rsatma uchun qo'llash sharti (muhitning qanday holatida ko'rsatmaning bajarish mumkinligi) va ko'rsatmani bajarilish natijasi belgilangan bo'lishi kerak. Masalan, **yuqoriga** ko'rsatmasi Robotning yuqorisida devor yo'q bo'lsagina bajarish mumkin. Bu ko'rsatmaning bajarilish natijasi — Robot yuqoriga bitta katak siljiydi.

Ko'rsatma chaqirilgandan keyin Ijrochi **sodda amal** bajaradi. Robot misolida — yuqoriga bitta katak siljish.

INKOR — bu holat bo'lib, ko'rsatma muhitning mumkin bo'lmagan holatida chaqirilganda yuz beradi. Robot misolida qarasak, agar u devor ichidan o'tmoqchi bo'lsa, «sochilib» ketadi va bu Robot uchun INKOR holatiga olib keladi.

Yodingizda bo'lsin: Ijrochi algoritm maqsadi haqida hech narsa bilmaydi, u berilgan ko'rsatmalarni so'zsiz bajaradi, xolos.

Algoritmning xossalari

Algoritmning tavsifida «biror maqsadga erishishga qaratilgan» jumlasi qo'llanilgan. Bu maqsadni yuqorida keltirilgan misollarda ko'rishimiz mumkin: ko'chadan o'tish, g'ishtlar sonini

hisoblash, yig'indini hisoblash. Bular algoritmning natijaviylik (cheklilik) xossasi bilan bog'liq. Bu xossaning mazmuni shundan iboratki, har qanday algoritm ijrochi chekli qadamdan so'ng oxir-oqibat ma'lum bir yechimga olib kelishi kerak. Shuni ta'kidlash joizki, algoritm avvaldan ko'zlangan maqsadga erishishga olib kelmasligi ham mumkin. Bunga ba'zan algoritmning noto'g'ri tuzilgani yoki boshqa xatolik sabab bo'lishi mumkin. Ikkinchi tomondan, qo'yilgan masala ijobiy yechimga ega bo'lmasligi ham mumkin. Lekin salbiy natija ham natija deb qabul qilinadi.

1.4-misol

$x^2+x+1=0$ kvadrat tenglama yechilsin.

Bu tenglamaga quyida keltirilgan «$ax^2+bx+c=0$ (a№0) ko'rinishidagi kvadrat tenglamani yechish» algoritmini qo'llab, tenglama yechimga ega emasligini aniqlaymiz. Bu ham *natija* ekanligi sizga ma'lum.

1) diskriminant: $D=b^2-4ac$ hisoblansin;

2) agar $D<0$ bo'lsa, tenglama yechimga ega emas deb olinsin va 5-bandga o'tilsin;

3) agar $D=0$ bo'lsa, yagona yechim $-\frac{b}{2a}$ ga teng deb olinsin va 5-bandga o'tilsin;

4) birinchi yechim $\frac{-b-\sqrt{D}}{2a}$ ga, ikkinchi yechim $\frac{-b+\sqrt{D}}{2a}$ ga teng deb olinsin;

5) tugallansin.

1.1-mashq

E'tibor qilgan bo'lsangiz, diskriminantning noldan kichikligi, nolga tengligi tekshirildi, ammo noldan kattaligi tekshirilmadi. Sababini o'ylab ko'ring!

Demak, algoritm doimo chekli qadamdan iborat bo'lishi va biror natija berishi kerak ekan. Bu algoritmni **diskretlilik** (uzluklilik, alohidalik) xossasiga olib keladi. Algoritmda masalani yechish jarayoni alohida olingan sodda ko'rsatmalar ketma-ketligini qadam-baqadam bajarishdan iborat bo'lishi kerak. Bu xossa misollardan yaqqol ko'rinib turibdi. «Angliyada avtomobilni yo'lning chap qismida haydang» qoidasi talabnoma

bo'lgani bilan uzluksizlik xarakteriga ega va shuning uchun ham algoritm hisobiga qo'shilmaydi.

E'tiboringizni yana bir narsaga qaratamiz. Keltirilgan misollarda quyidagi jumlalar bor: «Ko'chadan o'tish» (ariqdan yoki dengizdan emas), «Eni 6 metr va bo'yi 10 metr bo'lgan joyni» (kilometr emas), «eni 12 santimetr va bo'yi 25 santimetrli g'ishtlar» (eni 5 santimetr va bo'yi 100 santimetrli g'ishtlar emas), «$x^2+x+1=0$ kvadrat tenglama» ($x^2-1=0$ kvadrat tenglama emas). Bu jumlalar va qavs ichida yozilganlarni taqqoslasangiz, olinadigan natija shu jumlalardagi «qiymat»larga chambarchas bog'liq ekanligini tushunasiz. Agar bu «qiymatlar» o'zgarsa, masalan, qavs ichidagilarga, olinadigan natija umuman boshqacha bo'lishini ko'rish qiyin emas. Qiymat so'zini qo'shtirnoq ichiga olganimizga sabab, siz doimo qiymat so'zini faqat sonlar bilan bog'lab o'rganib kelgansiz. Lekin, bilingki, biror masala uchun qiymat har xil turdagi obyektlar bo'lishi mumkin ekan. Demak, har bir algoritmning natijasi avvaldan berilgan, ya'ni boshlang'ich qiymatlarga bog'liq bo'lar ekan. Boshlang'ich qiymatlar turli natijalarga olib kelishiga yana bir hayotiy misolga o'zingiz javob bera olasiz: sizga va mehmonga kelgan do'stlaringizga pishiralayotgan palovga 20 gramm tuz solish o'rniga 200 gramm tuz solishsa natija bir xil bo'ladimi?

Har bir algoritm – bu amallarni belgilovchi qoida bo'lib, ularning zanjiri natijasida biz boshlang'ich qiymatlardan izlangan natijaga kelamiz. Bunday amallar zanjiri algoritmik jarayon, har bir amal – algoritmning qadami deb ataladi.

Yana boshlang'ich qiymat va natija bo'lishi mumkin bo'lgan narsalarning tahliliga qaytamiz. Ko'rdikki, har bir algoritm uchun boshlang'ich qiymatlarning turli hollarini tanlash mumkin. Masalan, g'ishtlar masalasi algoritmi uchun boshlang'ich qiymatlarni tavsiflashda «santimetr» so'zlarini «uzunlik o'lchovlari» kabi tushunish mumkin. Bu holda hosil bo'ladigan natijaning miqdori o'zgaradi, xolos. Ko'p algoritmlar boshlang'ich qiymatlarning turli hollari uchun o'z kuchini saqlab qoladi. Qo'shish algoritmini ixtiyoriy natural sonlar jufti uchun qo'llash mumkin. Avval aytib o'tilgan algoritmlarning aniqlangan bu xossasi (ularni boshlang'ich qiymatlarning juda ko'p sondagi hollariga qo'llash mumkinligi) **ommaviylik** deb ataladi. Yuqorida keltirilgan «$ax^2+bx+c=0$ ($a\neq 0$) ko'rinishidagi kvadrat tenglamani yechish» algoritmi ixtiyoriy a, b, c haqiqiy sonlar uchun natija beradi,

ya'ni algoritmning ommaviylik xossasi o'rinli ekan. Algoritmlarning juda ko'p xususiy hollarda ishlashi shunday o'ta muhim va ahamiyatli xossa, shu sababli ancha vaqtgacha uni algoritmning ilmiy ta'rifiga kiritilishi shart deb hisoblandi. Bu ko'pgina qoidalarni fan sohasidan chiqarib tashlar (ularni «oz miqdordagi» ommaviyligi tufayli) va ham ilmiy tadqiqotni, ham ularning natijasini amaliyotda qo'llashni qiyinlashtirar (balki bu ilmiy bo'lmagan hol bo'lsa-chi?), bu esa jiddiy noqulaylikka sabab bo'ladi. Boshlang'ich qiymatlarning faqat bitta — yagona holiga qo'llash mumkin bo'lgan algoritm ham katta ahamiyat kasb etadi. Ularga turli xil avtomatlardan (masalan, agar aniq bir tangaga moslangan gazeta sotadigan avtomat, yoki telefon-avtomat) foydalanish algoritmlari tegishlidir, aniq bir joydan boshlanadigan va belgilangan joyga olib boradigan yo'nalish bo'yicha borish algoritmi va boshqalar.

«Ommaviylik» atamasining mavhumligi mashhur, ba'zan uyum paradoksi deb ataluvchi, Evbulid paradoksi orqali tasdiqlanadi. Paradoks mazmunini o'zimizga savol berib va javobini berib tezda aniqlab olishimiz mumkin.

Bitta tosh — uyummi? Yo'q. Ikkita tosh-chi? Yana yo'q. Uchtasi-chi? Oxir-oqibat, biz yoki uyum mavjud emas degan xulosaga, yoki shunday sondagi toshlar to'plami borki, undan bitta oshsa uyum hosil bo'lishiga olib keladi, deb e'tirof etishga majbur bo'lamiz. U yoki bu fikr ham haqiqatga ziddir va bu uyum atamasining mavhumligining natijasi bo'lib hisoblanadi. Nima bo'lganda ham ommaviylik xossasidan oddiygina «bo'yin tovlash» mumkin emas. Uni ta'riflashni ozgina o'zgartirish hamda shuning asosida yuqorida aytib o'tilgan mavhumlikni yo'qotish zarur.

«Ommaviylik» atamasiga qanday mazmun kiritish kerak? Bu savolga javob shunday. Har bir algoritm uchun biror-bir obyektlar (narsalar, buyumlar va hokazo) sinfi mavjud va ularning barchasi boshlang'ich qiymat sifatida olinishi mumkin, deb hisoblash zarur. Manfiymas butun sonlarni qo'shish algoritmi uchun manfiymas butun sonlarning barcha juftligi; avtomatdan «Toshkent oqshomi» gazetasini sotib olish algoritmi uchun — yagona obyekt — tanga shunday sinf bo'la oladi. Algoritmning ommaviyligi — mos sinfning barcha obyektlarini qo'llash mumkinligidir, ya'ni, ularning qandaydir miqdorining (chekli yoki cheksiz) qo'llash mumkin emasligi emas. Mumkin

bo'lgan, ya'ni joiz obyektlarning miqdori chekli yoki cheksizligi, yoki miqdori nolga teng bo'lishi – bu shu sinfning xususiyatidir.

Agar algoritm yordamida joiz boshlang'ich qiymat asosida izlangan natijani olish mumkin bo'lsa u holda **algoritmni joiz** boshlang'ich qiymatga **qo'llash mumkin** deyiladi. Agar boshlang'ich qiymat joiz bo'lsa ham natija olish mumkin bo'lmasa, u holda unga **algoritm qo'llash mumkin emas** deyiladi.

Endi joiz boshlang'ich qiymatlar sinfi qanday ekanligini ko'rib chiqamiz. Boshlang'ich qiymatlar ba'zan narsa yoki buyumlar, sonlar ekanini ko'rdik. Bu fikr olingan natijalar uchun ham o'rinli. Bu narsalar orasidagi umumiylik nimada? Algoritm – bu qoidalar va demakki, ular qandaydir tillarda ifodalangan, degan fikrni e'tiborga olsak, bu umumiylik ko'rinadi. Bir necha marta bu qoidalarning aniq bajarilishi qanchalik muhim ekanligi haqida gapirib o'tdik.

Lekin bunday aniq bajarilishi boshlang'ich qiymatlar (ular bilan birga izlangan natijalar ham) biror-bir tilda, balki yangisida, batamom tavsiflanishga imkon bersagina mumkin. Bu holda har bir boshlang'ich qiymatga, har bir oraliq natijaga va nihoyat, izlangan natijaga qandaydir gap mos keladi. Yana, mazkur gapning «Mazmun»i bir qiymatli bo'lishi zarur.

Matematikada ko'pincha maxsus usul qo'llanadi. Bu usul shundan iboratki, biror-bir obyekt boshqa tabiatli obyekt bilan almashtiriladi, bunda yangi obyektlarga birlamchilari bilan bir qiymatli mos bo'ladi. Ko'rilayotgan holda boshlang'ich qiymatlar tilining gaplari bilan boshlang'ich qiymatlarning o'zi orasida bir qiymatli moslik mavjud. Shu sababli, algoritmni matematik ta'riflashda boshlang'ich qiymatlar va izlangan natijalar tilning gaplari deb hisoblanishi mumkin.

Bunday almashtirish amaliyot nuqtayi nazaridan mumkinmi? Albatta, mumkin. Chunki, algoritmning o'zida boshlang'ich qiymatlar emas, ularning **nomi**, jarayonni bajarish uchun esa amallar va hosil bo'ladigan natijalarning **nomini** bilish yetarli.

Keltirilgan usul algoritm ta'rifini tor ma'noda bo'lishiga olib keladi, deyish mumkin. Bunday fikr asoslidir. Lekin bu torayish muhim emas, chunki u algoritmlar beradigan imkoniyatlarni kamaytira olmaydi.

Bu kabi yondashish boshlang'ich qiymatlar va natijalar turlarini nisbatan kamaytiradi, ammo ular avvalgidek turli fizik tabiatga ega bo'lishi mumkin, lekin biz uchun bu, ularni nazariy

qaraganimizda, turli tillardagi gaplar kabidir. Narsalarning turlanishini biz tillarning turlanishiga keltirdik. To'g'ri, tillar ham kam emas. Ularni cheksiz to'plam (faqat mavjudlari emas, balki mavjud bo'lishi mumkin bo'lganlari ham, ya'ni mumkinlari ham) deb hisoblash mumkin. Lekin har bir algoritm faqat ikkita til bilan bog'langan: bittasida u ta'riflangan, ikkinchisining gaplari boshlang'ich qiymatlar hollarini uning uchun mumkin bo'lganlaridir. Birinchi tilni, odatda, **algoritmik til** deb, ikkinchisini — **operandlar tili** deb atashadi. **Operandlar** deb shunday obyektlarga aytiladiki, ular ustida algoritm talab qilgan amallar bajariladi. Operandlar tilining barcha gaplari joiz deb hisoblanadi, bu tilga tegishli bo'lmagan biror-bir belgilar birikmasi ta'rif bo'yicha joiz emas.

Algoritmni tasvirlash usullari

Algoritmlarni tasvirlashning turli usullari mavjud. Quyida algoritmlarni tasvirlashning keng tarqalgan usullarini ko'rib chiqamiz.

1. Algoritmning so'zlar yordamida ifodalanishi

Avval keltirilgan bir qator misollar inson og'zaki nutqida qo'llaniladigan so'zlar orqali ifodalangan edi (masalan, ko'chadan o'tish algoritmi, g'ishtlar sonini hisoblash algoritmi). Algoritmning bunday tasvirlash usulida ijrochi uchun ko'rsatma jumlalar orqali ko'rsatma shaklida beriladi. Qo'llanmada, asosan, shu usuldan foydalanamiz.

2. Algoritmning formulalar yordamida ifodalanishi

Bu usul matematika, fizika, kimyo va biologiya kabi fanlarda ko'plab qo'llanilaniladi. Yodingizda bo'lsa, so'zlar yordamida ifodalangan g'ishtlar sonini hisoblash algoritmini formula orqali ifodalagan edik. Formuladagi «+», «−», «×», «:» kabi arifmetik amallarning tartibiga rioya qilgan holda bajarilishi ham algoritmga misol bo'ladi. Avval berilgan ««$ax^2 + bx + c = 0$ $(a \neq 0)$ ko'rinishidagi kvadrat tenglamani yechish» algoritmining quyidagi formula orqali ifodasi bilan tanishsiz:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Bilasiz, formuladagi amallar ma'lum bir tartib bilan bajarilishi shart.

3. Algoritmning jadval yordamida ifodalanishi

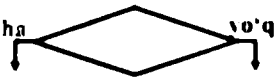
Algoritmning bu ko'rinishda berilishi ham sizga tanish. Masalan, matematikada qo'llanib kelinayotgan Bradis jadvali deb nomlangan to'rt xonali matematik jadval, lotareya yutuqlar jadvali, Mendeleyev kimyoviy elementlar jadvali. Bunday jadvallardan foydalanish ma'lum bir algoritm qo'llashni talab etadi.

Biror funksiyaning grafigini chizish uchun ham funksiyaning argument qiymatlariga mos qiymatlar jadvalini hosil qilamiz. Bu ham algoritmning jadval ko'rinishiga misol bo'ladi.

4. Algoritmning grafik shaklda ifodalanishi

Algoritmning bu ko'rinishda ifodalanishi matematikada chizilgan grafik, kerakli uyni oson topish uchun dahalarda o'rnatilgan uylarning joylashish sxemasi, avtobuslarning yo'nalish sxemasi orqali sizga tanish.

Algoritmlash asoslarini o'rganishning yana bir qulay grafik shakli – **blok-sxema** usulidir. Blok-sxemalar bir yoki bir nechta buyruq yoki ko'rsatmani aks ettiruvchi maxsus geometrik shakllar – bloklardan tashkil topadi. Bloklar yo'nalish chiziqlari orqali tutashtiriladi.

	algoritmning boshlanishini va tugallanganligini bildiradi
	ma'lumotlarni kiritish yoki chiqarishni bildiradi
	oddiy harakatni, ya'ni qiymat berish yoki tegishli ko'rsatmalar berishni bildiradi
	shart tekshirilishini bildiradi
	yordamchi algoritmga murojaatni bildiradi
	blok-sxemadagi harakat yo'nalishini bildiradi
: =	qiymat berish ko'rsatmasi

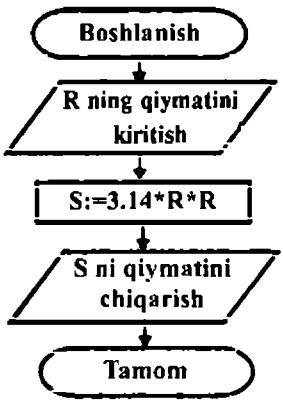
1.5-misol

R radiusli doiraning yuzasini hisoblash algoritmi tuzilsin.

Avval aytib o'tilganidek, algoritmda boshlang'ich qiymatlar o'rniga ularning nomlari ishtirok etishi mumkin va bu algoritmning ommaviylik xossasiga aloqadorligini bildiradi. Bu masalada ham radiuslar guruhi *R* nomi bilan berilmoqda va uning joiz boshlang'ich qiymati ixtiyoriy haqiqiy son bo'lishi mumkin. Eslatib o'tamiz, algoritmda turli nomlar ishtirok etishi va ular boshlang'ich qiymatlar va natijalar nomi bo'lishi ham mumkin. Masalaning quyida keltirilgan yechimidagi *S* nomi masalani yechimi bo'ladigan natijalar guruhining nomidir.

Bu masala algoritmini ikki xil usulda: so'zlar yordamida va grafik shaklda tuzamiz:

1) Boshlanish;
2) *R* ning qiymati aniqlansin;
3) *R* ning *R* ga ko'paytirib, *S* deb olinsin;
4) *S* ni 3,14 ga ko'paytirib, *S* deb olinsin;
5) javob sifatida S yozilsin;
6) tugallansin.



5. Algoritmning dastur shaklida ifodalanishi

Ma'lumki, kompyuter dasturlar asosida ishlaydi va boshqariladi. Siz hozirgacha MS Word, MS Paint va MS Excel kabi amaliy ***dasturlar*** bilan ishladingiz. Lekin har bir amaliy ***dastur*** ham juda katta va murakkab algoritmning bir ko'rinishidir. Demak, bu kabi algoritmlar bajarilishi uchun ular ***algoritm ijrochisiga, ya'ni kompyuterga tushunarli bo'lishi lozim.***

Odatda, algoritmning kompyuter tushunadigan tilda yozilishi **dastur** deb ataladi. Kompyuter tushunadigan til esa **dasturlash tili** deb ataladi. Jahonda hozirgi kunda minglab dasturlash tillari mavjud va yana rivojlanib bormoqda. Hozirgi kunda keng tarqalgan va o'rganish uchun qulay bo'lgan BASIC, Pascal, VBA, Delphi, C dasturlash tillari o'rganiladi.

Qo'llanmada, asosan, algoritmuk tafakkurning rivojlantirishini maqsad qilib qo'ygan bo'lsak-da, algoritm to'g'risida tasavvuringizni kengaytirish maqsadida yana ba'zi ma'lumotlarni berishni lozim topdik.

Har qanday algoritm mantiqiy tuzilishiga, ya'ni bajarilishiga qarab uch asosiy turga bo'linadi: **chiziqli (ketma-ketlik), tarmoqlanuvchi** va **takrorlanuvchi**. Algoritmikada bu algoritmlar asosida turli-tuman yangi algoritmlar hosil qilinadiki, ular ham o'z navbatida mustaqil ahamiyatga ega bo'ladi.

Chiziqli algoritmlar. Bu turdagi algoritmlarda hech qanday shart tekshirilmaydi. Shu sababli barcha ko'rsatmalar ketma-ket bajarib boriladi. «G'ishtlar sonini hisoblash», «Doira yuzini hisoblash» algoritmlari chiziqli algoritmlarga misol bo'ladi. Lekin hayotimizdagi juda ko'p jarayonlar shartlar asosida boshqariladi.

Tarmoqlanuvchi algoritmlar. Shartga muvofiq bajariladigan ko'rsatmalar ishtirok etgan algoritmlar **tarmoqlanuvchi algoritmlar** deb ataladi. Algoritmlarning bu turi hayotimizda har kuni va har qadamda uchraydi. Eshikdan chiqishimiz eshik ochiq yoki yopiqligiga, ovqatlanishimiz, qornimiz och yoki to'qligiga yoki taomning turiga, ko'chaga kiyinib chiqishimiz ob-havoga, biror joyga borish uchun transport vositasini tanlashimiz to'lash imkoniyatimiz bo'lgan pulga bog'liqdir. Demak, tarmoqlanuvchi algoritmlar chiziqli algoritmlardan tanlash imkoniyati bilan farqlanar ekan.

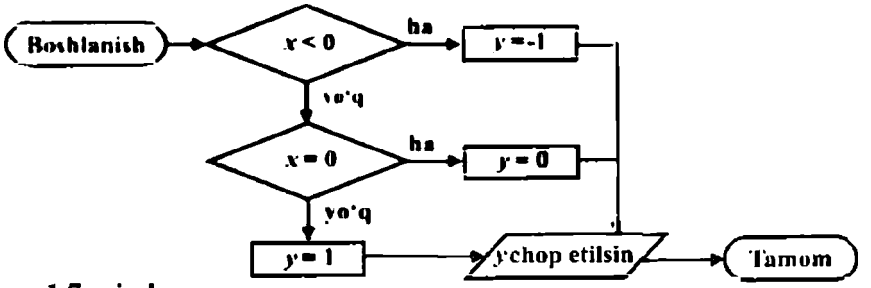
Avval yoritilgan «Ko'chadan o'tish», «Kvadrat tenglamani yechish» algoritmlari ham tarmoqlanuvchi algoritmlarga misol bo'ladi.

1.6-misol

Algoritmi formula yordamida berilgan

$$y = \begin{cases} -1, & agar \quad x < 0 \\ 0, & agar \quad x = 0 \\ 1, & agar \quad x > 0 \end{cases}$$

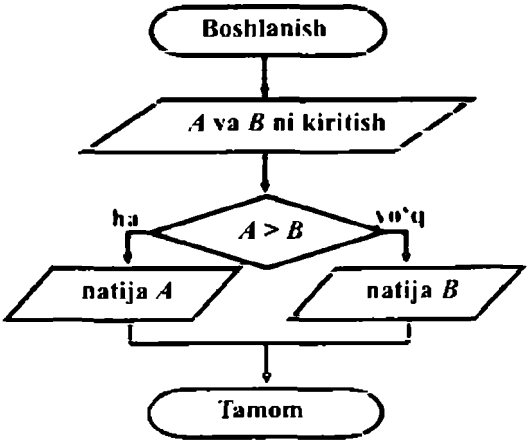
funksiyaning qiymatini hisoblashga doir tarmoqlanuvchi algoritmni blok-sxema yordamida tasvirlaymiz:



1.7-misol

Berilgan ikkita A va B sonlardan kattasini topish (IKT nomi bilan ataluvchi) algoritmini so'zlar va blok-sxema yordamida tuzing.

1) Boshlanish;
2) A va B kiritilsin;
3) agar $A > B$ bo'lsa
4-bandga o'tilsin;
aks holda
5-bandga o'tilsin;
4) natija A deb
olinsin va
6-bandga o'tilsin;
5) natija B deb
olinsin;
6) tugallansin.



Bu misoldan quyidagicha xulosa chiqarish mumkin: agar $A > B$ shart bajarilsa 5-banddagi ko'rsatma bajarilmaydi, aks holda, ya'ni $A \leq B$ bo'lsa, 4-banddagi ko'rsatma bajarilmaydi. IKT algoritmi tarmoqlanishni yaqqol tasavvur qilish imkoniyatini beradi.

Takrorlanuvchi (siklik) algoritmlar. Masalalarni tahlil etish jarayonida algoritmdagi ba'zi ko'rsatmalar takroran bajarilishini kuzatish mumkin. Hayotimizda ham juda ko'p jarayonlar takrorlanadi. Masalan, darslarning har hafta takrorlanishi, har kuni nonushta qilish yoki maktabga borish va hokazo. Ko'rsatmalari takroriy bajariladigan algoritmlar **takrorlanuvchi algoritmlar** deb ataladi.

Takrorlanuvchi algoritmlar «I := I + 1», «S := S + I» yoki «P := P * I» ko'rinishidagi ko'rsatmalarning ishtiroki bilan

ajralib turadi (* – ko'paytirish amali). Bunday ko'rsatmalarning mazmunini tushunish uchun takrorlanishning bir nechta qadamini ko'rib chiqamiz.

Odatda, yig'indi uchun boshlang'ich qiymat (inglizchadan SUMM, ya'ni yig'indi ma'noli so'zning bosh harfi) S:= 0 va ko'paytma uchun (inglizchadan PRODUCT, ya'ni ko'paytma ma'noli so'zning bosh harfi) P: = 1 deb olinadi, chunki bu qiymatlar, ya'ni 0 va 1 lar, mos ravishda, yig'indi va ko'paytmaning natijasiga ta'sir etmaydi:

1-qadamda I := 1 bo'lsin:

S := S + I = 0 + 1 = 1, P := P * I = 1 * 1 = 1;

2-qadam: I := I + 1 = 1 + 1 = 2:

S := S + I = 1 + 2 = 3, P : = P * I = 1 * 2 = 2;

3-qadam: I := I + 1 = 2 + 1 = 3:

S := S + I = 3 + 3 = 6, P := P * I = 2 * 3 = 6;

4-qadam: I := I + 1 = 3 + 1 = 4:

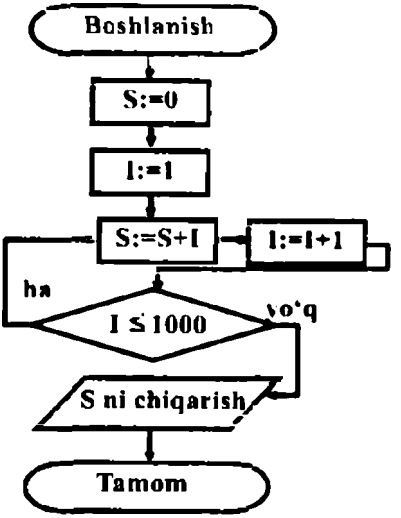
S := S + I = 6 + 4 = 10, P := P * I = 6 * 4 = 24.

Algoritmikada, matematikada bunday bo'lishi mumkin emas, I = I + 1 deb yozilishi mumkin. Bu yozuvda avval o'ng tomondagi qiymat hisoblanib, so'ng bu qiymat chap tomondagi nomning qiymati deb olinadi.

1.8-misol

1 dan 1000 gacha bo'lgan sonlar yig'indisini, ya'ni S = 1+2+3+...+1000 ni hisoblash algoritmini tuzing.

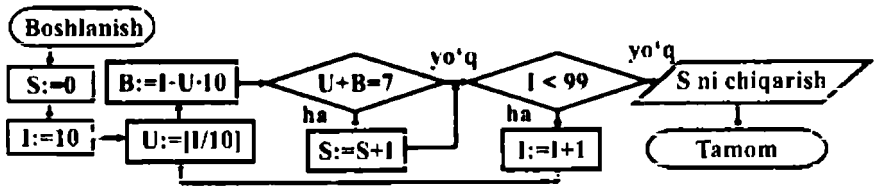
1) Boshlansin;
2) S = 0 deb olinsin
(ya'ni S:= 0);
3) I ning qiymati 1 deb olinsin
(ya'ni I:= 1);
4) S ga I qo'shilib, S deb olinsin
(ya'ni S:= S+I);
5) I ga 1 qo'shilib I deb olinsin
(ya'ni I:= I+1);
6) agar I ≤ 1000 bo'lsa
4-bandga o'tilsin;
7) javob deb S olinsin;
8) tugallansin.



So'zlar bilan ifodalangan algoritmda blok-sxema bilan mutanosiblikni bildirish uchun qavslar ichida izohlar berib bordik. Odatda, takrorlanuvchi algoritmlarda «I:= I+1» ifoda ***sanagich*** deb yuritiladi. Bu misol yechimini chiziqli algoritm shaklida tashkil etish ham mumkin. Buning uchun arifmetik progressiyaning 1000 ta hadi yi'gindisini hisoblash formulasidan foydalanish kifoya (algoritmni mustaqil tuzing). Lekin keyingi misolda bunday qilish ancha mushkul.

1.9-misol

2 xonali sonlar ichidan raqamlari yig'indisi 7 ga teng sonlar yig'indisini hisoblash algoritmini tuzing ([a] – a sonining butun qismi, / – bo'lish amali).



Ko'rib o'tilgan algoritmlarga nazar tashlasak, algoritmlar chiziqli, tarmoqlanuvchi yoki takrorlanuvchi qismlardan tashkil topganligini kuzatish mumkin.

Demak, inson hayotida uchraydigan algoritmlar, asosan, shu uch turdagi algoritmlarning uzviy birligi sifatida namoyon bo'ladi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Algoritm nima? Misollar keltiring.*
2. *Algoritmning qanday xossalarini bilasiz?*
3. *Boshlang'ich qiymatlar deganda nimani tushunasiz?*
4. *Hamma bajara olishi uchun algoritm qanday xossaga ega bo'lishi kerak?*
5. *Tushunarlilik xossasi bajariladigan va bajarilmaydigan ko'rsatmalar ketma-ketligiga misollar keltiring.*
6. *Ko'rsatmalar ijrochiga tushunarli bo'lishi uchun qanday sistemadan olinishi kerak?*
7. *Ijrochi algoritmni so'zsiz bajarishi uchun qanday xossa ahamiyatli? Javobingizni izohlang.*
8. *Algoritmning diskretlilik xossasini misollar yordamida tushuntiring.*
9. *Algoritmning natijaviylik xossasini misollar yordamida tushuntiring.*
10. *Natijaviylik xossasi bajarilmaydigan ko'rsatmalar ketma-ketligiga misollar keltiring.*

11. Algoritmning ommaviylik xossasini misollar yordamida tushuntiring.
12. Algoritmning qanday tasvirlash usullari bor?
13. Algoritmning so'zlar orqali ifoda etilishiga hayotiy misollar keltiring.
14. Qaysi fanlarda algoritmni formulalar yordamida berish qulay?
15. Algoritmning formulalar orqali ifoda etilishiga fizika fanidan misollar keltiring.
16. Algoritmning jadval ko'rinishida berilishiga misollar keltiring.
17. Algoritmning grafik shaklda berilishiga misollar keltiring.
18. Blok-sxemaning asosiy elementlariga misollar keltiring.
19. Algoritmning dastur shaklida berilishiga misollar keltiring.
20. Qanday algoritmlar chiziqli algoritm deb ataladi? Chiziqli algoritmlarga hayotiy misollar keltiring.
21. Qanday algoritmlar tarmoqlanuvchi algoritm deb ataladi? Tarmoqlanuvchi algoritmlarga hayotiy misollar keltiring.
22. Qanday algoritmlar takrorlanuvchi algoritm deb ataladi? Takrorlanuvchi algoritmlarga hayotiy misollar keltiring.
23. Chiziqli, tarmoqlanuvchi va takrorlanuvchi algoritmlarning bir-biridan farqini tushuntiring.
24. Uchta sondan kattasini (UKT) aniqlab beruvchi algoritm tuzing.
25. Berilgan sonning ishorasini aniqlovchi algoritm tuzing.
26. Quyidagi ko'rsatmalar ketma-ketligi qanday algoritm turiga misol bo'ladi? Algoritmlar natijasini aniqlang:
*a) a:=3, x:=2*a+a*a; a=?, x=?*
*b) x:=1, x:=x+11, x:=x*x-4; x=?*
d) a:=15, b:=a, a:=a-b; a=?, b=?
27. Quyidagi ko'rsatmalar ketma-ketligi qanday algoritm turiga misol bo'ladi? Algoritmlar natijasini aniqlang:
a) 1) a:=3;
*2) agar a > 2 bo'lsa, u holda x:=2*a+a*a va 4-bandga o'tilsin;*
*3) x:= 9-a*x;*
4) javobi x yozilsin;
5) tugatilsin;
b) 1) x:=1;
2) agar x > 2 bo'lsa, u holda x:=x+11 va 4-bandga o'tilsin;
*3) x:=x*x-4;*
4) javobi x yozilsin;
5) tugatilsin;
d) 1) a:=15;
2) b:= a;
3) agar a > b bo'lsa, u holda a:=a-b va 5-bandga o'tilsin;
4) a:=a+b;
5) javobi a, b yozilsin;
6) tugatilsin.

Algoritmik tillar olamiga kirish

Ushbu qo'llanmaning asosiy maqsadi algoritmik tafakkurni rivojlantirish bo'lganligi bois, qo'yilgan masalalarni yechishda o'zimiz uchun dasturlash tiliga o'xshash va ularning umumiy jihatlarini o'z ichiga olgan maxsus tilni tashkil etamiz. Har qanday tilda bo'lgani kabi bu tilda ham **alifbo**, **sintaksisi** va **semantika** bo'ladi. Bu tushunchalarni qisqacha yoritib o'tamiz.

Alifbo – aniq bir til uchun asosiy belgilar ro'yxati, ya'ni shu tildagi matnlarni yozish uchun qo'llaniladigan «alifbo harflari» – boshqa belgini qo'llash mumkin emas.

Sintaksis – bu jumlalarni hosil qilish qoidasi bo'lib, biror jumlani to'g'ri yoki xato yozilganligini aniqlash uchun xizmat qiladi. Aniqroq qilib aytadigan bo'lsak, til sintaksisi shu tilda belgilarni ma'noga ega bo'ladigan biriktirishni aniqlab beruvchi qoidalar ro'yxati.

Semantika – jumla yoki gaplarning mazmunini aniqlaydi. Semantika hosil qilingan jumlalar yoki gaplarni qanday amallar ketma-ketligini aniqlab berishini ta'minlaydi.

Qulay belgilashlarni o'ylab topish san'ati inson madaniyatida juda muhim ahamiyatga ega. Masalan, sonlarni belgilashni olaylik. Avvalgi bobda aytib o'tilganidek, hammangiz sonlarni ustun ko'rinishda qo'shish va ko'paytirishni bilasiz. Al-Xorazmiy tomonidan yoritib berilgan o'nlik belgilash sistemasi bunga imkon beradi. Rim raqamlari orqali yozilgan sonlarni qo'shib ko'ring-chi, qo'shish masalasini hal etishda belgilashlar sizga hech qanday yordam bermayotganini ko'rasiz. Yana, masalan, musiqani olaylik. Musiqa tovushlarini belgilash uchun notani o'ylab topib, musiqachilar ancha murakkab va qiziqarli musiqalarni yozish hamda tarqatish imkoniyatiga ega bo'ldilar. Shu kabi juda ko'p misollarni keltirish mumkin.

Algoritmikada qulay belgilashlar ham, albatta, yanada muhim ahamiyatga ega. Bunda uning o'ziga xos tomonlari ham bor. Biz ham o'z belgilash usulimizni kiritishdan avval ba'zi

tomonlarga e'tibor berishimiz lozim bo'ladi. Yozish uchun lotin harflari va o'nlik sanoq sistemasidagi raqamlardan foydalanamiz. **Ko'rsatmalar** so'zlar bo'lib, ularni yozish uchun jumlalarga buyruq mazmunini beramiz. Bunda ularni qisqa va ma'noli bo'lishiga e'tibor beramiz. Misol uchun bir xil ma'noli quyidagi ko'rinishdagi jumlalarni qarab chiqaylik:

o'ng tomonga yuring
o'ngga yuring
o'ngga yur

Bularning barchasini ko'rsatma sifatida qabul qilish mumkin. Lekin biz faqat **o'ngga yur** jumlasini tanlaymiz, ham qisqa, ham ma'noga ega, ham aniq amalni ifodalaydi.

Qisqa yozish chog'ida juda ham berilib ketish kerak emas. Juda qisqa belgilashlar tushunarsiz bo'lishi mumkin. Masalan, **o'ty** yoki **o'y** qanday ma'no anglatishini bilish qiyin. Doimo aql bilan murosali ish yuritish kerak.

Kompyuter uchun tushunarlilik talabi ba'zan o'ta g'alati natijalarga olib keladi. Ba'zi kompyuter sistemalari probellar orasidagi har bir so'zni alohida tahlil qiladi. Ular uchun ko'rsatma ikkita so'zdan iborat bo'lishi mumkin emas, buni kompyuter ikkita alohida ko'rsatma deb hisoblashi mumkin. Bu kabi sistemalarda **o'nggayur** yoki **O'nggaYur** yoki **o'ngga_yur** ko'rinishidagi belgilashlarni uchratish mumkin.

E'tibor qiling — biz barcha hollarda ham ko'rsatma ichiga probel qo'ymaslikka harakat qildik! Ya'ni, agar siz biror joyda shunday belgilashlarni uchratsangiz, hayron bo'lmang. Bilingki, bularning hammasi texnik sabablarga asosandir. Kompyuter uchun shunisi qulay ekan.

Ijrochiga berilayotgan ko'rsatmalar mutlaqo ravshan bo'lishi kerak. Ular ikki xil ma'noli bo'lmasligi kerak. Oddiy inson tili juda ma'nodor, lekin ko'pincha bir ma'noli emas. Ba'zan bir so'zni o'zi ikki xil mazmunga ega bo'lishi mumkin, ba'zan esa ikki ma'nolilik jumlaning o'zida yashiringan bo'ladi. Masalan, quyidagi masala-hazilni ko'raylik.

Shoxda 7 ta qush o'tirgan edi. Ovchi 3 ta qushni otib tushirdi. Shoxda nechta qush qoldi?

Undagi «qoldi» so'ziga ikki xil mazmun berish mumkin. Birinchisi — tabiiyki, «tirik qoldi». Ikkinchisi — hazil — «joyida qoldi» (qolganlari uchib ketdi). Birinchi holda javob 4, ikkinchi holda javob 3. Masalani hazil ekanligini hisobga olsak, ikkinchi

javob to'g'ri bo'ladi. Lekin kompyuter hazilni tushunmaydi-ku! Bu kabi masalalarni yechishga kompyuterning kuchi yetmaydi.

Mana sizga go'zal qadimiy afsona. Uni tuzgan inson qalban dasturchi bo'lgan bo'lsa kerak.

Bir kuni Dionis xudosi shoh Midasga uning har qanday istagini bajarishni taklif etdi. Midas nimaga tegsa o'sha narsa oltinga aylanib qolishi istagini bildirdi. Bir necha soniyadan keyin u dunyodagi eng boy odamga aylandi. Lekin tezda kutilmagan qiyinchilik yuzaga keldi: shoh Midasning ovqati va ichimligi ham oltinga aylanib qolaverdi. Shoh ochdan o'lishi mumkin! Yaxshiki, Dionisning unga rahmi kelib o'zining bu sovg'asidan xolos etdi.

Ko'rib turibsizki, aniq ifodalash nafaqat kompyuter bilan ishlagandagina kerak. Albatta, Midas o'zining istagini aytayotganda ovqati va ichimligini ham oltinga aylanishini nazarda tutmagan. O'ylab ko'rib, balki yana bir qancha istisnolar qilishni xohlagan bo'lar edi. Hamma balo shundaki, Midas fikrini aniq va ravshan ifoda etmagan. U bularni o'z-o'zidan tushunarli deb hisoblab, faqat nazarda tutgan. Dastur tuzayotgan kishilar ko'pincha mana shunday holga tushib qolishadi.

Inson faoliyatining juda ko'p sohalarida aniqlik va ravshanlik muhimdir. Masalan, qonunlarni tuzishda, atom elektrostansiyasini yoki yadroli raketa qurilmasini boshqarish yo'riqnomasida hech qanday noaniqliklar, mujmal qismlar va ko'p ma'nolilik bo'lmasligi lozim. Bular butun sayyoramizning xavfsizligi bilan bog'liq! Qonun va yo'riqnomalar bilan bo'g'liq har bir ishda yetuk Algoritmik Tafakkur zarur. Biroq boshqacha nuqtayi nazar ham mavjud. Qilishi kerak bo'lgan ish — yo'riqnomani aniq bajarish bo'lgani uchun atom bomba tugmasi yonida nima uchun inson o'tirishi kerak? Uni kompyuter bilan almashtirish mumkindek ko'rinadi. Baribir bu ishni insonga topshiramiz. Inson Ijrochi emas — u faqatgina buyruqlarni bajaribgina qolmay, balki mustaqil qaror qabul qiladi, javobgarlikni o'z zimmasiga oladi. Chamasi, dilimizda yo'riqnoma tugmani bosib atom urushini boshlashni talab qilganda Inson javobgarlikni o'z qo'liga oladi va yo'riqnoma buzadi, deb umid qilsak kerak.

Ba'zi mutaxassisliklarda har kuni va har daqiqada ko'rsatmalarni aniq tushunish zarur. Bularga samolyot uchuvchisi bilan aeroport dispetcheri (yoki kema kapitani va mashina bo'limi operatori) orasidagi muloqotni misol qilish mumkin. Agar dispetcher uzun mujmal jumlalar va ishoralar bilan gapirsa, u

holda uchuvchi (buning ustiga uni ko'rmayotgani uchun) yo'ldan adashadi va samolyotni halokatga uchratadi. Bu hol uchun odamlar quyidagicha yechimni topishdi: ular avvaldan juda sodda, hattoki jo'n iboralar ro'yxatini tuzishdi va har bir ibora qanday ma'no anglatishini to'liq va aniq kelishib olishdi hamda biror-bir rasmiyatchiliksiz faqat shu iboralar yordamida gaplashishadi. Bu esa Ijrochining ko'rsatmalariga juda o'xshash, shunday emasmi? Chetdan qaraganda ular qandaydir o'zlarining tushunarsiz tilida gaplashayotgandek tuyuladi.

Kompyuterni yasaganlar ham shu kabi yo'ldan borishgan. Ular kompyuter bilan muloqot qilish uchun **dasturlash tillari** deb ataluvchi maxsus tillarni ishlab chiqishgan. Siz dasturlash tillarini qanday qilib va nima uchun shundayligini tushunib olishingiz kerak. Shuning uchun qo'llanmada tilni hosil qilish yo'lini siz bilan birga yangitdan bosib o'tamiz. Ish davomida qabul qilingan qarorlar sababini tushuntirib boramiz. Quyida biz kelgusida rioya qiladigan dastlabki qoidalarni sanab o'tamiz.

Sintaksis qoidalari:

- Ko'rsatma nomi kichik harflarda yoziladi.
- Har bir ko'rsatma alohida satrda yoziladi.

Ijrochi Dehqon

«Bo'ri, echki va karam» nomli qadimiy masala quyidagicha:

Dehqon daryoning chap qirg'og'ida bo'ri, echki va karam bilan turibdi. U bularning hammasini o'ng qirg'oqqa o'tkazishi kerak.

Uning qayig'i juda kichik bo'lgani uchun faqat bitta yo'lovchini olishi mumkin — yoki bo'rini, yoki echkini, yoki karamni. Yana — agar bo'ri va echki bir qirg'oqda qoldirilsa, bo'ri echkini yeb qo'yadi, agar echki va karamni bir qirg'oqda qoldirilsa, echki karamni yeb qo'yadi. Hayvonlar faqat dehqon borligidagina tinch turishadi. Qanday ish tutish kerak?

O'ylab ko'ring-chi, kimni birinchi bo'lib olib o'tish kerak? Tushunarliki, bo'rini olib bo'lmaydi — bu holda echki karam bilan bir qirg'oqda qoladi va uni yeb qo'yadi. Shu kabi sababga ko'ra karamni ham olib o'tib bo'lmaydi. Ammo echkini bemalol olib o'tish mumkin (bo'rilar odatda karamni yomon ko'rishadi). Shundan keyin dehqon bo'sh qayiq bilan qaytadi — echkini qaytarib olib kelishning ma'nosi yo'q.

Demak, masalamiz yechimining birinchi ikki qadami quyidagicha:

echkini o'tkaz
suzib o't

1-sharh

Yangi algoritmik tilni o'zimiz o'ylab topayotganimiz uchun bitta amalni bajarishni talab etuvchi ikkita yoki uchta so'z ham biz uchun bitta ko'rsatma bo'lishi mimkin.

Dehqon **echkini o'tkaz** ko'rsatmasiga binoan echkini o'tkazib qo'yadi, **suzib o't** ko'rsatmasiga binoan boshqa qirg'oqqa qayiqda suzib o'tadi.

Shundan keyin dehqonda ikkita imkoniyat bor:

- bo'rini o'tkazib qo'yish;
- karamni o'tkazib qo'yish.

Agar u bo'rini o'tkazib qo'yib chap qirg'oqqa qaytsa, u holda bo'ri va echki o'ng qirg'oqda qoladi, bu esa echki uchun o'ta xavfli. Lekin bo'ri o'rniga karamni o'tkazib qo'yib chap qirg'oqqa qaytsa, o'ng qirg'oqda echki va karam yuqoridagi singari karam uchun xavfli holatda qoladi. Balki bu holatlar yechim yo'qligini bildirayotgandir. Bu holatdan go'zal va kutilmagan g'oya qutqaradi. Ya'ni, masalan, bo'rini o'tkazib qo'yib orqaga bo'sh qaytmaymiz, o'zimiz bilan echkini olib o'tamiz! Keyingi qadamlar o'z-o'zidan ko'rinib turgani uchun masala yechimini ko'rsatmalar orqali yozishimiz mumkin:

echkini o'tkaz
suzib o't
bo'rini o'tkaz
echkini o'tkaz
karamni o'tkaz
suzib o't
echkini o'tkaz

2-sharh

Yuqoridagi ko'rsatmalar ketma-ketligidan ko'rinadiki, masalaning algoritmi chiziqli algoritm bo'lar ekan, ya'ni ko'rsatmalar kelish tartibida ketma-ket bajariladi.

3-sharh

Dehqon masalasida boshlang'ich qiymat: bo'ri, echki va karamni chap qirg'oqda ekanligi, natija esa bo'ri, echki va karamni o'ng qirg'oqda bo'lishi.

4-sharh

Bu masalada INKOR holat biror ko'rsatma bajarilganda yoki bo'ri echkini yoki echki karamni yeb qo'ysagina yuz beradi.

2.1-mashq

Dehqon o'ng qirg'oqqa echkini olib o'tgach, bo'rini emas, karamni olib o'tsin. Bu holda uning ko'rsatmalari ketma-ketligini yozing.

Ko'pincha bu masalani yechayotganda quyidagi kabi takliflar ham uchrab turadi:

- karamni bo'rining ustiga qo'yilsin (echki yaqinlashishga qo'rqishi uchun);
- bo'rini bir daraxtga, echkini esa boshqa daraxtga bog'lab qo'yilsin;
- karamni qayiqqa bog'lab qo'yilsin;
- echkini daryodan qayiqda emas, havo sharida o'tkazilsin;
- ko'prikdan o'tilsin va hokazo.

Albatta, masala shartida dehqon yaqinida ko'prik bor deb aytilmagan. Lekin shartda ko'prik yo'qligi haqida ham bir so'z ham aytilmagan! Bularning hammasi to'g'ri. Masala shartida nima qila olishimiz va nima qila olmasligimiz haqida hech narsa deyilmagan. Masalan, dehqon qayiqni ortidan suzib hamda itarib harakat qilishi mumkinmi? Yoki karamni narigi qirg'oqqa irg'itishi mumkinmi? Bu kabi savollarga dehqonning bajarishi mumkin bo'lgan Ijrochi-dehqonning **ko'rsatmalar sistemasi**dagi barcha amallari ro'yxatini sanab o'tish orqali javob berish to'g'ri bo'ladi. Ro'yxatda esa faqat to'rtta satr bor:

bo'rini o'tkaz
echkini o'tkaz
karamni o'tkaz
suzib o't

Dehqon esa faqat shu ro'yxatda ko'rsatilgan amallarnigina bajarishi mumkin, boshqa barcha amallar taqiqlanadi yoki boshqa barcha amallarni bajarish mumkin emas, chunki ular dehqonning ko'rsatmalar sistemasiga tegishli emas.

Masalani o'yin kabi ifodalash

Yuqoridagi masaladagi Dehqon o'zini g'alati tutmoqda. U haqiqiy hayotdagi oddiy dehqonlarga o'xshamaydi. Tirik dehqon kulishi, uxlashi, ot minishi, karamni yoqtirishi yoki yoqtirmasligi mumkin. Masalamizdagi dehqon esa bularning

birortasini ham bajarishga qodir emas (to'g'rirog'i, bularni yoki boshqa narsalarni bajara olishi mumkin, lekin bu bizni qiziqtirmaydi). U faqat to'rtta ko'rsatmani bajara olishi mumkin:

bo'rini o'tkaz
echkini o'tkaz
karamni o'tkaz
suzib o't

Hamma ham bu kabi sharoitga tushishi mumkin, masalan, shaxmat o'yinida. Shaxmat qoidalari shaxmatchi bajara oladigan imkoniyatlarni aniq ifodalaydi. Uning boshqa barcha odatlarining (masalan, u karamni yoqtirishi) o'yin uchun ahamiyati yo'q.

Ammo bu yerda bir o'ta muhim farq bor. Shaxmatchi o'yin vaqtida o'zi qaror qabul qilishga majbur. Ijrochi esa mustaqil hech qanday qaror qabul qilmaydi. U faqat biz kiritgan ko'rsatmalarni bajaradi, xolos. Shu nuqtayi nazardan Ijrochiga Shaxmatchi emas, balki ko'proq Shaxmat Namoyishchisi o'xshaydi. Shaxmatchilar o'ynayotgan vaqtda tomoshabinlar o'yinni kuzatib borishi uchun Shaxmat Namoyishchisi katta magnit doskasidagi figuralarni siljitadi. Bu yerda Namoyishchi Shaxmatchilar berayotgan ko'rsatmalarni bajarayotgandek tuyuladi.

Tugmali har xil qurilmalar Ijrochiga ko'proq o'xshab ketadi. Elektron o'yinga o'xshash kichik qurilmalarni ko'z oldingizga keltiring. Ekranda bo'ri, echki, karam va qayiqli dehqonni ko'rib turibsiz. Ekran yon tomonida to'rtta tugma bor. Birinchisida «bo'rini o'tkaz», ikkinchisida «echkini o'tkaz», uchinchisida «karamni o'tkaz», to'rtinchisida «suzib o't» yozuvi bor. Tugmalarni bosish orqali biz qahramonlarimizni ekranda siljitamiz. Ularni boshqarishning bundan boshqa yo'llari yo'q. Bu holda algoritmni yozish tugmalarni bosish ketma-ketligini tayinlash bilan barobardir. Ko'rib turganingizdek, Dehqon haqidagi masalani o'yin deb hisoblashimiz mumkin. Ko'rsatmalar ro'yxatini tuzish orqali biz o'yin qoidasini aniqlashtirmoqdamiz, xolos. Tugmali qurilma misolida ko'rsatmalar ro'yxati — tugmalar to'plamidir.

Ijrochi Suvchi

Ijrochilarning yangi bir namunasini kiritamiz. Biz uni suv taqsimlash bilan band bo'lgani uchun Suvchi deb nomladik.

Bir litr suvni o'lchab olish qiyinmi? Javob bizda qanday hajmdagi idishlar borligiga bog'liq bo'ladi. Agar 1 litrli *A*

idishimiz bor bo'lsa, u holda algoritm bitta qadamdan iborat bo'ladi:

***A* ni to'ldir**

Masalani ozgina qiyinlashtiramiz. Bizda ikki xil hajmli idish bor bo'lsin: 2 litrli *A* idish va 3 litrli *B* idish. U holda masala yechimi algoritmi ikki qadamdan iborat bo'ladi:

***B* ni to'ldir**

***B* dan *A* ga quy**

Birinchi qadamdan keyin *B* idishda 3 litr suv bo'ladi, ikkinchi qadamda biz 2 litr suvni *B* idishdan *A* idishga quyamiz, shundan keyin *B* idishda 1 litr suv qoladi.

2.1-masala

Bitta 3 litrli va bitta 5 litrli idish yordamida 1 litr suvni o'lchab oling.

Endi Suvchi va uning ko'rsatmalarini qat'iy tavsiflaymiz. Birinchi navbatda unda miqdori cheklanmagan suv manbai: daryo, ko'l yoki basseyn bo'lishi kerak. So'ngra idishlar soni (chelak, banka va hokazo) va ularning har birining hajmini aniq belgilab qo'yishimiz shart. Idishlarni lotin harflari, ya'ni *A*, *B*, *C*, ... bilan belgilaymiz. Suvchining ko'rsatmalari 3 xil bo'ladi.

Birinchi xili:

A (yoki B, C, ...) ni to'ldir

Bu ko'rsatmaning bajarilishi natijasida mos idish chekkasiga suvga to'ladi. Bu kabi ko'rsatmalar idishlar soni nechta bo'lsa, shuncha bo'ladi.

Ikkinchi xili:

A (yoki B, C, ...) ni bo'shat

Bu ko'rsatmaning bajarilishi natijasida mos idish bo'shatiladi. Bu kabi ko'rsatmalar soni idishlar soniga teng bo'ladi.

Va nihoyat, uchinchi xili:

A dan B (yoki A dan C va hokazo) ga quy

Bu ko'rsatma natijasi *B* hajmli idishdagi joy *A* hajmli idishdagi suvning barchasi uchun yetarli bo'lishiga bog'liq. Agar joy yetarli bo'lsa, *A* idish bo'shaydi, *B* idishdagi suv miqdori quyishdan oldin *A* va *B* idishlarda birgalikda qancha bo'lsa, shuncha bo'ladi. Agar joy yetarli bo'lmasa, u holda *B* idish to'la bo'ladi, *A* idishda esa *B* ga qancha sig'magan bo'lsa, shuncha suv bo'ladi. Uchinchi ko'rinishdagi ko'rsatmalar soni idishlar juftligi soniga teng.

Ikkita idishli Suvchining barcha ko'rsatmalarini yozib chiqamiz:

A ni to'ldir
B ni to'ldir
A ni bo'shat
B ni bo'shat
A dan B ga quy
B dan A ga quy

Agar idish soni 3 ta bo'lsa, barcha ko'rsatmalar soni $3 + 3 + 6 = 12$ ta.

2.2-mashq

Uchta *A*, *B*, *C* idishli Suvchining barcha ko'rsatmalari ro'yxatini yozib chiqing.

Odatda, har bir masalaning boshlanishida barcha chelaklar bo'sh bo'ladi. Bizning maqsadimiz biror-bir idishda kerakli miqdordagi suvni o'lchab olish: bunda qaysi chelakda bo'lishi va qolgan chelaklarda qancha suv qolishining ahamiyati yo'q.

2.2-masala

5 litrli *A* idish va bitta 8 litrli *B* idish bor.

a) 1 litr suvni o'lchab oling.

b) 4 litr suvni o'lchab oling.

Suvchi – bitta Ijrochi emas, o'xshash qoidali ko'p Ijrochilardir. Ulardan birini ajratib olish uchun idish hajmini belgilab qo'yish zarur. Masalani qo'yish uchun esa qancha suvni o'lchab olishni xohlashingizni aytishingiz shart.

2.3-mashq

a) O'zingizning Suvchi variantingizni o'ylang.

b) Suvchingiz uchun masala tuzing.

5-sharh

Suvchi masalasida boshlang'ich qiymat: idishlarning bo'sh ekanligi, natija idishlarning birortasida talab etilgan suv miqdori bo'lishi.

Ijrochi Oshiruvchi

O'yin kabi aks ettirilgan yana bir Ijrochini quyidagicha tasvirlash mumkin: ekranida son aks etadigan avtomatik qurilmaning yon tomonida **1** ni **qo'sh** va **2** ga **ko'paytir** nomli ikkita

tugma bor. 1-tugmaning bosilishi ekrandagi sonni bittaga oshiradi, 2-tugmaning bosilishi ekrandagi sonni 2 ga ko'paytiradi. Avval ekranda 0 soni aks etib turadi.

Bu Ijrochini **Oshiruvchi** deb nomlaymiz.

Agar, masalan, ekranda 7 soni bo'lsa, va biz **1 ni qo'sh** tugmasini bossak, u holda 7 soni o'chib uning o'rnida 8 soni aks etadi. Agarda **2 ga ko'paytir** tugmasi bosilsa, 7 soni o'rnida 14 soni aks etadi.

Bizning tasavvurimizda Oshiruvchi ikkita ko'rsatmali ijrochidir:

1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir

Ekranda 17 sonini hosil qilib ko'ramiz (0 dan boshlaymiz). Bu vazifani bajaradigan ikkita algoritmni yozamiz:

1 ni qo'sh	1 ni qo'sh
1 ni qo'sh	2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh	2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh	2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh	2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh	1 ni qo'sh
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	
1 ni qo'sh	

Bu algoritmlardan qaysi biri sizga ma'qul? Nima uchun?

2.4-mashq

17 sonini hosil qilish uchun o'zingiz biror algoritmni o'ylab toping. Bunday algoritm nechta ko'rsatmadan iborat bo'lishi mumkin:

a) agar birinchi ko'rsatma **1 ni qo'sh** bo'lsa;

b) umumiy holda.

2.3-masala

Nima deb o'ylaysiz, ekranda ixtiyoriy musbat sonni hosil qilish mumkinmi? Javobingizni asoslab bering.

Quyidagicha musobaqa o'tkazing: kimdir son aytadi va barcha shu sonni hosil qilishga intiladi. Kim eng kam qadamli algoritm tuzsa, o'sha g'olib bo'ladi.

2.4-masala

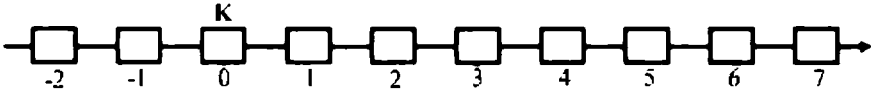
a) 15 sonini 8 tadan kam qadamda hosil qiling;

b) 1024 sonini hosil qiling;

d) ekranga 4 soni yozilgan. Undan 15 sonini 6 tadan kam qadamda hosil qiling.

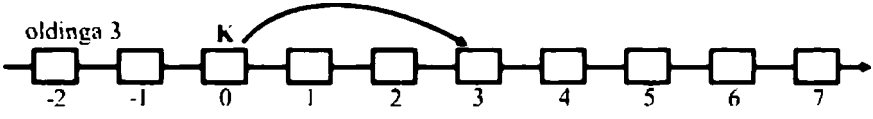
Ijrochi Chigirtka

Gorizontal to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unda bir xil masofada kvadrat nishonlar joylashtiramiz (2.1-rasm). Nishonlar to'g'ri chiziqdagi nuqtalarni bildiradi. Nuqtalardan birini 0 bilan belgilaymiz. Undan o'ngdagi nuqtalarni 1, 2, 3, 4 va shu kabi, chapdagi nuqtalarni -1, -2, -3, -4 va shu kabi belgilaymiz. Bu to'g'ri chiziqni sonlar o'qi deb ataymiz. Sonlar o'qida Ijrochi **Chigirtka** yashaydi. Rasmda (va bundan keyin) u **K** harfi bilan belgilangan.

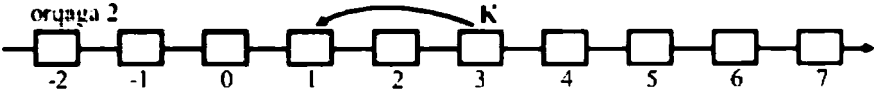


2.1-rasm.

Boshlang'ich vaqtda Chigirtka sonlar o'qining 0 nuqtasida joylashgan. U uch birlik oldinga (2.2-rasm) va 2 birlik orqaga (2.3-rasm) sakrashi mumkin.



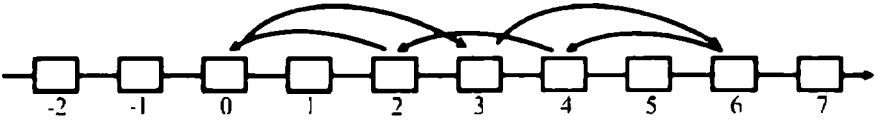
2.2-rasm.



2.3-rasm.

Quyidagi algoritm asosida Chigirtka qanday sakragani 2.4-rasmda ko'rsatilgan:

oldinga 3
oldinga 3
orqaga 2
orqaga 2
orqaga 2



2.4-rasm.

7-sharh

Chigirtka masalasida boshlang'ich qiymat: Chigirtkaning boshlang'ich holati, ya'ni qaysi tartib raqamli kvadratda turganligi bo'lsa, natija Chigirtkaning talab qilingan tartib raqamli kvadratga tushishidir.

2.5-mashq

a) Chigirtkani 0 nuqtadan 7 nuqtaga o'tkazing.

b) Chigirtkani 0 nuqtadan 2 nuqtaga o'tkazing.

2.5-masala

Ravshanda faqat 3 kg li toshlar bor, Rustamda esa faqat 2 kg li toshlar bor. Ravshan Rustamga 7 kg nok qarz. U qanday qilib shu toshlar yordamida qarzini uzadi?

Bu masala Chigirtka bilan biror bog'liqlikka egami?

2.6-masala

Chigirtkani 0 dan 5 gacha kesmadan chiqmagan holda 2, 3, 4 va 5 nuqtalarning har birida bir martadan bo'lishga majbur qiling.

2.7-masala

Chigirtka algoritmni bajarishni 0 nuqtada boshladi va 2 nuqtada tugatdi. Shu algoritm yana bir marta bajarildi. Chigirtka qaysi nuqtaga borib qoldi?

2.8-masala

Chigirtka to'g'ri chiziqda yotgan ixtiyoriy nuqtaga bora oladimi? Qanday qilib? (Albatta, biz kasr sonlar emas, faqat butun sonlarga mos nuqtalar haqida so'rayapmiz.)

2.9-masala

Chigirtkaning ko'rsatmalar ro'yxatini ozgina o'zgartiramiz. Albatta, ko'rsatmalar ro'yxatining ozgina o'zgartirilishi yangi Ijrochi hosil bo'lganligini bildiradi. Lekin baribir uni ham Chigirtka deb atayveramiz. Bu Chigirtka uchun yangi ko'rsatmalar ro'yxati ham ikkita ko'rsatmadan iborat bo'ladi:

oldinga 7
orqaga 5

Yangi Chigirtka to'g'ri chiziqda yotgan ixtiyoriy nuqtaga, masalan, 1 nuqtaga bora oladimi?

E'tibor qilgan bo'lsangiz, bizda idishlarining soni va hajmi bilan farqlanadigan juda ko'p har xil Suvchi bor edi. Xuddi shunday turli Chigirtkalar bilan ish ko'rishimizga to'g'ri keladi: ular oldinga va orqaga har turli sakrashlarni bajaradi.

Algoritmlashni qanday yengillashtirish mumkin

Yana Suvchi masalasiga qaytamiz. Bizda 5 litrli *A* idish va 8 litrli *B* idish bor, 4 litr suvni o'lchab olish kerak. Masalaning yechimi quyidagicha bo'ladi:

A ni to'ldir
A dan B ga quy
A ni to'ldir
A dan B ga quy
B ni bo'shat
A dan B ga quy
A ni to'ldir
A dan B ga quy
A ni to'ldir
A dan B ga quy

Bu yerda nima yozilgani tushunarlimi? Bizningcha, yo'q. Algoritmda 10 ta ko'rsatma bo'lgani bilan o'zimiz ham tushunmayapmiz. Agar algoritmda ular 1000 ta bo'lsa-chi? U holda biz ular ichida adashib ketamiz va bu barcha quyilayotgan suvda cho'kib ketamiz.

Agar bir algoritmning yozilishini yengillashtirmoqchi bo'lsak va to'g'ri ishlayotganiga amin bo'lmoqchi bo'lsak, u holda bizga uni tekshirish uchun qadam-baqadam boshidan oxirigacha vosita kerak bo'ladi.

Baxtimizga qanday vosita ekanligi ravshan. Balki siz bu bobni o'qib chiqqunga qadar mustaqil ravishda ixtiro etgan bo'lishingiz mumkin.

Bizga barcha obyektni har bir ko'rsatma bajarilgandan keyingi holatini yozib chiqish yetadi, xolos. Bizning masalamizda bu holatlar faqatgina har bir idishdagi suvning miqdoridir.

Shunday jadval tuzamiz:

Ko'rsatma	A [5 litr]	B [8 litr]
	0	0
A ni to'ldir	5	0
A dan B ga quy	0	5
A ni to'ldir	5	5
A dan B ga quy	2	8
B ni bo'shat	2	0
A dan B ga quy	0	2
A ni to'ldir	5	2
A dan B ga quy	0	7
A ni to'ldir	5	7
A dan B ga quy	4	8

Eng so'nggi holat: A idishda — 4 litr suv.

Endi har bir ko'rsatmani alohida va boshqalaridan mustaqil osongina tekshirish mumkin. Masalan, 4-ko'rsatmani tekshiramiz. Uni bajarilishidan avval har bir idishda 5 litrdan suv bor edi; demak, *A* idish to'la, *B* idishda esa 3 litr hajmdagi bo'sh joy bor. Bundan kelib chiqadiki, *A* dan *B* ga 3 litr suv quya olamiz, *A* da esa 2 litr suv qoladi va *B* idish to'ladi (ya'ni, undagi suv 8 litr bo'ldi).

2.6-mashq

Algoritmning hamma qadamini tekshirib chiqing.

2.10-masala

Uchta ritsar uchta qurolbardorlari bilan daryo bo'yiga kelishdi. Daryo bo'yida ikki kishi suza oladigan qayiqchani topib olishdi. Har bir qurolbardor xo'jayiniga shunchalik sodiqki, u boshqa ritsarlar bilan xo'jayinisiz yolg'iz o'zi qirg'oqda qolishga yoki qayiqda suzishga rozi bo'lmayapti. Lekin ular yakka o'zi yoki boshqa qurolbardorlar bilan qolishga rozi. Olti kishilashib ular daryoni qanday suzib o'tishadi? Bu masaladagi Ijrochi uchun ko'rsatmalar tizimini ishlab chiqing. Shu ko'rsatmalar tizimida masalaning yechimini beruvchi algoritmni tuzing. Algoritmning bajarilishidagi holatni ifodalovchi jadval tuzing va uni to'ldiring.

Quyidagi uch qoidaga amal qilinishi kerakligini eslatib o'tamiz:

- qayiq ikki kishidan ortig'ini ko'tarmaydi;
- qayiqda qurolbardor begona ritsar bilan qolishi mumkin emas;
- agar qirg'oqda qurolbardor bilan begona ritsar birga bo'lsa, u holda bu qurolbardorning ritsari ham shu yerda bo'lishi shart.

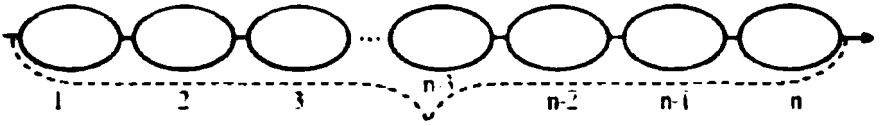
Birinchi ikkita qoidaning bajarilishini nazorat qilib turish uchun algoritmni ko'rish kifoya. Lekin oxirgi qoida buzilmaganiga ishonch hosil qilish uchun jadval kerak bo'ladi.

Malakali dasturchilar dastur yozayotganda ichiga **dastur holati haqidagi tasdiqlar**ni joylashtirishadi.

Ular dasturda talab qilinganidek, ishlayotganiga ishonch hosil qilishga yordam beradi va **dasturning to'g'riligini isbotlash**ga imkon beradi. Ba'zan bu malol keladigandek tuyuladi. Lekin dasturchilar mehnati eng hurmatli ishlardandir. Hozirgi kunda kompyuterlar samolyotlar va atom elektrstansiyalarni boshqarmoqda, vrachlarga jarrohlik operatsiyalarida yordam bermoqda, juda ko'p har xil muhim ishlarni bajarmoqda. Inson va insoniyatning hayoti, atrof-muhitning holati, sarflangan ulkan mablag'larning natijasi kompyuterlarning ishi bilan bog'liq ekan, undagi dasturlar to'g'ri ishlayotganiga ishonch hosil qilish shart. Bunday ishonch hosil qilishning eng mukammal usullaridan biri — dasturlash fanidir.

Yuqorida keltirilgan mashq va masalalarni yechib, ya'ni yechish algoritmining ko'rsatmalarini yozib chiqib, bu algoritmlar chiziqli ekanligini ko'rishingiz mumkin.

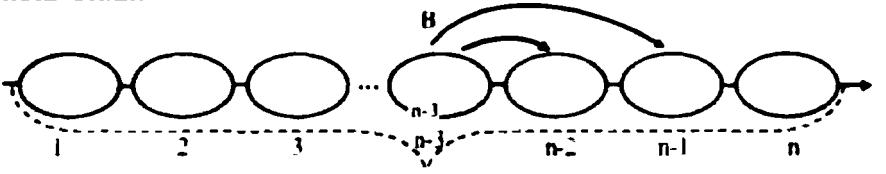
Gorizontal to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unda bir xil masofada 1 dan *n* gacha tartiblangan ellipsli nishonlar joylashtiramiz (2.5-rasm). Ellipsli nishonlar suv ustida turgan nilufar barglarini bildiradi. Bu barglar ustida Ijrochi **Baqa** ovqatlanadi. Baqani bundan keyin ***B*** harfi bilan belgilaymiz.



n ta

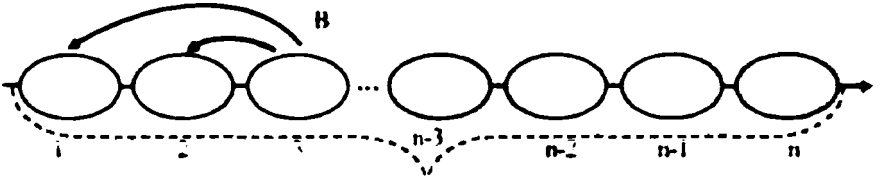
2.5-rasm.

Har kuni tongda nilufar barglari ustida bittadan pashsha o'tirgan bo'ladi. Baqa tongda ovqatlanish uchun uyidan *a* tartib raqamli bargning ustiga tushadi. U 1 yoki 2 birlik oldinga (2.6-rasm) va 1 yoki 2 birlik orqaga (2.7-rasm) sakrashi mumkin. Baqa barglar ustida sakrab barcha pashshani yeb tugatishi kerak. Lekin barglar shunchalik nozikki, Baqa ular ustidagi pashshani yeb bo'lgach, barglar cho'kib ketadi. Sakrashlar natijasida Baqa *b* tartib raqamli bargning ustiga borishi kerak, undan uyiga chiqib keta oladi.



n ta

2.6-rasm.



n ta

2.7-rasm.

8-sharh

Baqa masalasida boshlang'ich qiymat: Baqa a tartib raqamli bargda joylashishi, natija Baqaning b tartib raqamli bargga kelishi ekan.

9-sharh

Baqa masalasida INKOR holat ko'rsatma Baqani cho'kib ketgan bargga sakrashga majbur qilganida yoki 1 dan kichik yoki n dan katta tartib raqamli bargga sakrashga majbur qilganida ro'y beradi.

Demak, Baqaning barcha ko'rsatmalari ro'yxati quyidagilardan iborat bo'ladi:

oldinga 1
oldinga 2
orqaga 1
orqaga 2

2.7-mashq

Baqa 10 ta bargli nilufarning 5 tartib raqamli bargi ustiga tushib, yuqoridagi ko'rsatmalar ro'yxatini algoritm hisoblab INKOR holatisiz bajara olishi mumkinmi? Mumkin bo'lmasa, ularning o'rnini almashtirish orqali mumkin holatga keltiring. Sababini rasm orqali izohlang.

2.11-masala

Baqa 5 ta bargli nilufarning 3 tartib raqamli bargiga tushdi. U quyidagi algoritmni bajarib, qaysi tartib raqamli barg ustiga borishini va qaysi bargdagi pashsha yeyilmay qolishini aniqlang:

orqaga 2
oldinga 1
oldinga 2

2.8-mashq

Yuqoridagi masalada ikkinchi ko'rsatma **orqaga 1** ko'rsatmasi bilan almashtirilsa, qanday natija olinishini aniqlang.

2.12-masala

Baqa 5 ta bargli nilufarning 3 tartib raqamli bargida turibdi. U quyidagi algoritmni bajarganda yeyilmay qolgan pashshani yeyishi uchun ko'rsatma qo'shing:

orqaga 2
oldinga 1
oldinga 2

2.13-masala

Baqa 5 ta bargli nilufarning 3 tartib raqamli bargida turibdi. U 4 tartib raqamli barg ustiga borish algoritmini tuzing.

2.14-masala

Baqa 4 ta bargli nilufarning 2 tartib raqamli bargida turibdi. U 3 tartib raqamli barg ustiga bora oladimi? Agar javob ijobiy bo'lsa, u holda borish algoritmini tuzing, aks holda INKOR deb yozing.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Tilning alifbosi deganda nima tushuniladi?*
2. *Tilning sintaksisi va semantikasi deganda nima tushuniladi?*
3. *Ko'rsatmalar qanday xususiyatlarga ega bo'lishi kerak?*
4. *Ijrochi Dehqon uchun ko'rsatmalar sistemasi haqida so'zlab bering.*
5. *Bo'ri va echki karam masalasi yechimini blok-sxema ko'rinishida tasvirlang.*
6. *Ijrochi Suvchi uchun ko'rsatmalar sistemasi haqida so'zlab bering.*
7. *Ijrochi Oshiruvchi uchun ko'rsatmalar sistemasi haqida so'zlab bering.*
8. *Ijrochi Chigirtkaning ijrochi muhiti haqida so'zlab bering.*
9. *Ijrochi Chigirtka uchun ko'rsatmalar sistemasi haqida so'zlab bering.*
10. *Ijrochi Baqaning ijrochi muhiti haqida so'zlab bering.*
11. *Ijrochi Baqa uchun ko'rsatmalar sistemasi haqida so'zlab bering.*
12. *Bobda keltirilgan barcha Ijrochilar uchun sodda amallarni yozib chiqing.*
13. *Bobda keltirilgan barcha Ijrochilar uchun boshlang'ich holat va natija haqida so'zlab bering.*
14. *Bobda keltirilgan barcha Ijrochilar uchun bor bo'lsa kamida bitta INKOR holatni yozing.*
15. *Bobda keltirilgan barcha mashqlarni bajaring.*

Qo'shimcha masalalar

Suvchi uchun

S-2.1. Quyidagi algoritmning har bir ko'rsatmasi bajarilgandan keyin har bir idishdagi suv miqdorini yozing:

Ko'rsatma	A [4 litr]	B [11 litr]
	0	0
A ni to'ldir		
A dan B ga quy		
A ni to'ldir		
A dan B ga quy		
A ni to'ldir		
A dan B ga quy		
A ni to'ldir		
A dan B ga quy		

S-2.2. Quyida *A* va *B* idishlarni Suvchi qandaydir algoritmni bajarayotgandagi holati keltirilgan:

Ko'rsatma	A [4 litr]	B [7 litr]
	0	0
	0	7
	4	3
	0	3
	3	0
	3	7
	4	6
	0	6
	4	2

Shu algoritm ko'rsatmalarini qayta tiklang. Algoritmni shunday to'ldirishga harakat qilingki, uning ishlashi natijasida idishlardan birida 1 litr suv qolsin.

S-2.3. Yangi algoritmdagi yetishmayotgan ko'rsatmalarni va idishlardagi suv miqdorini qayta tiklang:

Ko'rsatma	A [7 litr]	B [17 litr]
	2	17
	0	12
B dan A ga quy		
B ni bo'shat		
	5	17
B dan A ga quy		
	7	8
	0	1

S-2.4. *A* idishning hajmi 3 litrga, *B* idishning hajmi esa 2 litrga teng bo'lsin.

a) ikkita ko'rsatmadan iborat shunday algoritm tuzingki, uni bajarish *natijasida A idishda 1 litr suv qolsin;*

b) *A* idishda 1 litr suv qolishi kerak bo'lsa, bu algoritm yana qanday hajmdagi idishlar uchun yaraydi?

d) shunday algoritm tuzingki, uni bajarish natijasida *B* idishda 1 litr suv qolsin.

S-2.5. 9 litrli va 2 litrli idishlari bor suvchi uchun 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'ladigan algoritm tuzing.

S-2.6. 5 litrli va 3 litrli idishlari bor suvchi uchun 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'ladigan algoritm tuzing. Algoritmning eng qisqa bo'lishiga harakat qiling.

S-2.7. 7 litrli va 5 litrli idishlari bor suvchi uchun 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'ladigan algoritm tuzing. Algoritmning eng qisqa bo'lishiga harakat qiling.

S-2.8. 6 litrli va 4 litrli idishlari bor suvchi uchun 1 litr suvni o'lchab olishi mumkinmi? Javobingizni izohlab bering.

S-2.9. Suvchi 2 litrli *A* idish oldi. Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'lishi uchun *B* idishning hajmi qanday bo'lishi kerak? Bu hajmning barcha qiymatlarini qanday yozib ko'rsatish mumkin? Javobingizni izohlab bering.

S-2.10. Suvchi 4 litrli *A* idish oldi. Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'lishi uchun *B* idishning hajmi qanday bo'lishi kerak? Bu hajmning barcha qiymatlarini qanday yozib ko'rsatish mumkin? Javobingizni izohlab bering.

S-11. Suvchi 3 litrli *A* idish oldi. Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'lishi uchun *B* idishning hajmi qanday bo'lishi kerak? Bu hajmning barcha qiymatlarini qanday yozib ko'rsatish mumkin? Javobingizni izohlab bering.

S-12. A idishning hajmi 6 litr, *B* idishning hajmi 9 litr. Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkinmi?

S-13. Suvchi 6 litrli *A* idish oldi. Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'lishi uchun *B* idishning hajmi qanday bo'lishi kerak? Bu hajmning barcha qiymatlarini qanday yozib ko'rsatish mumkin? Javobingizni izohlab bering.

S-14. «*A* va *B* idishlar yordamida Suvchi 1 litr suvni o'lchab olishi mumkin bo'lishi uchun ularning hajmlari o'zaro tub (1 dan farqli umumiy bo'luvchiga ega emas) bo'lishi kerak» xulosaning to'g'riligini tekshiring.

S-15. *A* idishning hajmi 16 litr, *B* idishning hajmi 5 litr. Quyidagilarni qanday o'lchab olish mumkin:

a) 9 litr;

b) 8 litr?

S-16. Suvchida 3 ta hajmi 6 litrli, 12 litrli va 15 litrli idishlar bor. Ularda quyidagilarni o'lchab olish mumkinmi:

a) 1 litr;

b) 2 litr;

d) 3 litr?

S-17. Suvchida 3 ta hajmi 6 litrli, 10 litrli va 15 litrli idishlar bor. U quyidagilarni o'lchab olish mumkinmi:

a) 1 litr;

b) 7 litr?

Agar mumkin bo'lsa, mos algoritmlarni yozing.

S-18. Suvchida 4 litr sut solingan 6 litrli *A* idish, 1 litrli bo'sh *B* idish va 4 litr suv solingan 6 litrli *C* idish bor. Suvchi quyidagi algoritmni bajardi:

A dan B ga quy
B dan C ga quy
C dan B ga quy
B dan A ga quy

U bu ishlarni shunday tezlikda bajardiki, hech kim sezmay qoldi: ikkinchi ko'rsatmadan keyin sut suvga bir xil aralashdimi? Nima ko'p — sut suvdami yoki suv sutdami? Javobingizni izohlab bering.

Oshiruvchi uchun

O-2.1. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 1 yonib turgandi. Oshiruvchi quyidagi algoritmni bajardi:

2 ga ko'paytir
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir

a) Oshiruvchi bu algoritmni bajarganidan keyin ekranda qanday son yonib turadi?

b) Oshiruvchi nechta ko'rsatma bajardi?

O-2.2. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 5 yonib turgandi. Oshiruvchi quyidagi algoritmni bajardi:

2 ga ko'paytir
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir

Oshiruvchi bu algoritmni bajarganidan keyin ekranda qanday son yonib turadi? Oshiruvchi har bir ko'rsatmani bajarganidan keyin ekranda qanday son yonib turadi?

O-2.3. Oshiruvchi faqat **1 ni qo'sh** ko'rsatmasini bajarib, 0 sonidan 13 sonini hosil qildi. Oshiruvchi nechta ko'rsatma bajargan?

O-2.4. Oshiruvchi faqat **1 ni qo'sh** ko'rsatmasini bajarib, 27 sonidan 293 sonini hosil qildi. Oshiruvchi nechta ko'rsatma bajargan?

O-2.5. Oshiruvchi 33 sonidan 19 sonini hosil qilishi mumkinmi?

O-2.6. Oshiruvchi har qanday sondan undan katta ixtiyoriy qanday sonni hosil qilishi mumkinligini isbotlang.

O-2.7. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 1 yonib turgandi. Oshiruvchi faqat **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini 10 marta bajardi. Har bir ko'rsatmadan keyingi Oshiruvchi ekranidagi holatni yozib chiqing. Algoritm ishi bajarilgandan keyin ekranda qanday son yonib turadi?

O-2.8. Oshiruvchi faqat **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini bajarib, 2 sonidan 512 sonini hosil qildi. Oshiruvchi nechta ko'rsatma bajargan?

O-2.9. Oshiruvchi faqat **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini bajarib, 12 sonidan 192 sonini hosil qildi. Oshiruvchi nechta ko'rsatma bajargan?

O-2.10. Oshiruvchi faqat **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini bajarib, 15 sonidan 280 sonini hosil qilishi mumkinmi?

O-2.11. 1 sonidan 8 sonini hosil qilish uchun Ravshan quyidagi algoritmni yozdi:

2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir

Shu natijani beruvchi eng qisqa algoritmni yozing.

O-2.12. 1 sonidan 12 sonini hosil qilish uchun quyidagi algoritmni yozishdi:

2 ga ko'paytir
2 ga ko'paytir
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh

Shu natijani beruvchi eng qisqa algoritmni yozing. Algoritmingizda eng oxirgi ko'rsatma qanday?

O-2.13. 5 sonidan 105 sonini hosil qilish uchun Odil quyidagi algoritmni yozdi:

2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh

Odilning algoritmi shu natijani beruvchi eng qisqa algoritmmi? Agar yo'q bo'lsa, u holda shu natijani beruvchi eng qisqa algoritmni yozing. Algoritmingizda eng oxirgi ko'rsatma qanday?

O-2.14. Ekranda 8 yonib turgandi. 18 sonini 8 dan quyidagi 3 ta ko'rsatma hosil qiladi:

2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh

Lekin bundan ham tez hosil qilish mumkin. Eng qisqa algoritmni yozing.

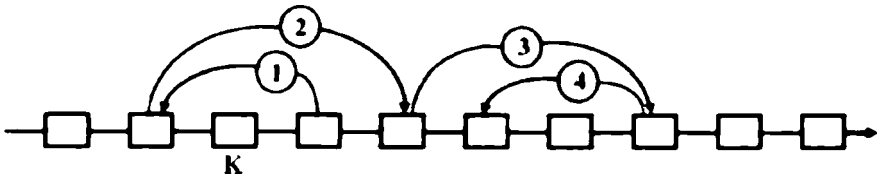
Chigirtka uchun (oldinga 3 va orqaga 2 ko'rsatmali hol)

Ch-2.1. Quyidagi algoritmni bajargan Chigirtkaning ko'chishlarini strelka bilan ko'rsating (Chigirtkaning boshlang'ich holati ixtiyoriy):

oldinga 3
orqaga 2

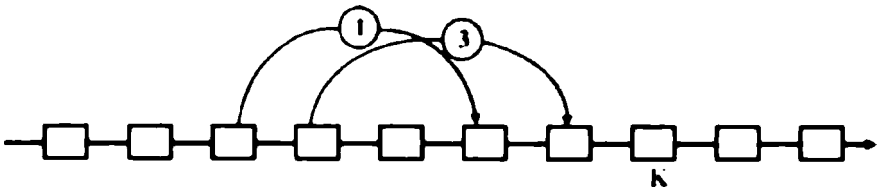
oldinga 3
oldinga 3
orqaga 2
orqaga 2

Ch-2.2. 2.5-rasmda qandaydir algoritmni bajargan Chigirtkaning ko'chishlarini strelka bilan ko'rsatilgan. Shu algoritmni tiklang.



2.5-rasm.

Ch-2.3. Chigirtka bajargan 5 ta ko'rsatmali algoritmning 5-ko'rsatmasi **orqaga 2** edi. 2.6-rasmda strelka bilan 1 va 3-ko'rsatmalarni qanday bajargani va algoritm bajarilgandan keyin qayerga borgani ko'rsatilgan.

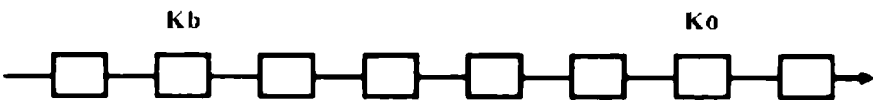


2.6-rasm.

Shu algoritmni tiklang.

Ch-2.4. Chigirtka quyidagi algoritmni bajardi:

oldinga 3
orqaga 2
...
orqaga 2
oldinga 3

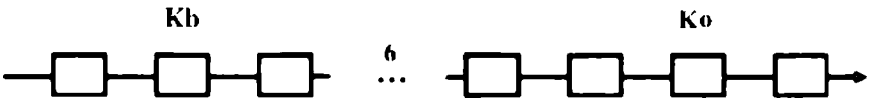


2.7-rasm.

2.7-rasmda strelka bilan Chigirtka algoritm ko'rsatmalarini qanday bajargani ko'rsatilgan edi, strelkalar tasodifan o'chib ketdi. Aksiga olib, 3-ko'rsatma ham o'chib ketdi. Chigirtkaning boshlang'ich holati rasmda *Kb* bilan oxirgi holati *Ko* bilan ko'rsatilgan. Qaysi ko'rsatma o'chib ketgan?

Ch-2.5. Chigirtka bajargan quyidagi algoritmdan ikkita ko'rsatma o'chib ketdi:

oldinga 3
...
...
orqaga 2
oldinga 3



2.8-rasm.

2.8-rasmda Chigirtkaning boshlang'ich holati *Kb* bilan oxirgi holati *Ko* bilan ko'rsatilgan. Shu ko'rsatmalarni tiklang.

Ch-2.6. Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan 4 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi 3 ta ko'rsatmadan iborat algoritm tuzing.

Ch-2.7. Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan -1 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi 3 ta ko'rsatmadan iborat algoritm tuzing.

Ch-2.8. Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan -3 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi 4 ta ko'rsatmadan iborat algoritm tuzing.

Ch-2.9. Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan 7 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi 4 ta ko'rsatmadan iborat algoritm tuzing.

Ch-2.10. Har biri Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan -1 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi uchta ko'rsatmadan iborat uchta turli algoritm tuzing.

Ch-2.11. Har biri Chigirtkani 0 tartib raqamli kvadratdan 4 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi uchta ko'rsatmadan iborat uchta turli algoritm tuzing.

Ch-2.12. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratdan 7 tartib raqamli kvadratga to'rtta sakrashda o'tdi.

a) Bu ishni necha xil algoritm yordamida bajarish mumkin?

b) Bu algoritmlardan nechtasini bajarish jarayonida Chigirtka manfiy tartib raqamli kvadratga tushmaydi?

Ch-2.13. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratdan chiqib, quyidagi algoritmni bajardi:

orqaga 2
oldinga 3
oldinga 3
oldinga 3
orqaga 2
orqaga 2
orqaga 2

Chigirtka bo'lib o'tgan kvadratlarning tartib raqamlarini yozib chiqing.

Ch-2.14. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratdan chiqib, qandaydir algoritmni bajarib 0; 3; 1; 4; 2; 0; -2 tartib raqamli kvadratlarda bo'ldi.

a) Agar Chigirtkaning boshlang'ich joyi 5 tartib raqamli kvadratda bo'lsa, xuddi shu algoritmni bajarganda qaysi kvadratlarda bo'lishini yozib chiqing.

b) Algoritmni to'liq tiklang.

Ch-2.15. Qandaydir algoritmni bajargan Chigirtka -2 tartib raqamli kvadratdan 6 tartib raqamli kvadratga o'tdi. Agar chigirtkaning boshlang'ich joyi 1 tartib raqamli kvadratda bo'lsa, xuddi shu algoritmni bajarganda qaysi kvadratga o'tadi?

Ch-2.16. Chigirtka algoritmning 5 ta ko'rsatmasini bajarib, yana harakatini boshlagan holatiga qaytib keldi.

a) Shunday ish bajaradigan algoritm tuzing;

b) Shu ishni bajaradigan nechta algoritm bor?

Ch-2.17. Chigirtka algoritm ko'rsatmalarini bajarib, yana harakatini boshlagan holatiga qaytib keldi. Algoritmdagi **orqaga 2** ko'rsatmasi **oldinga 3** ko'rsatmasidan 10 marta ko'p ekan. Algoritmda nechta ko'rsatma bo'lgan?

Ch-2.18. Chigirtka **orqaga 2** ko'rsatmasi **oldinga 3** ko'rsatmasidan 13 marta ko'p bo'lgan algoritmni bajardi. Chigirtka nechta kvadratga surildi va qaysi yo'nalishda?

Ch-2.19. Chigirtka qandaydir algoritmni bajarib, harakatini boshlagan holatidan 3 ta kvadrat chapga surilib qoldi. Algoritmda hammasi bo'lib 13 ta ko'rsatma bor. Shunday bo'lishi mumkinmi?

Ch-2.20. Chigirtka qandaydir algoritmni bajarib, harakatini boshlagan holatidan 6 ta kvadrat o'ngga surilib qoldi. Algoritmda hammasi bo'lib 17 ta ko'rsatma bor. Algoritmda nechta **orqaga 2** ko'rsatmasi **oldinga 3** ko'rsatmasi bor?

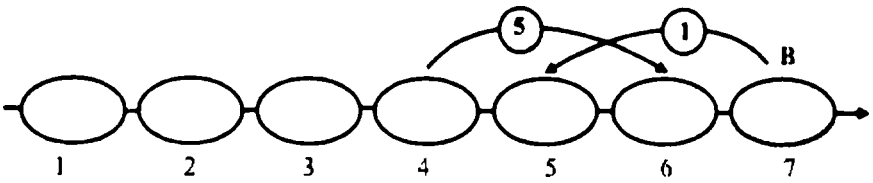
Baqa uchun

B-2.21. Quyidagi algoritmni bajargan Baqani ko'chishlarini strelka bilan ko'rsating (Baqaning boshlang'ich holati ixtiyoriy):

oldinga 2
orqaga 1
oldinga 2
oldinga 2
orqaga 1

B-2.22. Baqa bajargan 5 ta ko'rsatmali algoritmning 3-ko'rsatmasi **orqaga 1** edi. 2.9-rasmda strelka bilan 1- va 5-ko'rsatmalarni qanday bajargani va algoritm bajarilgandan keyin qayerga borgani ko'rsatilgan.

Shu algoritmni tiklang.



2.9-rasm.

B-2.23. Baqani 3 tartib raqamli bargdan avval 6, keyin 4 tartib raqamli bargga o'tkazuvchi 3 ta ko'rsatmadan iborat algoritm tuzing.

B-2.23. Baqani 1 tartib raqamli bargdan 7 tartib raqamli o'tkazuvchi uchta ko'rsatmadan iborat uchta turli algoritm tuzing.

B-2.23. Har biri Baqani 3 tartib raqamli bargdan 7 tartib raqamli bargga o'tkazuvchi 3 ta ko'rsatmadan oshmaydigan uchta algoritm tuzing.

B-2.24. Baqa 1 tartib raqamli bargdan 7 tartib raqamli bargga to'rtta sakrashda o'tdi. Bu ishni necha xil algoritm yordamida bajarish mumkin?

B-2.25. Baqa 1 tartib raqamli bargdan chiqib va qandaydir algoritmni bajarib 3; 2; 4; 5; 7; 6; 8 tartib raqamli barglarda bo'ldi.

a) Algoritmni to'liq tiklang.

b) Agar Baqaning boshlang'ich joyi 5 tartib raqamli bargda bo'lsa, xuddi shu algoritmni bajarganda qaysi tartib raqamli barglarda bo'lishini yozib chiqing.

B-2.26. Baqa algoritm ko'rsatmalarini bajarib harakatini boshlagan holatidan bitta chapdagi bargga qaytib keldi. Baqa 25 tartib raqamli bargda bo'lgani ma'lum bo'lsa, eng kam qadamli algoritmni tiklang.

B-2.27. Baqa bitta **oldinga 1** ko'rsatmasi bor, **orqaga 2** ko'rsatmasi oldinga 2 ko'rsatmasidan 3 marta ko'p bo'lgan algoritmni bajardi. Agar INKOR holati yuz bermagan bo'lsa, Baqa nechta bargga surildi va qaysi yo'nalishda?

Biz Ijrochini ba'zi yangi ko'rsatmalarga qanday o'rgatishni ko'rsatamiz. Yangi ko'rsatmalarni esa eskilaridan tuzamiz.

Algoritmik tafakkurning asosiy qismlaridan biri – **yozish** san'atidir. Bu so'z orqali biz ko'rsatmalarning murakkab tizimini sodda va tushunarli ko'rinishda yozish san'atini tushunamiz. Yozishni soddalashtirish uchun turli tuzilmalar xizmat qiladi. Bunday tuzilmalar juda ko'p algoritmlash tillariga xosdir. Ular quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- eski ko'rsatmalar asosida yangilarini hosil qilish;
- ba'zi ko'rsatmalarni bir necha marta takrorlash;
- ba'zi shartlarni tekshirish va tekshirish natijasiga asosan ish ko'rish.

Endi bu ro'yxatni birinchi elementi bilan tanishamiz.

Har qanday algoritmni yangi ko'rsatmaga aylantirish mumkin. Buning uchun unga oddiy narsa – **nom**ni qo'shib qo'yish yetarli. Haqiqatan, agar biz ko'rsatmani bajarmoqchi bo'lsak, u holda uni qandaydir usulda chaqirishimiz, ya'ni unga nomi bo'yicha murojaat qilishimiz kerak. Yangi ko'rsatmalarni eski ko'rsatmalardan farqlash uchun ularni **protseduralar** deb ataymiz. Demak,

protsedura = nomlangan algoritm

Qo'llanmada protsedurani nomlash uchun quyidagi kelishuvdan foydalanamiz:

PROT <yangi ko'rsatma protsedura nomi>
BOSHLANISH
    <protsedura vazifasini aniqlovchi algoritm>
TAMOM

Bu sxemani bir necha misollarda namoyish etamiz.

1. Biz bo'ri, echki va karamni daryodan o'tkazish algoritmini yozib qo'yganmiz. Bu algoritm uchun nom o'ylab topamiz,

masalan, **o'tkaz bek** (bek – bu bo'ri, echki, karam). Endi protsedurani yozish qiyin emas:

```
PROT o'tkaz bek
BOSHLANISH
    echkini o'tkaz
    suzib o't
    bo'rini o'tkaz
    echkini o'tkaz
    karamni o'tkaz
    suzib o't
    echkini o'tkaz
TAMOM
```

Bu ish bajarilgandan keyin biz faqat **o'tkaz bek** ko'rsatmasini bajarsak bo'ldi, bu esa **BOSHLANISH** va **TAMOM** so'zlari orasida yozilgan barcha yettita sodda ko'rsatmaning bajarilishiga olib keladi.

3.1-mashq

Quyidagi algoritm bajarildi:

```
o'tkaz bek
o'tkaz bek
o'tkaz bek
```

Bu yerda qanday hodisa yuz berdi?

Javob. Dehqon bo'ri, echki va karamni daryoning chap qirg'og'idan o'ng qirg'og'iga olib o'tdi. Shundan keyin darrov ularni daryoning o'ng qirg'og'idan chap qirg'og'iga olib o'tdi. Dehqon bu ishni tugatib, yana ularni daryoning chap qirg'og'idan o'ng qirg'og'iga olib o'tdi.

2. Ikkita sodda ko'rsatmali Chigirtkani qaraymiz. Soddalik va aniqlik uchun Chigirtkani ko'rsatmalari **oldinga** n va **orqaga** m bo'lganda **Chigirtka(n;m)** deb belgilab olamiz.

Quyidagicha ko'rsatmali Chigirtkani qaraymiz:

```
oldinga 7
orqaga 5
```

ya'ni, Chigirtka(7;5) ni qaraymiz. Uning uchun yangi **bir qadam oldinga** ko'rsatmasini quramiz:

```
PROT bir qadam oldinga
BOSHLANISH
    oldinga 7
    oldinga 7
```

oldinga 7
orqaga 5
orqaga 5
orqaga 5
orqaga 5
TAMOM

Tekshirib ko'rishingiz mumkin, barchasi to'g'ri!

Bu yangi ko'rsatma asosida 0 nuqtadan -3 nuqtaga o'tish juda oson:

bir qadam oldinga
bir qadam oldinga
bir qadam oldinga

Yoki 0 nuqtadan 10 nuqtaga:

oldinga 7
bir qadam oldinga
bir qadam oldinga
bir qadam oldinga

Ko'rib turganingizdek, algoritmda protsedurani Ijrochining oddiy ko'rsatmasi sifatida chaqirish mumkin ekan.

Protsedura boshqa protsedura hosil qilish uchun ham ishlatilishi mumkin:

PROT oldinga 16
BOSHLANISH
oldinga 7
bir qadam oldinga
oldinga 7
bir qadam oldinga
TAMOM

Yangi **oldinga 16** nomli protseduradan boshqa protsedura va ko'rsatmalar kabi foydalanish mumkin.

Sintaksis qoidalari:

- **PROT, BOSHLANISH** va **TAMOM** so'zlari bosh harflarda yoziladi.
- Bu so'zlar turli qatorda qat'iy kelish tartibida yozilishi shart.
- Protsedura nomi **PROT** so'zidan keyin shu qatorda yoziladi.

- Protsedura matni **BOSHLANISH** va **TAMOM** so'zlari orasida ozgina siljitilgan holda yoziladi.
- Protsedura nomida kichik harflar va raqamlar qo'llanilishi mumkin. Bosh harflarni qo'llash mumkin emas.

1-sharh

Sintaksis qoidalari barcha algoritmlash tillarida bor. Ular bir-biridan Pascal, Basic, Logo tillaridagi kabi anchagina farqlanishi mumkin. Biz bu yerda o'z tilimiz qoidalarini yoritmoqdamiz.

2-sharh

Protsedurani yoza turib unga nom o'ylab topamiz. Nomni tanlashda biz erkinmiz. Bu erkinlikdan Aql bilan foydalanish maqsadga muvofiq.

Mana, masalan, Chigirtka protsedurasini ***bir qadam oldinga*** *deb nomladik. Uni anjir yoki bo'lmasa, t21mal543 deb nomlashimiz mumkin edi. Sintaksis qoidalari buni ta'qiqlamaydi, lekin tasavvur qilingki, bir necha oy o'tib siz t21mal543 ko'rsatmasiga duch keldingiz.*

Bu ko'rsatma nima ish qilishini tushunishingiz uchun qancha vaqtingiz ketadi? Siz tuzgan bu ko'rsatmani boshqa odam ko'rayotgan bo'lsa-chi? Shuning uchun quyidagi maslahatga amal qiling: protseduraga siz berayotgan nom protseduraning maqsadini qisqacha aks ettirsin.

3.1-masala

a) Chigirtka (7;5) ni bir birlik chapga suruvchi **bir qadam orqaga** nomli protsedura tuzing. Uni ishlashi to'g'riligini tekshiring.

b) 0 nuqtadan 6 nuqtaga o'tkazadigan algoritm tuzing.

d) Quyidagi algoritm ishlashi natijasini aniqlang:

bir qadam oldinga
bir qadam orqaga

3. Uchta *A*, *B*, *C* idishli Suvchini **Suvchi(*A*; *B*; *C*)** kabi belgilab olamiz. Sunday masalani qaraymiz: Suvchi *A* va *B* idishlar yordamida *C* idishda *k* litr suvni yig'ish algoritmini tuzing.

Albatta, bu masalada *k* ning qiymati *C* idishning hajmidan oshib ketmasligi shart.

Xayolga birinchi shunday g'oya keladi: Suvchi *A* va *B* idishlar yordamida 1 litr suvni (agar mumkin bo'lsa) o'lchab oladi va *C*

idishga soladi. Bu ishni k marta takrorlaydi. Yomon emas, agar 1 litr suvni o'lchab olish algoritmini yangi ko'rsatma – protsedura ko'rinishida yozilsa.

3.2-masala

Suvchi(5;8;16) uchun uchinchi idishda 14 litr suvni yig'ish algoritmini tuzing.

Yechim. Avvalgi bobda 5 litrli va 8 litrli idishlar yordamida 4 litrni o'lchab olish algoritmini yozgan edik. Shu algoritmga mos jadvalini e'tiborga olib va yechimidan foydalanib quyidagi protsedurani tashkil etishimiz mumkin:

PROT 7 litr
BOSHLANISH
A ni to'ldir
A dan B ga quy
A ni to'ldir
A dan B ga quy
B ni bo'shat
A dan C ga quy
A ni to'ldir
A dan C ga quy
TAMOM

Endi asosiy algoritm mos ravishda quyidagicha bo'ladi:

7 litr
7 litr

3.3-mashq

Suvchi (5;8;16) uchun uchinchi idishda 14 litr suvni yig'ishning yuqoridagidan farqli algoritmini tuzing.

3.3-masala

Suvchi (5; 8; 16) uchun uchinchi idishda 9 litr suvni yig'ish algoritmini tuzing.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Protsedura nima?*
2. *Protsedura tuzayotganda qaysi so'zlarning bo'lishi shart?*
3. *Protseduralarni tuzish sintaksis qoidalarini sanab bering.*
4. *Ijrochi nima uchun protsedurani bajara oladi?*
5. *Oshiruvchi uchun **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini almashtiruvchi protsedura tuzing.*

Qo'shimcha masalalar

Oshiruvchi uchun

O-3.1. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 0 yonib turgandi. Oshiruvchi 32 sonini hosil qilishi asosiy algoritm 2 ta satrdan iborat bo'ladigan **osh16** nomli protsedura tuzing.

O-3.2. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 0 yonib turgandi. Oshiruvchi uchun avvalgi masalada tuzilgan osh16 nomli protsedura yordamida 64 sonini hosil qilish protsedurasini tuzing. osh16 nomli prorsedura yordamida qanday sonlarni hosil qilish mumkin?

O-3.3. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 0 yonib turgandi. Oshiruvchi uchun quyidagi protsedura tuzilgan:

```
PROT aa
BOSHLANISH
    1 ni qo'sh
    2 ga ko'paytir
    1 ni qo'sh
TAMOM
```

Asosiy dasturda aa protsedurasi 7 marta yozilgan bo'lsa, ekranda qanday son hosil bo'ladi?

O-3.4. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 5 yonib turgandi. Oshiruvchi uchun quyidagi protsedura tuzilgan:

```
PROT aa
BOSHLANISH
    1 ni qo'sh
    2 ga ko'paytir
    1 ni qo'sh
TAMOM
```

Asosiy dasturda **aa** protsedurasi 3 marta yozilgan bo'lsa, ekranda qanday son hosil bo'ladi?

O-3.5. Oshiruvchi ish boshlashidan avval ekranda 0 yonib turgandi. Oshiruvchi **1 ni qo'sh** va **2 ga ko'paytir** ko'rsatmalarini 3 martadan bajargan. Bu ko'rsatmalarni shunday tartibda yozingki, eng katta son hosil bo'lsin.

a) shu katta sonni hosil qilish uchun asosiy dastur 2 ta satrdan iborat bo'ladigan, 3 ta satrdan iborat prorsedura yozish mumkinmi?

b) agar mumkin bo'lsa, protsedura va asosiy dasturni yozing.

Chigirtka uchun

Ch-3.1. Chigirtka (4;3) ni 1 qadam orqaga siljituvchi protsedura tuzing.

Ch-3.2. Chigirtka (4;3) ni 2 qadam orqaga siljituvchi protsedura tuzing.

Ch-3.3. Chigirtka (4;3) ni 1 qadam oldinga siljituvchi protsedura tuzing.

Ch-3.4. Chigirtka (4;3) ni 2 qadam oldinga siljituvchi protsedura tuzing.

Ch-3.5. Chigirtka (7;4) ni 0 tartib raqamli kvadratdan -15 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi asosiy algoritm 3 ta satrdan iborat bo'ladigan protsedura tuzing.

Ch-3.6. Chigirtka (2;5) ni 0 tartib raqamli kvadratdan -17 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi asosiy algoritm 3 ta satrdan iborat bo'ladigan protsedura tuzing.

Ch-3.7. Chigirtka (7;5) ni -3 tartib raqamli kvadratdan 15 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi asosiy algoritm 2 ta satrdan iborat bo'ladigan protsedura tuzing.

Ch-3.8. Chigirtka (7;5) ni -1 tartib raqamli kvadratdan 15 tartib raqamli kvadratga o'tkazuvchi asosiy algoritm 2 ta satrdan iborat bo'ladigan protsedura tuzing.

Ch-3.9. Chigirtka (3;2) tartib raqami 0 kvadratda turgan edi. U ikki marta bajargan quyidagi protseduradan ikkita ko'rsatma o'chib ketdi:

```
PROT aar
BOSHLANISH
    oldinga 3
    ...
    ...
    orqaga 2
    oldinga 3
TAMOM
```

Agar u 15 tartib raqamli kvadratga o'tgan bo'lsa, o'chib ketgan ko'rsatmalarni yozing.

Avvalgi boblarda biz chiziqli algoritmlar bilan ish ko'rdik, ya'ni algoritmda barcha ko'rsatmalar Ijrochi tomonidan kelish tartibida bajarib boriladi. Chiziqli algoritmlarda Ijrochi bir amalni necha marta bajarishi kerak bo'lsa, shuncha marta ko'rsatmani yozib chiqishga to'g'ri keldi. Endi tasavvur qiling, Ijrochi biror amalni yuz marta bajarishi kerak bo'lsa-chi. Algoritmda 100 marta bitta ko'rsatmani takroriy yozib chiqish qanchalik zerikarli va vaqtni oladigan ish. Bu bobda shu zerikarli va vaqtni oladigan ish muammosi hal etiladi.

Askarlar va qayiq

Daryo qirg'og'iga 60 ta askar kelishdi. Ular daryoning narigi qirg'og'iga o'tishlari kerak. Qirg'oq yaqinida ikkita bola qayiqda suzib yuribdi. Qayiq shunchalik kichkinaki yoki faqat ikkita bolani, yoki faqat bitta askarni ko'tarishi mumkin. Qanday qilib askarlar daryodan o'tib olishadi va qayiqni bolalarga qaytarib berishadi?

Ko'rinib turibdiki, bolalarning yordamisiz askarlar hech narsa qila olishmaydi: daryodan qayiqda o'tib olgan askar qayiqni keyingi askar uchun qaytib o'tishiga to'g'ri keladi.

Barcha ko'rsatmalarni yozib chiqamiz, buning uchun kim qayiqda suzib o'tayotganini ko'rsatish kifoya. Demak, bizda faqat uchta ko'rsatma bor:

askar
bola
ikkita bola

Masalani soddalashtirish uchun 59 ta askarni unutib, masalani faqat bitta askar uchun yechamiz. Yana esda tutish kerakki, bolalar qayiqni qaytarib olishlari shart! Bu ish ham vijdonan ham zaruriydir, chunki keyingi askar ham daryodan o'tib olishi kerak.

Yechim quyidagicha:

ikkita bola
bola
askar
bola

To'g'riligiga ishonch hosil qilmoqchimisiz? Yaxshi, avvalgi bobdagi kabi yordamchi jadval tuzamiz:

Ko'rsatma	Chap qirg'oq	O'ng qirg'oq
	ikkita bola, askar, qayiq	
ikkita bola	askar	ikkita bola, qayiq
bola	bola, askar, qayiq	bola
askar	bola	bola, askar, qayiq
bola	ikkita bola, qayiq	askar

Endi bitta askar uchun yechim topilgach, bizning asosiy masalamiz uchun yechim topish qiyin emas – xuddi shu ko'rsatmalar ketma-ketligini yana 59 marta takrorlash kifoya. Yozishni hozirdan boshlayverishingiz mumkin, bir soat, balki ishni tugatishingiz uchun yetib qolar. Ishni tugatib bo'lganingizdan so'ng (agar daftaringizda bo'sh joy qolgan bo'lsa), shu masala yechimini 600 ta askar uchun yozing. Albatta, bu hazil!

Yangi tuzilma

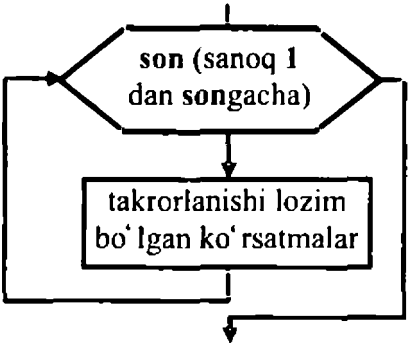
Kompyuterlarning afzallik tomonlaridan biri shundan iboratki, ular millionlab va milliardlab hisoblash amallarini juda qisqa vaqt ichida bajarishi, xususan, birgina amallar ketma-ketligini millionlab marta takrorlashi mumkin. Agar dasturchi birgina amallar ketma-ketligini dasturda millionlab marta takroriy yozishga majbur bo'lsa, bu juda dahshat bo'lardi.

Haqiqatda esa barcha dasturlash tillarida qaysidir ko'rsatmalar ketma-ketligi bir necha marta bajarilishini ko'rsatishga imkon berivchi vositalar bor. Biz o'zimiz uchun buni yangitdan kashf etamiz, shuning uchun yangi tuzilma kiritamiz:

TAKRORLANSIN <son> MARTA
<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM

Undagi <son> o'rniga biror-bir aniq son kiritamiz, masalan, 30 yoki 77 yoki 189. Tuzilmaning mazmuni shundan iboratki, **TAKRORLANSIN 30 MARTA** va **TAMOM** so'zlari orasiga yozilgan barcha ko'rsatmalar sanoq 1 dan boshlab to 30 bo'lguncha takrorlanishi shart. Mana shunday! Bu tuzilmada ko'rsatmalar bittadan ortiq takroriy bajarilmoqda, bu kabi tuzilmalar **sikl** deb ataladi.

Buni qarangki, blok-sxemada bu tuzilma ham ko'zda tutilgan ekan:



4.1-rasm.

Endi 60 ta askar haqidagi masalaning yechimini yozish uchun avvalgisiga qaraganda ancha kam vaqt va qog'oz kerak bo'ladi:

TAKRORLANSIN 60 MARTA
ikkita bola
bola
askar
bola
TAMOM

4.1-mashq

Bu algoritmni blok-sxema ko'rinishida yozing.

Agar biror hazilkash xayoliga sizdan 60 ta emas, 600 ta askar uchun algoritm yozib berishni so'rash kelib qolsa, endi sizni qo'rqita olmaydi. Siz faqat **TAKRORLANSIN 60 MARTA** satrini **TAKRORLANSIN 600 MARTA** satriga almashtirasiz, xolos, tamom vassalom!

TAKRORLANSIN tuzilmasi oxirida **TAMOM** so'zi nima uchun kerak?

Quyidagi tuzilmaga e'tibor beramiz.

TAKRORLANSIN <son> MARTA
<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM

Sizga oxirgi satrda yozilgan **TAMOM** so'zining keragi yo'qdek tuyulishi mumkin. Lekin bunday emas. Murakkab algoritmlarda ba'zi ko'rsatmalar ketma-ketligini takrorlash kerak bo'ladi, boshqalarini esa yo'q. Ularni qanday farqlash mumkin?

Mana, masalan, bizning ro'yxatda yuqorida keltirilgan uch ko'rsatmaga qo'shimcha ravishda to'rtinchi ko'rsatma ham bo'lsin:

g'alaba raqsi

Qiyin ishlari tugagandan so'ng bolalar g'alaba raqsiga tushgilari kelib qolishi mumkin. Keling, oddiygina qilib yozib qo'ya qolamiz:

TAKRORLANSIN 60 MARTA
ikkita bola
bola
askar
bola
g'alaba raqsi

Endi tushunib bo'lmay qoldi, bolalar necha marta raqsga tushishlari kerak — 1 martami yoki 60 marta (ya'ni har qayiqni qaytarib olishganidan keyin).

Agar boshqacha yozsak-chi:

TAKRORLANSIN 60 MARTA
ikkita bola
bola
askar
bola
TAMOM
g'alaba raqsi

Bu holda hamma narsa joyiga tushdi. **TAKRORLANSIN 60 MARTA** va **TAMOM** so'zlari orasiga yozilgan barcha ko'rsatmalar 60 marta takrorlanadi, boshqalari esa yo'q, ya'ni **g'alaba raqsi** ko'rsatmasi faqat bir marta bajariladi.

Sintaksis qoidalari:

- **TAMOM** so'zini **TAKRORLANSIN** so'zidan pastda uning to'g'risidan yoziladi, ular orasidagi boshqa ko'rsatmalar

esa o'ngroqqa siljitib yoziladi. Bu esa faqat yozilgan algoritmni o'qish oson bo'lishi uchunginadir.

- **TAKRORLANSIN, MARTA** va **TAMOM** so'zlari bosh harflarda, boshqa barcha ko'rsatmalar kichik harflarda yoziladi.

Yangi tuzilmani qo'llash: Chigirtka

Kiritilgan tuzilma yordamida juda ko'p masalalar yechimini o'ta sodda ko'rinishda yozishimiz mumkin. Ikkita ko'rsatmali Chigirtkadan boshlaymiz (II bobga qarang):

oldinga 3
orqaga 2

4.1-masala

Chigirtka 0 nuqtadan 360 nuqtaga olib boradigan algoritm tuzing.

Javob:

TAKRORLANSIN 120 MARTA
oldinga 3
TAMOM

Keyingi masala bir oz qiyinroq.

4.2-masala

Chigirtka 0 nuqtada turibdi. Uni 1 dan 100 gacha bo'lgan nuqtalarda bir martadan bo'lishga majbur qiling.

Yo'llanma. Shu kabi masala avval uchragandi — u Chigirtka 1 dan 5 gacha bo'lgan nuqtalarda bir martadan bo'lishi kerak edi. Masala quyidagicha yechilardi:

oldinga 3
orqaga 2
oldinga 3
orqaga 2
oldinga 3

Bu algoritmning bajarilishi natijasida Chigirtkamiz 5 nuqtada keldi va u 0 dan 5 gacha bo'lgan kesmadan chiqib ketmadi. Agar shu ko'rsatmalar ketma-ketligini yana takrorlasak, Chigirtka 6, 7, 8, 9 va 10 nuqtalarda faqat bir martadan bo'ladi (tekshirib ko'ring) va 10 nuqtaga kelib to'xtaydi. Endi yechim o'z-o'zidan ma'lum.

Yechim. Birinchi algoritmimizni protseduraga aylantiramiz:

PROT beshta o't
BOSHLANISH
    oldinga 3
    orqaga 2
    oldinga 3
    orqaga 2
    oldinga 3
TAMOM

U holda asosiy algoritm juda sodda ko'rinishga keladi:

TAKRORLANSIN 20 MARTA
    beshta o't
TAMOM

Endi 2.9-masalaga qaytamiz. U ikkita ko'rsatmali Chigirtka haqida edi:

oldinga 7
orqaga 5

Chigirtka to'g'ri chiziqning ixtiyoriy nuqtasiga bora oladimi? Javob: ha.

Bunga ishonch hosil qilish uchun III bobdagi **bir qadam oldinga** protsedurasini esga olamiz. Bu protsedurani necha marta xohlasak, shuncha marta ketma-ket takrorlab 2, 3, 4, ... nuqtalarga bora olamiz.

Shuning uchun, agar, masalan, 72 nuqtaga borishimiz kerak bo'lsa, biz quyidagicha algoritmni yozamiz:

TAKRORLANSIN 72 MARTA
    bir qadam oldinga
TAMOM

Bu algoritmning e'tiborli tomoni shundaki, u shu kabi har qanday masalani yechishning umumiy usulini beradi. Agar, masalan, 72 nuqtasi o'rniga 216 kerak bo'lsa, u holda algoritmdagi 72 o'rniga 216 yozamiz, shu bilan masala hal. Bunday algoritmlarni **umumiy** deb atashadi. Bu algoritmning kamchiligi ham bor — u juda ko'p marta sakrashni talab etadi.

Bu algoritmni Chigirtkani 72 nuqtaga o'tkazuvchi quyidagi algoritm bilan taqqoslab ko'ring:

TAKRORLANSIN 11 MARTA
    oldinga 7
TAMOM
orqaga 5

4.2-mashq

Ikkala algoritmdagi sakrashlar sonini hisoblang va taqqoslang.

4.3-masala

Chigirtkani 216 nuqtasiga o'tkazuvchi sakrashlar sonini eng kam bo'lishini ta'minlovchi algoritm tuzing.

Yangi tuzilmani qo'llash: Oshiruvchi

Avvalo II bobdagi bizga ma'lum bo'lgan ikkita algoritmni boshqacha yozib olamiz. Ularning ikkalasi ham 0 sonidan 17 sonini hosil qiladi. Birinchi algoritm:

```
TAKRORLANSIN 17 MARTA
    1 ni qo'sh
TAMOM
```

Ikkinchi algoritm:

```
1 ni qo'sh
TAKRORLANSIN 4 MARTA
    2 ga ko'paytir
TAMOM
1 ni qo'sh
```

Birinchi algoritm juda sodda ko'rinadi. Bunga qo'shimcha u yana umumiy: 17 soni o'rniga ixtiyoriy sonni yozish mumkin va algoritm ishlashi natijasida shu sonni hosil qilamiz. Lekin u samarali emas, chunki natijaga erishish uchun birinchi algoritmga 17 qadam, ikkinchisiga esa faqatgina 6 qadam kerak bo'ladi.

4.3-mashq

0 dan 1024 sonini hosil qiluvchi ikki algoritmni taqqoslaymiz.

```
TAKRORLANSIN 1024 MARTA
    1 ni qo'sh
TAMOM
1 ni qo'sh
TAKRORLANSIN 10 MARTA
    2 ga ko'paytir
TAMOM
```

1. Ikkinchi algoritm ishlashi natijasida 1024 hosil bo'lishini tekshiring.
2. Ikkala algoritmdagi qadamlar sonini hisoblang.

Endi algoritmni o'zingiz bajarishingiz kerak, deb faraz qiling: sizning oldingizda ekranida son aks etadigan avtomatik qurilma hamda 1 va 2 raqamli ikkita tugma bor. 1 tugmasining bosilishi ekrandagi sonni bittaga oshiradi; 2 tugmasining bosilishi ekrandagi sonni 2 ga ko'paytiradi.

Avval ekranda 0 soni bor, siz 1024 sonini hosil qilmoqchisiz. Siz qaysi algoritmni tanlagan bo'lardingiz: birinchisinimi yoki ikkinchisini?

4.4-masala

0 sonidan 729 sonini 30 qadamdan oshirmasdan hosil qiling.

Yangi tuzilmani qo'llash: Baqa

Ijrochi Baqa uchun soddalik va aniqlik maqsadida belgilashlar kiritamiz, ya'ni ko'rsatmalari **oldinga** ***d***, **oldinga** ***k***, **orqaga** ***m*** va **orqaga** ***h*** bo'lganda **Baqa(d; k; m; h)** deb belgilab olamiz. II bobda ko'rilgan Baqa(1; 2; 1; 2) uchun ko'rsatmalar 4 ta edi:

oldinga 1
oldinga 2
orqaga 1
orqaga 2

4.5-masala

Baqa *n* ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb *n* tartib raqamli barg ustiga borish algoritmini tuzing.

Javob: Yechim juda sodda:

TAKRORLANSIN n MARTA
    oldinga 1
TAMOM

4.6-masala

Baqa toq sondagi *n* ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb 2 tartib raqamli barg ustiga borish algoritmini tuzing.

Yechim. Masala shartida Baqaning boshlang'ich nuqtasi va *n* soni toq ekanligi berilgan. Demak, toq tartib raqamli barglar ustida sakrab oxirgi nuqta *n* ga borish uchun **oldinga** 2 ko'rsatmasini kerakli marta qo'llaymiz.

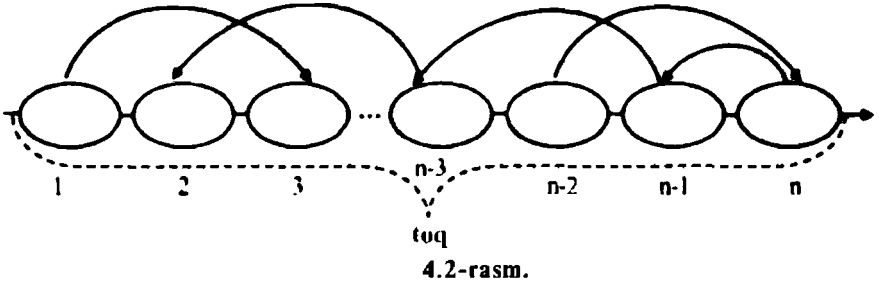
Mayli-ku, lekin necha marta? Bu juda oson: son = $(n-1):2$ marta (n-1 soni juft ekanligini tekshirib ko'ring). Endi algoritmni yozish mumkin:

TAKRORLANSIN son MARTA
oldinga 2
TAMOM

Baqa n tartib raqamli barg ustida ko'p qololmaydi, shuning uchun masalani tezroq hal etishimiz kerak. Baqa endi **orqaga 2** ko'rsatmasini qo'llay olmaydi, chunki u sakrab o'tib ketgach, toq tartib raqamli barglar suv ostida ko'rinmay qoldi. Lekin juft tartib raqamli barglar orasida bitta barg sig'adigan masofa qoladi. Oxirgi n tartib raqamli bargdan (n-1) tartib raqamli barg ustiga o'tish uchun **orqaga 1** ko'rsatmasini qo'llaymiz. Endi Baqa yana ikkitalab sakrashga majbur, ya'ni **orqaga 2** ko'rsatmasini **son-1** marta qo'llaymiz (to'g'riligini tekshirib ko'ring), demak, to'liq algoritm quyidagicha bo'ladi:

TAKRORLANSIN son MARTA
oldinga 2
TAMOM
orqaga 1
TAKRORLANSIN son-1 MARTA
orqaga 2
TAMOM

Baqani bu algoritmni bajarishidagi sakrashlari quyidagi 4.2-rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan.



4.2-rasm.

4.4-mashq

Baqa toq sondagi n ta bargli nilufarning 2 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb 1 tartib raqamli barg ustiga borish algoritmini tuzing.

Yo'llanma. Agar Baqa 2 tartib raqamli bargdan keyin 3 tartib raqamli bargga o'tsa, hech qachon 1 tartib raqamli bargga

qaytolmaydi. Shuning uchun, juft tartib raqamli barglar orqali o'ng tomonga borish lozim.

Xulosa. Baqa ikkita yonma-yon turgan barglarga sakrab, o'ng tomonga o'tgan bo'lsa, u hech qachon bu barglarni chap tomoniga o'ta olmaydi va aksincha, chap tomonga o'tgan bo'lsa, u hech qachon bu barglarni o'ng tomoniga o'ta olmaydi.

4.7-masala

Baqa juft sondagi n ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb, 2 tartib raqamli barg ustiga olib boradigan algoritm tuzing.

Yo'llanma. Avvalgi masalalar yechimidan foydalaning.

4.8-masala

Baqa toq sondagi n ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb, juft songa teng b tartib raqamli barg ustiga olib boradigan algoritmini tuzing.

Yo'llanma. Baqa oldinga 1 ko'rsatmasini qo'llab (b-1) tartib raqamli barg ustiga boradi. Keyin esa 4.6-masala yechimidan foydalaniladi.

4.9-masala

Baqa juft sondagi n ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargiga tushdi. U barcha pashshalarni yeb juft songa teng b tartib raqamli barg ustiga olib boradigan algoritm tuzing.

4.10-masala

Baqa juft sondagi n ta bargli nilufarning juft son bo'lgan a tartib raqamli bargiga tushdi. U a tartib raqamli bargdan chapdagi barcha pashshalarni yeb, a+1 tartib raqamli barg ustiga olib boradigan algoritm tuzing.

4.11-masala

Baqa juft sondagi n ta bargli nilufarning juft son bo'lgan a tartib raqamli bargiga tushdi. U a tartib raqamli bargdan chapdagi barcha pashshalarni yeb juft son bo'lgan b tartib raqamli barg ustiga olib borish algoritmini tuzing.

Endi bizda suhbatlashish uchun 3 ta mavzu bor:

- Nima uchun **TAKRORLANSIN, MARTA** va **TAMOM** so'zlarini bosh harflarda yozamiz?
- Algoritm sifatini qanday tekshirish mumkin: sodda yoki murakkab, samarali yoki yo'q va hokazo?
- Oshiruvchi uchun samarali algoritmlarni qanday yozish mumkin?

Bularni navbati bilan qarab chiqamiz.

Nima uchun bosh harflar

Hozircha kam sondagi ijrochilar bilan tanishdik. Keyingi boblarda ularning soni ko'payadi. Albatta, qo'llanmada uchramaydigan juda ko'p sondagi Ijrochilarni o'ylab topish mumkin.

Har bir Ijrochi uchun o'zining ko'rsatmalar (yoki qoidalar) tizimi bor. Lekin quyidagi takrorlash tuzilmasi

TAKRORLANSIN <son> MARTA
<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM

barchasi uchun bir xil. U qaysi Ijrochi bilan ish ko'rayotganimizga bog'liq emas va hammasiga mos kelaveradi. Tuzilma **universaldir** – har qanday Ijrochi uchun algoritm tuzishga imkon beradi. Bu tuzilma algoritmlashda asosiylaridan biridir.

Yuzlab va minglab Ijrochilar bor. Lekin **TAKRORLANSIN – MARTA** ko'rinishidagi universal tuzilmalar juda kam va bu algoritmlashning asos xossasidir. Asosiy tuzilmalar bor-yo'g'i uchta. Ba'zan qulaylik uchun bir nechta qo'shimcha tuzilmalar qo'llab ham turiladi. Agar siz qo'llanmaning asosiy maqsadi – bu tuzilmalardan foydalanish san'atini o'rgatish deb hisoblasangiz, deyarli xato qilmaysiz. Algoritmik tafakkur va algoritmlashning kaliti – bu universal tuzilmalarni erkin qo'llay bilishdir.

Doimo, universal tuzilmalarni tashqi ko'rinishidan Ijrochilar ko'rsatmasidan farqlash uchun bosh harflar bilan yozamiz.

Samaradorlik va murakkablik

Biz turli algoritmlarning samaradorligini muhokama qilib o'tdik. Algoritmning bajarilish qadami – bu Ijrochi tomonidan bitta ko'rsatmaning bajarilishidir. Bir masalani hal etuvchi ikkita algoritmdan kam qadam talab qilinayotgani samaraliroqdir. Samaradorlik o'lchovi – bu bor-yo'g'i qadamlar sonidir.

Lekin chuqurroq e'tibor berib qarasak, bu ta'rifdagi mujmal tomonlarni aniqlaymiz. Ba'zan avval uchragan algoritmlardagidan ko'ra vaziyat murakkabroq bo'ladi. Hozircha bu masalaga chuqurlashib o'tirmaymiz va chuqurroq bilim to'plamaguncha uning muhokamasini keyinga qoldiramiz. Algoritmlar murakkabligi bilan ham farqlanishi mumkin. Algoritmning murakkabligini uning matnidagi satrlar soni bilan o'lchaymiz.

Shu bilan birga quyidagi ikki satrni bir tuzilmaning ikki qismi bo'lgani uchun bittaga hisoblaymiz:

TAKRORLANSIN <son> MARTA
TAMOM

Mana, masalan, quyidagi algoritmda:

1 ni qo'sh
TAKRORLANSIN 6 MARTA
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
TAMOM

faqat 4 ta satr:

1 ni qo'sh
TAKRORLANSIN 6 MARTA
TAMOM
2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh

bor. Bu uning murakkabligi 4 ekanligini bildiradi.

Shuni aytib o'tish joizki, II bobdagi barcha algoritmlarning barchasini murakkabligi va samaradorligi o'zaro tengdir. Masalan, bo'ri, echki va karamni daryodan o'tkazish algoritmi ham 7 satrdan iborat ham u 7 qadamda bajariladi. Bu kabilar shu bobning barcha algoritmlari uchun ham o'rinli. Bizda shu vaqtgacha algoritm matnidagi satrlarini qisqartirish uchun vosita yo'q edi. Bizdan algoritm ko'rsatmasini bajarish talab etilgan bo'lsa, biz ko'rsatmani algoritm matniga joylashtirishga majbur edik.

Masalan, Oshiruvchi tomonidan 17 sonini hosil qilish algoritmiga qarang: 17 marta bajarilish algoritm matnining 17 satriga aylandi.

Endi esa bizni kerakli vositamiz bor: bu **TAKRORLANSIN - MARTA** tuzilmasi. Shuning uchun Oshiruvchi tomonidan 17 sonini hosil qilish algoritmi 3 satrdan iborat bo'ladi (eslatamiz: tuzilma 1 ta satr deb hisoblanadi):

1 ni qo'sh
TAKRORLANSIN 16 MARTA
1 ni qo'sh
TAMOM

Endi bu algoritmning samaradorligi 17 ga, murakkabligi esa 17 emas, 3 ga teng. Askarlar va qayiq masalasi algoritmida 60 ta askarni daryodan o'tkazish uchun 240 qadam bajariladi, algoritm matni esa 5 satrdan iborat. Bu algoritmning samaradorligi 240 ga, murakkabligi esa 5 ga teng.

Baqa uchun tuzilgan 4.6 - masalani algoritmida qadamlar sonini hisoblaymiz:

$$\textbf{son} + 1 + \textbf{son} - 1 = (n-1):2 + (n-1):2 = n - 1.$$

Demak, har qanday n toq son uchun algoritmning samaradorligi $n - 1$ ga teng ekan. Algoritmning murakkabligi esa n toq son nechaga teng bo'lishidan qat'iy nazar, 5 ga teng bo'ladi.

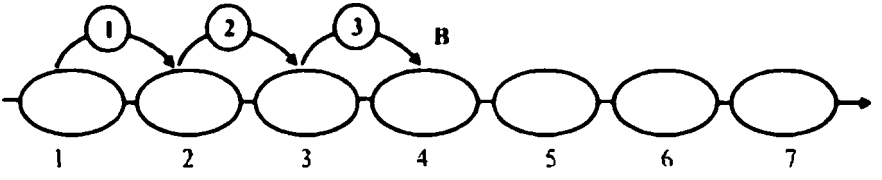
4.5-mashq

Baqa uchun tuzilgan 4.7-masalaning algoritmi samaradorligi va murakkabligini hisoblang.

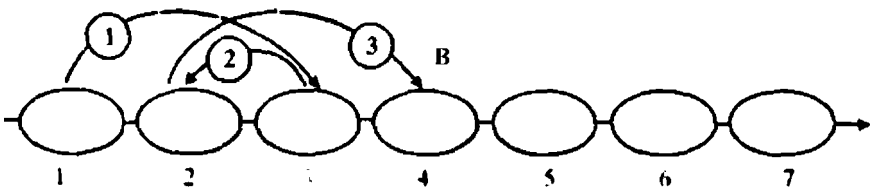
Hisoblab chiqqan bo'lsangiz, natijasi hayron qoldirgandir?

Xulosa. Baqa masalasiga oid algoritmlarning samaradorligi faqat n sonining qiymatiga bog'liq. Chunki masala shartida Baqa har bir bargdagi pashshani yeb chiqishi talab qilinadi. U holda barglar soni n ta ekanligi va Baqa biror bargning ustida turgandan keyin harakat boshlanganligidan qadamlar soni doimo n **-1** ta bo'lishi kelib chiqadi.

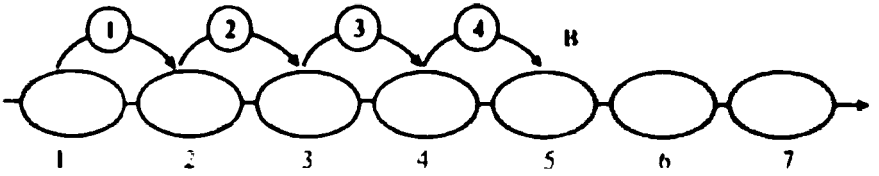
Haqiqatan, masalan, agar **1 tartib** raqamli bargdan **4 tartib** raqamli bargga o'tish kerak bo'lsa, u holda barcha imkoniyatlarni 4.3–4.4-rasmlarda, agar **1 tartib** raqamli bargdan **5 tartib** raqamli bargga o'tish kerak bo'lsa, u holda barcha imkoniyatlarni 4.5–4.7-rasmlardan ko'rishimiz mumkin.



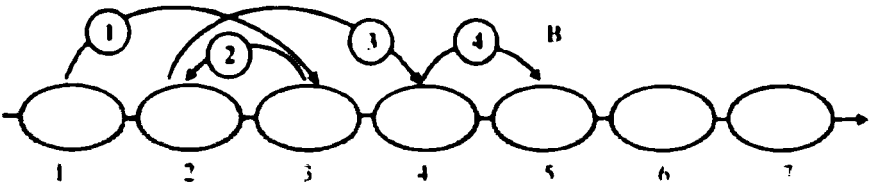
4.3-rasm.



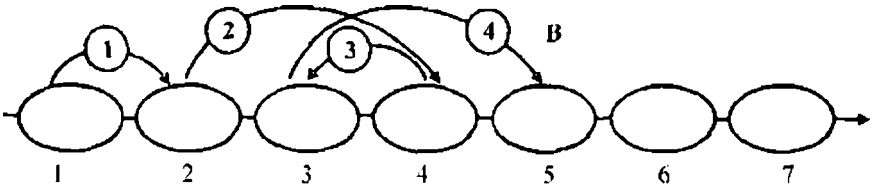
4.4-rasm.



4.5-rasm.



4.6-rasm.



4.7-rasm.

Va nihoyat, yana bir izoh. Samaradorlik va murakkablik talabi ko'pincha bir-biri bilan ziddiyatga kirishadi. Bu mutlaqo tabiiy. Axir, mashina sotib olayotgan bo'lsangiz, eng chiroyli va qulay mashinaning eng arzon bo'lishiga umid qilmaysiz. Algoritmlashda ham shunday.

Agar sizga juda samarador algoritm kerak bo'lsa, bu algoritm boshqalariga nisbatan ancha murakkabroq bo'lishi ehtimol. Amaliyotda esa oqilona murosaga kelishga to'g'ri keladi.

Samarador Oshiruvchi

Samarador algoritmlarni tuzish bizdan jiddiy aqliy tirishqoqlikni talab etadi. Bir xususiy holni ko'rib chiqamiz: Oshiruvchi tomonidan 0 sonidan 729 sonini hosil qilish masalasi.

Birinchi qadamda, ravshanki, 1 ni qo'shish kerak — 0 ni ko'paytirish befoyda. Endi 1 soni hosil bo'ldi. Ikkinchi qadamda 2 soniga ko'paytirish ham 1 sonini qo'shish ham mumkin — natija bir xil (ya'ni, 2) bo'ladi. Aniqlik uchun ko'paytirishni tanlaymiz.

Endi ekranda qaysi son yozilgan bo'lishidan qat'iy nazar, 1 ni qo'shishdan ko'ra 2 ga ko'paytirish 729 soniga yaqinlashishni tezlashtiradi.

Bir qaraganda, iloji boricha **2 ga ko'paytir** dan foydalanish kerakdek tuyuladi. Tanlangan usul quyidagi sonlar ketmaketligiga olib keladi: 0 → 1 → 2 → 4 → 8 → 16 → 32 → 64 → 128 → 256 → 512. Agar yana bir marta 2 ga ko'paytirsak, marradan o'tib ketamiz. Shuning uchun biz endi **1 ni qo'sh** ko'rsatmasini 217 marta (729 − 512= 217) bajarishimiz kerak bo'ladi. Juda ham samarador emas, to'g'rimi?

Biror-bir tasodifan tanlangan oraliq qadamda **1 ni qo'sh**dan foydalanishga harakat qilamiz.

Birinchi urinish: 1 ni 4 soniga qo'shamiz (shundan keyin **2 ga ko'paytir**dan foydalanamiz): 0 → 1 → 2 → 4 → 5 → 10 → 20 → 40 → 80 → 160 → 320 → 640. Bu holda 1 ni qo'sh ko'rsatmasini 89 marta (729 − 640= 89) bajarishimiz kerak bo'ladi. Ancha yengillika erishdik!

Ikkinchi urinish: 1 ni 2 soniga qo'shamiz (shundan keyin 2 ga ko'paytir dan foydalanamiz): 0 → 1 → 2 → 3 → 6 → 12 → 24 → 48 → 96 → 192 → 384. Bu holda 1 ni qo'sh ko'rsatmasini 345 marta (729 − 384= 345) bajarishimiz kerak bo'ladi. Endi ahvolimiz yomonlashdi-ku!

Bundan tushunarliki, 1 ni qo'sh ko'rsatmasidan o'ziga xos, ya'ni «eng yaxshi» qadamda foydalanishimiz kerak. Lekin uni qanday topish mumkin?

Quyidagi fikr juda ko'p o'yinlarda yordamga keladi: oxiridan boshlash. Keling, yangi Ijrochini hosil qilamiz va uni **Kamaytiruvchi** deb ataymiz. Uning ko'rsatmalari quyidagicha:

1 ni ayir
2 ga bo'l

Kamaytiruvchi 1 ni ayir ko'rsatmasi berilganda ekrandagi sondan birni ayiradi. Ekrandagi son 0 ga teng bo'lganda bu ko'rsatma **Inkor** holatiga olib keladi. Kamaytiruvchi **2 ga bo'l** ko'rsatmasi berilganda ekrandagi sonni teng ikkiga bo'ladi. Agar ekrandagi son toq bo'lsa, bu ko'rsatma **Inkor** holatiga olib keladi.

Endi 729 sonidan 0 sonini hosil qilamiz. Oshiruvchini **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasi **1 ni qo'sh** ko'rsatmasiga nisbatan natijaga yaqinlashishni tezlashtirsa, Kamaytiruvchini **2 ga bo'l** ko'rsatmasi **1 ni ayir** ko'rsatmasiga nisbatan ham jarayonni tezlashtiradi. Shuning uchun ham imkon bo'lganda (Kamaytiruvchi uchun) har gal ikkiga bo'lishni xohlaymiz. Lekin endi ekrandagi sonning o'zi 2 ga bo'lish mumkinligini ko'rsatib beradi. Ya'ni, agar son juft bo'lsa, u holda uni 2 ga bo'lamiz, agar son toq bo'lsa, bu holda faqat undan 1 ni ayirishimiz mumkin (natijada yana juft son hosil bo'ladi). Kamaytiruvchi uchun algoritmning boshlanishi quyidagicha:

Ko'rsatma	Son
	729
1 ni ayir	728
2 ga bo'l	364
2 ga bo'l	182
....	

4.6-mashq

Algoritmni mustaqil tugating.

Endi Kamaytiruvchi uchun algoritm tayyor bo'lgach, uni Oshiruvchi uchun o'zgartiramiz.

Buning uchun algoritmni quyidan yuqoriga yozib boramiz, faqat **1 ni ayir** o'rniga **1 ni qo'sh** ko'rsatmasini, **2 ga bo'l** o'rniga **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasini yozamiz. Natijada quyidagi ikkita algoritm hosil bo'ladi, biri Kamaytiruvchi uchun ikkinchisi Oshiruvchi uchun.

Qadamlar soni	Kamaytiruvchi ko'rsatmalari	Son	Oshiruvchi ko'rsatmalari	Son
0		729		**0**
1	1 ni ayir	728	1 ni qo'sh	**1**

2	2 ga bo'l	364	2 ga ko'paytir	**2**
3	2 ga bo'l	182	2 ga ko'paytir	**4**
4	2 ga bo'l	91	1 ni qo'sh	**5**
5	1 ni ayir	90	2 ga ko'paytir	**10**
6	2 ga bo'l	45	1 ni qo'sh	**11**
7	1 ni ayir	44	2 ga ko'paytir	**22**
8	2 ga bo'l	22	2 ga ko'paytir	**44**
9	2 ga bo'l	11	1 ni qo'sh	**45**
10	1 ni ayir	10	2 ga ko'paytir	**90**
11	2 ga bo'l	5	1 ni qo'sh	**91**
12	1 ni ayir	4	2 ga ko'paytir	**182**
13	2 ga bo'l	2	2 ga ko'paytir	**364**
14	2 ga bo'l	1	2 ga ko'paytir	**728**
15	1 ni ayir	0	1 ni qo'sh	**729**
Bu algoritmlarda qadamlar soni bor-yo'g'i 15 ga teng!				

4.12-masala

1000 dan kichik har qanday sonni 0 sonidan ko'pi bilan 20 qadamda hosil qilish mumkinligini ko'rsating.

Yo'llanma. Agar qadamlar soni 20 tadan ko'p bo'lsa, ikkilantirishlar soni nechta? – ... dan kam emas.

Oshiruvchi uchun eng «qulay» sonlar – ikkining darajalaridir, ya'ni 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024,... Ularni qo'shish amalisiz faqat ikkilantirish orqali hosil qilishimiz mumkin. Oshiruvchi uchun eng «noqulay» sonlar – ikkining darajasidan bittaga kam sonlar, ya'ni 1, 3, 7, 15, 31, 63, 127, 255, 511, 1023...

Bu sonlarni hosil qilish uchun har ikkilantirishdan so'ng bittaga kamaytirib hosil qilish mumkin (tekshirib ko'ring!).

4.13-masala

Oshiruvchi uchun 0 sonidan 14 ta qadamda hosil qilib bo'lmaydigan sonni toping.

Javob: 255.

4.14-masala

Oshiruvchi uchun 0 sonidan 15 ta qadamda hosil qilib bo'lmaydigan sonni toping.

Javob: 256+127 = 383.

4.15-masala

Kamaytiruvchi uchun 729 sonidan 17 sonini hosil qiluvchi eng samarador algoritm tuzing.

Oshiruvchi uchun algoritmni yaxshilash

Berilgan a sonidan b sonini hosil qilish algoritmi tuzilgan bo'lsin. Agar $a<b$ bo'lsa, u holda quyidagilar o'rinli ekanini isbotlang:

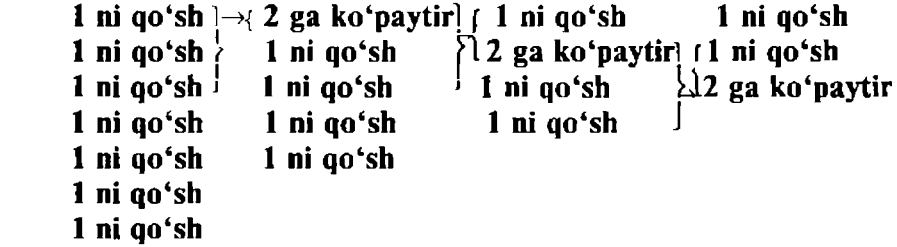
- agar algoritmda birinchi a ta ko'rsatma **1 ni qo'sh** bo'lsa, u holda ularni **2 ga ko'paytir** ko'rsatmasi bilan almashtirish mumkin;
- agar algoritmda ketma-ket kelgan quyidagi ko'rsatmalar guruhi bor bo'lsa:

2 ga ko'paytir
1 ni qo'sh
1 ni qo'sh

u holda ular o'rniga quyidagi ko'rsatmalar guruhini almashtirib, algoritmni yaxshilash mumkin:

1 ni qo'sh
2 ga ko'paytir

Masalan, 3 dan 10 ni hosil qilish algoritmini yozamiz:



Oxirgi algoritmni yaxshilab bo'lmaydi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Sikl deganda nima tushuniladi?

2. Samaradorlik deganda nimani tushunasiz? Misollar bilan izohlang.

3. Murakkablik deganda nimani tushunasiz? Misollar bilan izohlang.

4. Siklik tuzilishli algoritmlarning sintaksis qoidalari qanday?
5. Qanday algoritmlar universal deyiladi?
6. Qanday tuzilmalar universal deyiladi?
7. Ijrochi Kamaytiruvchi ko'rsatmalar ro'yxati haqida so'zlab bering.
8. Ijrochi Kamaytiruvchi uchun sodda amallarni yozib chiqing.
9. Ijrochi Kamaytiruvchi uchun bor bo'lsa kamida bitta INKOR holatni yozing.
10. Hayotingizdan sikllarga misollar keltiring.
11. Bobda keltirilgan barcha mashqlarni bajaring.

Qo'shimcha masalalar

M-1. Daryo qirg'og'iga 60 ta askar kelishdi. Ular daryoning narigi qirg'og'iga o'tishlari kerak. Qirg'oq yaqinida to'rtta qiz qayiqda suzib yuribdi. Qayiq shunchalik kichkinaki, faqat ikkita askarni ko'tarishi mumkin. Daryo oqimi juda tez bo'lganidan qayiq ag'darilib ketmasligi uchun qayiqda ikkitadan kam qiz bo'lishi mumkin emas. Qanday qilib askarlar daryodan o'tib olishadi va qayiqni qizlarga qaytarib berishadi? Ijrochi uchun ko'rsatmalar ro'yxatini ishlab chiqing va algoritm tuzing.

Chigirtka (3;2) **bo'ya** ko'rsatmasini bajarishni o'rgandi.

Ch-1. Chigirtka boshlang'ich holati – 0 tartib raqamli kvadrat. Quyidagi algoritmlar bajarilgandan keyin natijada qanday farq bo'ladi?

1- algoritm	2- algoritm
oldinga 3	**bo'ya**
bo'ya	**oldinga 3**

Ch-2. Chigirtka -1 tartib raqamli kvadratdan harakatni boshladi va quyidagi algoritmni bajardi:

oldinga 3
bo'ya
oldinga 3
orqaga 2
bo'ya
orqaga 2

U qaysi kvadratlarni bo'yagan?

Ch-3. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratda turibdi. U 0 dan katta 500 dan kichik har uchinchi kvadratni bo'yash algoritmini tuzing.

Ch-4. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratda turibdi. U 0 dan katta 500 dan kichik har to'rtinchi kvadratni bo'yash algoritmini tuzing.

Ch-5. Chigirtka 0 tartib raqamli kvadratda turibdi va uni bo'yadi. U -500 dan katta va 500 dan kichik har to'rtinchi kvadratni bo'yash algoritmini tuzing.

Mantiq elementlari

Har bir dasturlash tilida biror-bir shartni tekshirish imkoni bor. Shartni tekshirish deganda biror narsani da'vo qilib, uni rost-yolg'onligini aniqlashni tushunamiz. Masalan, biz son juft deb da'vo qildik deylik, agar son haqiqatan ham juft bo'lsa, u holda da'vomiz **ROST**, aks holda da'vomiz **YOLG'ON** bo'ladi. Demak, shartni tekshirish degani juft son da'voyimiz o'rinlimi, degan savol berish kabi ekan. Faqat bu savolga **HA** deb yoki **YO'Q** deb javob beriladi. Shu sababli blok-sxemada, avval ko'rganingizdek, quyidagi ko'rinishdagi blok qaraladi:

Agar da'vomiz shartning qisqa ko'rinishi ekanligini hisobga olsak, u holda oddiy ko'rinishi qanday bo'ladi? Mana bunday: **tekshirilayotgan shart o'rinli.** Endi bu da'vo rost yoki yolg'onligi haqida fikr yuritish mumkin bo'ladi.

Hayotimizda juda ko'p bu kabi da'volarni aytamiz. Masalan: «Bugun havo issiq», «0 soni juft», «Qishda qor yog'adi», «Men algoritmikani yaxshi ko'raman» va hokazo. Bu barcha da'volar ROST bo'lavermaydi, boshqacha aytganda, sharoitga bog'liq bo'ladi. Haqiqatan, birinchi gapni qishning barcha kunlarida, uchinchi gapni esa Afrika qishida, to'rtinchi gapni esa hammamiz ham ayta olmaymiz. Faqatgina ikkinchi gap doimo ROST bo'ladi.

E'tibor qilgan bo'lsangiz, bu gaplarning har biri darak gapdir, ya'ni bizga axborot bermoqda. Bu gaplarning ROST yoki YOLG'ON bo'lishi mazmunan berilayotgan axborotmi ROST yoki YOLG'ON bo'lishi bilan o'zaro bir qiymatli bog'liq.

Ko'pincha darak gaplarda biz ikki va undan ortiq axborot beramiz yoki biror narsani inkor etamiz. Masalan, «Bugun havo bulut va yomg'ir yog'yapti», «2 juft va tub son», «Kurashda

men yutaman yoki sen yutasan», «Men imtihondan o'taman yoki imtihondan yiqilaman», «Oynani sindirgan men emas» va hokazo. «Va» hamda «yoki» bog'lovchili gaplarni alohida ajratish mumkinmi, ya'ni alohida da'vo sifatida qarash mumkinmi? Agar ularning ma'nosini yo'qotishni istamasak, ajratishimiz mumkin emas. U holda bu kabi murakkab da'volar shart sifatida qanday qo'llaniladi? Bu savolga javob quyida keltirilgan.

Murakkab (birikkan) shartlarni yozish uchun juda qulay vosita – mantiqiy amallar o'ylab topilgan. Ular uchta:

VA, YOKI, EMAS

VA mantiqiy amali. Umumiy ko'rinishi: **<shart 1> VA <shart 2>.** VA mantiqiy amali ikkita shartni biriktirib, bitta qo'shma shartga aylantiradi: **VA amali orqali hosil qilingan qo'shma shart rost bo'ladi, shunda va faqat shundaki, agar biriktirilayotgan ikkala shart ham rost bo'lsa.** Agar shartlardan biri yolg'on bo'lsa, u holda qo'shma shart ham yolg'on bo'ladi. Masalan, 2 sonini ham juftligi, ham tubligi sharti quyidagicha yoziladi: **2 juft VA 2 tub.**

Agar har bir shartni (da'voni yoki darak gapni) bosh lotin harflari bilan belgilab olsak, natijaning ta'rifga asosan mantiqiy qiymati qanday bo'lishini quyidagi jadval orqali ko'rishimiz mumkin.

A shart (da'vo)	B shart (da'vo)	A VA B qo'shma shart
ROST	ROST	ROST
ROST	YOLG'ON	YOLG'ON
YOLG'ON	ROST	YOLG'ON
YOLG'ON	YOLG'ON	YOLG'ON

YOKI mantiqiy amali. Umumiy ko'rinishi: **<shart 1> YOKI <shart 2>.** YOKI mantiqiy amali ikkita shartni biriktirib, bitta qo'shma shartga aylantiradi: **YOKI amali orqali hosil qilingan qo'shma shart rost bo'ladi, shunda va faqat shundaki, agar biriktirilayotgan ikkala shartdan hech bo'lmaganda bittasi rost bo'lsa.** Agar shartlarning ikkalasi yolg'on bo'lsa, u holda qo'shma shart ham yolg'on bo'ladi. Masalan, xonadagi o'quvchi chap devor yoki to'g'ridagi devor yoniga kelib qolganligi sharti quyidagicha yoziladi: **to'g'ri bo'sh emas, YOKI chap bo'sh emas.**

Belgilashlardan keyin bu mantiqiy amal uchun ham ta'rifga asosan jadval tuzamiz:

A shart (da'vo)	B shart (da'vo)	A YOKI B qo'shma shart
ROST	ROST	ROST
ROST	YOLG'ON	ROST
YOLG'ON	ROST	ROST
YOLG'ON	YOLG'ON	YOLG'ON

EMAS mantiqiy amali. Umumiy ko'rinishi: **EMAS <shart>.** EMAS mantiqiy amali berilgan shartga aks shartni hosil qiladi. **Aks shart rost bo'ladi, agar shart yolg'on bo'lsa va aksincha.**

Xafa bo'lmasin deb belgilashlardan keyin bu mantiqiy amal uchun ham ta'rifga asosan jadval tuzamiz:

A shart (da'vo)	EMAS A shart (da'vo)
ROST	YOLG'ON
YOLG'ON	ROST

Yuqorida keltirilgan jadvallarni ko'pincha **rostlik jadvali** deb atashadi.

Mantiqiy amallar o'z nomiga ega. VA amali **konyunksiya**, YOKI amali **dizyunksiya** va EMAS esa **inkor** amali deyiladi. Shu oxirgi gapga e'tibor qilsangiz, biz uchta da'vo yozdik, chunki vergul ham VA kabi qo'llanilgan.

Mantiqiy amallarni barcha ijrochining har qanday shartlariga qo'llash mumkin.

Shuning uchun ular ham, TAKRORLANSIN – MARTA tuzilmasi kabi bosh harflarda yoziladi.

Murakkab mantiqiy birikmalarda qavs qo'llanilib, arifmetik amallardagi kabi avval ichki qavslar ichidagi Shart qiymati hisoblanadi.

Masalan, quyidagi qo'shma shart qiymati ROST (tekshirib ko'ring):

((EMAS 3 juft) VA 4 juft) VA 5 toq

Qiziqarli mantiqiy masalalar

Mantiqiy amallar mantiq ilmida ham algoritmik tafakkurni rivojlantirishda ham juda katta ahamiyatga ega. Masalan, quyidagi masalani qaraylik.

5.1- masala

Bir kishi aytdi «Men yolg'onchiman yoki qora sochliman». U kishi kimligini aniqlang.

Yechim. Masala shartidagi da'volar uchun belgilashlar kiritamiz:

D = «Men yolg'onchiman yoki qora sochliman»;

A = «Men yolg'onchiman»; B = «Qora sochliman».

U holda masala shartidagi da'voni shunday yoza olamiz: D=A **YOKI** B. Bu amal uchun rostlik jadvali quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

A	B	D=A YOKI B
ROST	ROST	ROST
ROST	YOLG'ON	ROST
YOLG'ON	ROST	ROST
YOLG'ON	YOLG'ON	YOLG'ON

Endi masala yechimini topish uchun quyidagicha mulohaza yuritamiz:

a) agar A = ROST bo'lsa, u holda masala shartidagi da'voni aytgan kishi yolg'onchi bo'ladi va shuning uchun uning hamma gapi yolg'on. Demak, D = YOLG'ON bo'lishi kerak. Lekin jadvaldan ko'rinadiki, A = ROST bo'lganda D = YOLG'ON bo'lolmaydi.

b) agar A = YOLG'ON bo'lsa, u holda masala shartidagi da'voni aytgan kishi rostgo'y bo'ladi va tabiiyki, uning hamma gapi rost. Demak, D = ROST bo'lishi kerak. Jadvaldan ko'rinadiki, bunday imkoniyat A = YOLG'ON va B = ROST bo'lsagina bor.

Javob: masala shartidagi da'voni aytgan kishi ROSTGO'Y va QORA SOCHLI ekan.

5.2-masala

Bir kishi aytdi: «Men yolg'onchiman va qora sochliman». U kishining kimligini aniqlang.

Yechim. Avvalgi masaladagi kabi shartdagi da'volar uchun belgilashlar kiritamiz:

D = «Men yolg'onchiman va qora sochliman»;

A = «Men yolg'onchiman»; B = «Qora sochliman».

Masala shartidagi da'voni shunday yoza olamiz: D = A VA B. Bu amal uchun rostlik jadvali quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

A	B	D = A VA B
ROST	ROST	ROST
ROST	YOLG'ON	YOLG'ON
YOLG'ON	ROST	YOLG'ON
YOLG'ON	YOLG'ON	YOLG'ON

Masala yechimini topish uchun quyidagicha mulohaza yuritamiz:

a) agar A = YOLG'ON bo'lsa, u holda masala shartidagi da'voni aytgan kishi rostgo'y bo'ladi va tabiiyki, uning hamma gapi rost. Demak, D = ROST bo'lishi kerak. Lekin jadvaldan ko'rinadiki, A = YOLG'ON bo'lganda D = ROST bo'lolmaydi.

b) agar A = ROST bo'lsa, u holda masala shartidagi da'voni aytgan kishi yolg'onchi bo'ladi va tabiiyki, uning hamma gapi yolg'on. Demak, D = YOLG'ON bo'lishi kerak. Jadvaldan ko'rinadiki, bunday imkoniyat A = ROST va B = YOLG'ON bo'lsagina bor.

Javob: masala shartidagi da'voni aytgan kishi YOLG'ONCHI va QORA SOCHLI EMAS ekan.

5.3-masala

Uchta do'st futbol bo'yicha 2010- yilgi jahon chempionati natijalari haqida bahslashishardi.

«Mana ko'rasiz, Ispaniya chempion bo'lmaydi, Germaniya chempion bo'lishi aniq», dedi Abror.

«Yo'g'e, Ispaniya chempion bo'ladi, Argentina haqida gapirmasa ham bo'ladi, u chempion bo'lolmaydi», dedi Behzod.

«Germaniya chempionlikka yaqin ham kelmaydi, lekin Argentinada zo'r o'yinchilar bor», dedi Muzaffar.

Chempionat tugagandan keyin esa qarashsa, uch do'stdan ikkitasining ikkala gapi ham to'g'ri, uchinchisining ikkala gapi ham noto'g'ri ekan. Kim chempiom bo'lgan?

Yechim. Ba'zi belgilashlarni kiritib olamiz:

A – Argentina chempion, G – Germaniya chempion, I – Ispaniya chempion.

Muzaffarning «Argentinada zo'r o'yinchilar bor», degan gapi kim chempion bo'lishi haqida hech qanday ma'lumot bermaydi, shuning uchun keyingi mulohaza yuritishimizga qaralmaydi. Har bir do'stning gapini belgilab olamiz:

Abror: (**EMAS** I) **VA** G; Behzod: I **VA** (**EMAS** A); Muzaffar: **EMAS** G.

Do'stlarning ikkitasining ikkala gapi ham to'g'ri, uchinchisining ikkala gapi ham noto'g'ri ekanligini hisobga olib, quyidagi D da'voni hosil qilamiz:

D = ((EMAS I) **VA** G) **VA** (I **VA** (**EMAS** A)) **VA**
(**EMAS**(**EMAS** G)) **YOKI**
((**EMAS** I) **VA** G) **VA** (**EMAS** (I **VA** (**EMAS** A))) **VA**
(**EMAS** G) **YOKI**
(**EMAS** ((**EMAS** I) **VA** G)) **VA** (I **VA** (**EMAS** A)) **VA**
(**EMAS** G) = **ROST**

Agar yuqoridagi da'vo uchun erinmasdan rostlik jadvalini tuzib chiqsangiz, kim chempion bo'lganini bilib olasiz, balki bilarsiz ham (yechimimizni tekshirib ko'ring!).

Albatta, mantiq nazariyasida yuqoridagi D mantiqiy ifodani soddalashtirish uchun formulalar bor. Lekin ular qo'llanmada ko'rib chiqilmaydi.

Takomillashtirilgan Kamaytiruvchi

Eslatib o'tishimiz kerakki, Kamaytiruvchining ikkitagina ko'rsatmasi bor:

1 ni ayir
2 ga bo'l

O'tgan bobda Kamaytiruvchi uchun samarador algoritm tuzish uchun ekrandagi har bir sonni tekshirgan edik – son juftmi yoki toqmi. Tekshirish natijasiga ko'ra tegishli ko'rsatmani qo'llaganmiz – juft sonni 2 ga bo'lganmiz, toq sondan 1 ni ayirganmiz. Bu tekshirishlarning barchasini o'zimiz bajarganmiz, lekin bu ishni algoritmga topshirishni xohlar edik.

Juft degan shart kiritamiz. Bu shartni tekshirish – «Ekrandagi son juft, to'g'rimi» degan savol berish bilan bir xil. Bu savolga

javoblar soni ikkita: **ROST** va **YOLG'ON**. **ROST** javobi shart bajarilganini, ya'ni ekrandagi son juftligini bildiradi. **YOLG'ON** ekrandagi son toqligini bildiradi.

Qo'llanmada shartli tuzilmaning 3 ta shaklini qo'llaymiz. Birinchisi va ulardan eng soddasi quyidagi ko'rinishga ega:

AGAR <shart>
U HOLDA
    <ko'rsatmalar guruhi>
TAMOM

Masalan, *namuna sifatida quyidagicha tuzilmani yozish* mumkin:

AGAR juft
U HOLDA
    2 ga bo'l
TAMOM

Agar juft degan shart rost bo'lsa, u holda ekrandagi son 2 ga bo'linadi. Agar yolg'on bo'lsa, hech qanday ko'rsatma bajarilmaydi.

Yana e'tibor qildingizmi, **AGAR**, **U HOLDA**, **TAMOM**, **ROST** va **YOLG'ON** so'zlarini bosh harflarda yozayapmiz? Ha, siz to'g'ri tushundingiz: bizga yana Ijrochiga bog'liq bo'lmagan universal tushunchalar uchradi. Kamaytiruvchi *ayirish* va *bo'lish* ko'rsatmalarini bajara oladi. Lekin **AGAR – U HOLDA** tuzilmalari esa ixtiyoriy Ijrochi uchun o'rinli va ularning barchasi uchun bir xil ma'noga ega. **ROST** va **YOLG'ON** – shartning universal rostlik qiymati bo'lib, barcha Ijrochilar uchun umumiy va ularning shartlariga bog'liq emas, lekin juftlik sharti esa faqat Kamaytiruvchiga xosdir.

AGAR *tuzilmasining* ***ikkinchi*** *ko'rinishi quyidagicha:*

AGAR <shart>
U HOLDA
    <birinchi ko'rsatmalar guruhi>
AKS HOLDA
    <ikkinchi ko'rsatmalar guruhi>
TAMOM

Bu holda Ijrochi, agar shart qiymati rost bo'lsa, u holda (**U HOLDA** va **AKS HOLDA** so'zlari orasidagi) birinchi guruh ko'rsatmalarni bajaradi, agar shart qiymati yolg'on bo'lsa, u holda (**AKS HOLDA** va **TAMOM** so'zlari orasidagi) ikkinchi guruh ko'rsatmalarni bajaradi.

Tuzilmaning ikkinchi shakli birinchisiga qaraganda, umumiyroqdir. Agar shart qiymati yolg'on bo'lganda hech narsa qilmoqchi bo'lmasak, **AKS HOLDA** dan keyingi guruhni bo'sh qoldirishimiz mumkin.

Bu holda yuqoridagi namuna quyidagicha yoziladi:

```
AGAR juft
U HOLDA
        2 ga bo'l
AKS HOLDA
TAMOM
```

Endi Kamaytiruvchi uchun samarador harakatlar juda sodda yoziladi:

```
AGAR juft
U HOLDA
        2 ga bo'l
AKS HOLDA
1 ni ayir
TAMOM
```

1-sharh

*0 — juft son. Shuning uchun, yuqorida yozilgan **AGAR — U HOLDA — AKS HOLDA** tuzilma 0 hosil bo'lsa, uni 2 ga bo'ladi, natijada yana 0 hosil bo'ladi.*

Yangi tuzilma yordamida Kamaytiruvchi biz (ekrandagi sonning juftligini tekshirish) tekshirishimiz lozim bo'lgan shartni o'zi tekshirmoqda. Bu yangi tuzilmaning afzallik tomonlaridan biri, xolos.

Uning yanada muhim boshqa afzalligi ham bor. Avvalgi bobda har xil sonlar uchun turlicha algoritmlarni yozayotgan edik. Endi esa samaradorlikni saqlab qolgan holda universal algoritmga ega bo'ldik. Quyidagi algoritm 1000 dan kichik ixtiyoriy sonni 0 ga keltiradi:

```
TAKRORLANSIN 20 MARTA
        AGAR juft
        U HOLDA
                2 ga bo'l
        AKS HOLDA
                1 ni ayir
        TAMOM
TAMOM
```

Bizga birdaniga sodda, samarador va umumiy bo'lgan algoritmni hosil qilish uchun juda kamyob imkoniyat uchradi, bu esa juda qulay bo'lgan yangi **AGAR – U HOLDA – AKS HOLDA** tuzilmasining sharofati bilandir. Shu bilan yakunlash mumkin edi. Lekin Kamaytiruvchi algoritmini yaxshilashning ikki imkoniyati bor. Ularni ko'rib chiqamiz.

Birinchisi shundan iboratki, toq sondan 1 ni ayirganda, biz albatta juft sonni hosil qilamiz. Shuning uchun, 1 ni ayirgandan keyin sonni juft yoki toqligini tekshirishning hojati yo'q. Son juft, shuning uchun o'ylab o'tirmasdan 2 ga bo'lishimiz mumkin va tekshirishni bo'lishdan keyin bajarsak ham bo'ladi. Bu mulohazalar quyidagi algoritmga olib keladi:

```
AGAR juft
U HOLDA
    2 ga bo'l
AKS HOLDA
    1 ni ayir
    2 ga bo'l
TAMOM
```

Algoritmning qo'shimcha afzalligi shundan iboratki, 1000 dan kichik har qanday son uchun bu ko'rsatmalar guruhini avvalgidek 20 marta emas, 10 marta bajarish yetarli (chunki ikkiga bo'lish har bir takrorlanishda bajarilmoqda):

```
TAKRORLANSIN 10 MARTA
    AGAR juft
    U HOLDA
        2 ga bo'l
    AKS HOLDA
        1 ni ayir
        2 ga bo'l
    TAMOM
TAMOM
```

5.1-mashq

Algoritmni to'liq yozing va 100; 299; 35 sonlariga qo'llang.

Agar biz **AGAR – U HOLDA – AKS HOLDA** guruhi to'liq bajarilganda 35 dan boshlab barcha sonlarni yozib chiqsak, ushbu ketma-ketlikni hosil qilamiz: $35 \to 17 \to 8 \to 4 \to 2 \to 1 \to 0 \to 0 \to 0 \to 0 \to 0$.

5.2-mashq

Ketma-ketlikda nima uchun 11 ta had, 10 ta emas?

Yo'llanma. Sonlar orasida nechta strelka bor?

Endi ikkinchi imkoniyatni ko'rishga o'tamiz. Algoritmning kamchiligi ko'rinib turibdi: algoritm 0 hosil bo'lgandan keyin ham to'xtamayapti. U AGAR – U HOLDA – AKS HOLDA guruhini roppa-rosa 10 marta bajarmoqda. Bu to'siqni olib tashlash uchun yangi shart kiritishimiz zarur: **musbatlilik.**

Eslatib o'tamiz: 0 musbat son emas. Endi bu shartga mos javobdan foydalanish usulini ko'rsatishimiz kerak. Shuning uchun takrorlash tuzilmasining yangi ko'rinishini kiritamiz. Yangi tuzilmada takrorlanishlar soni oldindan belgilanmaydi. Bu tuzilmada ko'rsatmalar guruhi sharoitdan kelib chiqib, necha marta kerak bo'lsa, shuncha marta bajariladi:

```
AGAR musbat
U HOLDA
    AGAR juft
    U HOLDA
        2 ga bo'l
    AKS HOLDA
        1 ni ayir
        2 ga bo'l
    TAMOM
TAMOM
```

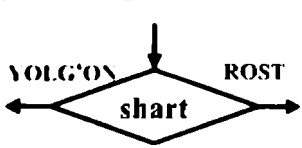
5.3-mashq

Algoritmdagi musbat, juft da'volarini shu da'volarga bir qiymatli mos keladigan da'volarga almashtiring.

Yo'llanma. Ishlatilmasa Inkor amali nega kerak?

Tarmoqlanuvchi algoritmlar blok-sxemalari

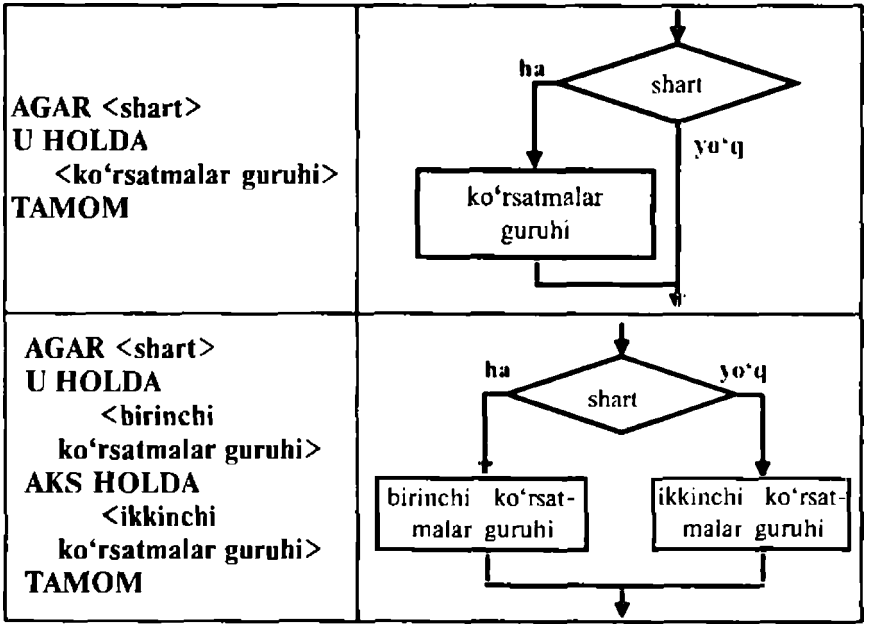
Kompyuter belgilardan tuzilgan matnlarni tushunadi. Shu sababli dasturchi kompyuter uchun dastur tuzayotganda uni biror maxsus tilda (dasturlash tilida) yozadi. Insonga esa rasmlarni kuzatish osonroq. Shunga ko'ra dasturchi ish borishini kuzatish oson bo'lishi uchun, ko'pincha algoritmni grafik ko'rinishida tasavvur qiladi. Biz ham o'zimizga oson bo'lishi uchun yuqoridagi tuzilmalarni blok-sxema ko'rinishida ifodalaymiz.



Shart tekshirish blokiga, ya'ni rombga, bir nechta strelka kelishi mumkin, lekin faqat ikkita strelka chiqadi. Agar romb ichidagi shart rost bo'lsa, u holda **ROST**

(ha) strelka bo'ylab, aks holda **YOLG'ON** (yo'q) strelka bo'ylab yuramiz.

Tuzilmalarni algoritmik tilda hamda blok-sxema ko'rinishida tasvirlaymiz, bunda ularning tarmoqlanishi yaqqol ko'rinadi:

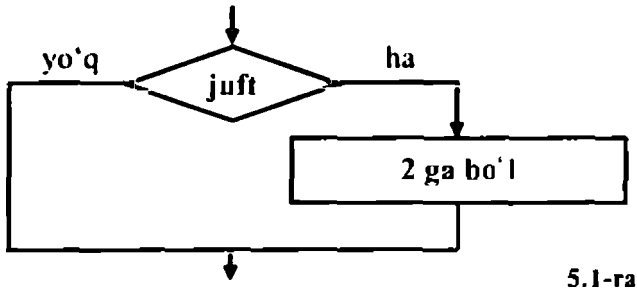


Har bir to'g'ri to'rtburchakning ichida bir emas, bir nechta ko'rsatma (ular ichida tuzilma ham uchrashi mumkin) borligiga e'tibor bering. Bunday blok-sxemalar algoritmda ko'rsatmalar soni ko'p bo'lganda juda qulaydir. Jadvalda ko'rganimizdek, **AKS HOLDA**dan keyingi guruh bo'sh bo'lishi mumkin, shuning uchun blok-sxemada aks ettirilmasligi mumkin (5.1-rasm). Masalan:

```
AGAR juft
U HOLDA
    2 ga bo'l
TAMOM
```

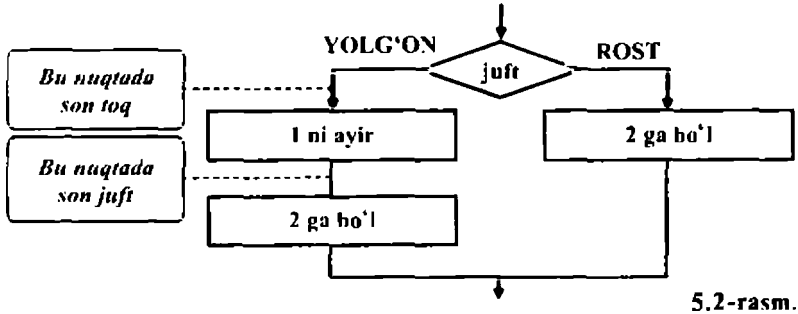
yoki

```
AGAR juft
U HOLDA
    2 ga bo'l
AKS HOLDA
TAMOM
```



5.1-rasm.

Quyida (5.2-rasm) samarador Kamaytiruvchi uchun blok-sxema keltirganmiz:



5.2-rasm.

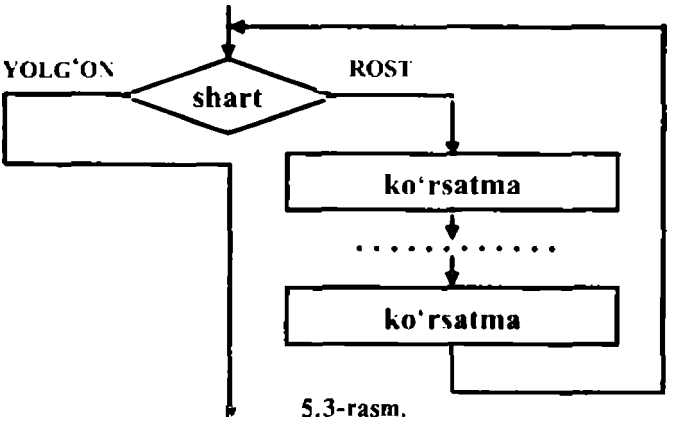
TOKI – BAJAR takrorlash tuzilmasi

Yangi **uchinchi** tuzilmaning ko'rinishi quyidagicha:

TOKI <shart> BAJAR
<ko'rsatmalar guruhi>
TAMOM

Bu tuzilma qanday ishlashini ko'rib chiqamiz. Avval **TOKI** so'zidan keyingi javobi **ROST** yoki **YOLG'ON** chiqadigan savol beriladi. Agar javob **ROST** bo'lsa, **BAJAR** va **TAMOM** so'zlari orasidagi ko'rsatmalar guruhi bajariladi. Bajarish jarayoni tugagandan so'ng yana **TOKI** so'zidan keyin yozilgan savol beriladi. Agar javob **ROST** bo'lsa, yana (**BAJAR** va **TAMOM** so'zlari orasidagi) ko'rsatmalar guruhi bajariladi. Shundan keyin uchinchi, to'rtinchi va hokazo marta savolga qaytiladi. Bu takrorlanish jarayoni savolga javob **YOLG'ON** bo'lguncha davom etaveradi va javob **YOLG'ON** bo'lgandan keyingina to'xtaydi.

Yangi tuzilmaning blok-sxema ko'rinishi quyidagicha (5.3-rasm):

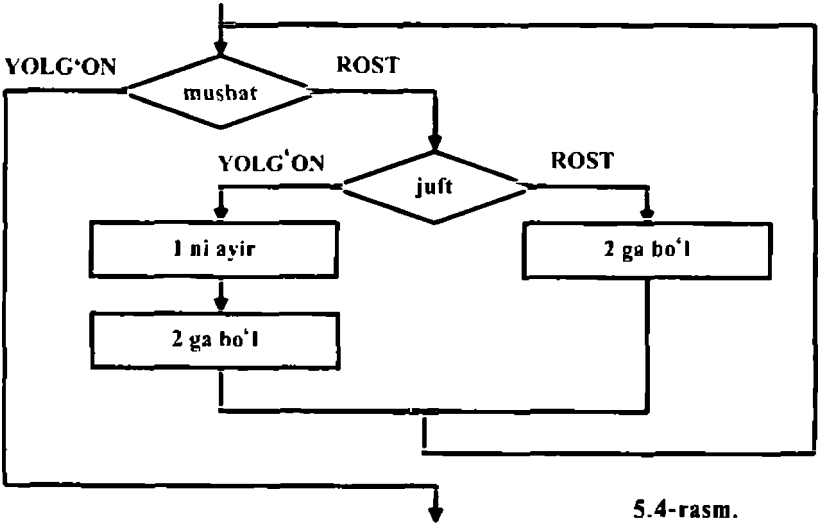


5.3-rasm.

Kamaytiruvchi algoritmini bu ajoyib tuzilma yordamida quyidagicha osongina yozishimiz mumkin:

TOKI musbat BAJAR
AGAR juft
U HOLDA
2 ga bo'l
AKS HOLDA
1 ni ayir
2 ga bo'l
TAMOM
TAMOM

Bu algoritmga mos blok-sxema 5.4-rasmda keltirilgan:



5.4-rasm.

5.4-mashq

Bu algoritmni 13 soniga qo'llang. Ijrochining ko'rsatmalarni bajarish sonini (to'g'ri to'rtburchaklarga tushishlar sonini) va shartlarni tekshirish sonini (romblarga tushishlar sonini) hisoblang.

O'tgan boblarda tuzilganidek, «holatlar» jadvalini yozib chiqish mumkin. Ko'rsatmaning bajarilish natijasi ikki xil bo'lishi mumkin: birinchisi ekrandagi son, ikkinchisi shartlarning rostlik qiymati:

Ko'rsatma	Son	Shart	
		juft	musbat
	13	YOLG'ON	ROST
1 ni ayir	12	ROST	ROST
2 ga bo'l	6	ROST	ROST
2 ga bo'l	3	YOLG'ON	ROST
.....			

5.5-mashq

Jadvalni mustaqil yakunlab qo'ying.

Endi ko'rsatmalarning bajarilish sonini hisoblash osonroq bo'lib qoldi.

5.4-masala

Kamaytiruvchi uchun yana bir algoritmni yozamiz:

```
TOKI musbat BAJAR
    TOKI juft BAJAR
        2 ga bo'l
    TAMOM
    1 ni ayir
TAMOM
```

a) Bu algoritmga mos blok-sxemani chizing.

b) Ikkala algoritmni 13; 1024; 1023 sonlari uchun qo'llang. Ikkala holda ham qadamlar sonini hisoblang.

d) Nima uchun bu algoritmlar cheksiz vaqt bajarilmaydi?

5.5-masala

Quyida ikkita algoritm keltirilgan.

Birinchisi:

TOKI musbat BAJAR
1 ni ayir
TOKI juft BAJAR
2 ga bo'l
TAMOM
TAMOM

Ikkinchisi:

TOKI juft BAJAR
1 ni ayir
TAMOM

Bu algoritmlarning qanday kamchiligi bor?

TOKI – BAJAR tuzilmasiga ba'zi sharhlar

2-sharh

O'z oldimizga hunday maqsad qo'ymagan bo'lsak-da, faqat 1000 dan kichik sonlar uchun emas, balki barcha natural sonlar uchun qo'llash mumkin bo'lgan algoritm tuzdik. Algoritmning o'zi nechta qadam kerak bo'lsa, shuncha bajaradi.

Masalan, 1000000 soni uchun Kamaytiruvchi 29 ta ko'rsatma bajaradi. Agar son kattaroq bo'lsa, uning algoritmining bajarilishi ko'proq qadam talab qilishi mumkin. Bu tuzilmada biz endi ***TAKRORLANSIN - MARTA*** *tuzilmasidagi kabi takrorlanishlar soni haqida o'ylashimiz shart emas. Endi takrorlanishlar uchun algoritmning o'zi javob beradi!*

3-sharh

TOKI – BAJAR *tuzilmasining bajarilishi shart tekshirishdan boshlanadi. Birinchi savolga javob* ***YOLG'ON*** *bo'lsa-chi? Bu holda algoritm bajarilishi darrov to'xtatiladi hamda* ***BAJAR*** *va* ***TAMOM*** *orasidagi ko'rsatmalar bir marta ham bajarilmaydi.*

Masalan, 5.4-rasmdagi blok-sxemada boshlang'ich quymat 0 ga teng bo'lsa, u holda musbat sharti ***YOLG'ON*** *bo'ladi, shunga ko'ra algoritm bajarilishi to'xtatiladi.*

4-sharh

Agar shartga javob doimo ***ROST*** *bo'lsa-yu, bir marta ham* ***YOLG'ON*** *bo'lmasa-chi? U holda algoritm ishi hech qachon to'xtamaydi. U cheksiz uzoq vaqt davom etadi.*

Masalan, quyidagi algoritmga.

TOKI juft BAJAR
2 ga bo'l
TAMOM

*boshlang'ich qiymat sifatida 0 sonini kiritamiz. 0 — juft son, shuning uchun **juft** sharti **ROST**, 0 ni 2 ga bo'lsak, yana 0 sonini hosil qilamiz. Ko'rsatmalarning bajarilishi yana boshidan boshlanadi va cheksiz marta davom etadi. Dasturchilar bunday holatni **siklga tushib qoldi** deyishadi (yoki «cheksiz siklga tushib qoldi»).*

Albatta, siklga tushib qolishi yoqimli emas. Dasturchilar doimo bu holatga tushib qolmaslik choralarini ko'rishlari shart. Shunda ham bu holat yuz bergan bo'lsa, u holda klaviaturadan bir yoki bir nechta klavishalar juftligi yordamida algoritm ishini to'xtatish mumkin.

5-sharh

*Tajribasiz dasturchilar, ichki ko'rsatmalarni bajarayotgan kompyuter doimo **TOKI** shartini nazarda tutib turadi va tekshirib boradi, deb o'ylashadi.*

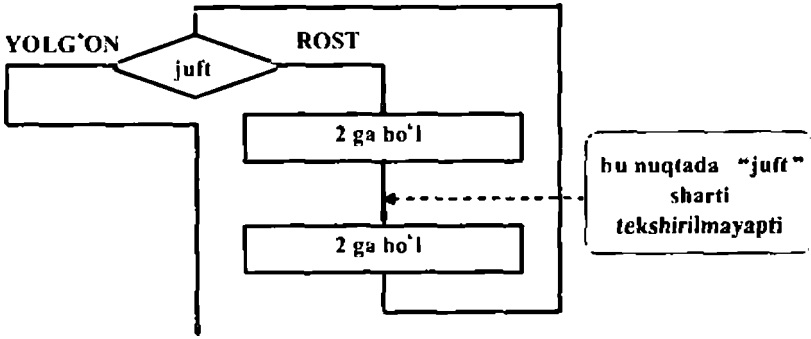
Lekin bunday emas, kompyuter shartni barcha ichki ko'rsatmalarni bajarib bo'lgachgina tekshiradi. Buni quyidagi algoritm misolida ko'rsatamiz:

TOKI juft BAJAR
2 ga bo'l
2 ga bo'l
TAMOM

Bu algoritmni 24 soniga qo'llashni jadval orqali ko'ramiz:

Ko'rsatma	Son	Shart	Natija
		juft	
	24	ROST	
2 ga bo'l	12	ROST	
2 ga bo'l	6	ROST	
2 ga bo'l	3	YOLG'ON	
2 ga bo'l			INKOR

*Algoritmda **INKOR** vaziyati yuzaga kelishi ikkinchi marta bo'lishdan avval biz **juft** shartini tekshirmayapmiz. Bu vaziyat blok-sxemada quyidagicha aks etadi:*



5.5-rasm.

6-sharh

***TAKRORLANSIN** – **MARTA** takrorlash ko'rsatmasini **TOKI** – **BAJAR** takrorlash ko'rsatmasi bilan osongina almashtirish mumkin.*

Keling, 5.4-rasmdagi blok-sxemadagi qadamlar sonini taxminiy hisoblab ko'ramiz. Har gal biz blok-sxema orqali tepadan pastga o'tganimizda Kamaytiruvchi bitta yoki ikkita ko'rsatmani bajaradi. Bir marta o'tishda son, hech bo'lmaganda ikki marta kamayadi (ixtiyoriy yo'lda son ikkiga bo'linadi). Shuning uchun, biz agar blok-sxema orqali, masalan, 10 marta o'tsak, Ijrochi 10 tadan 20 tagacha qadam o'tadi, son esa hech bo'lmaganda $2^{10} = 1024$ marta kichrayadi.

Bir million taxminan 2^{20} ga teng (2^{20} dan kichikroq ham; tekshirib ko'ring: $2^{20} = 2^{10} \cdot 2^{10} = 1024 \cdot 1024 = ?$). Demak, bizga millionni 0 ga aylantirish uchun kamida $20 \cdot 1 = 20$ va ko'pi bilan $20 \cdot 2 = 40$ qadam kerak bo'ladi.

Bu baholash millionga yaqin har qanday son uchun o'rinli, aytaylik, 600000 dan 1000000 gacha sonlar uchun.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Algoritmikada qanday shartlar bilan ish ko'riladi?*
2. *Mantiqy amallar haqida so'zlab bering.*
3. *Mantiqiy amallar qanday ketma-ketlikda bajariladi?*
4. *Biror mantiqiy amalni rostlik jadvali haqida so'zlab bering.*
5. *Tarmoqlanish tuzilmasining qisqa ko'rinishi haqida so'zlab bering.*
6. *Tarmoqlanish tuzilmasining to'liq ko'rinishi haqida so'zlab bering.*
7. *Tarmoqlanish tuzilmasi siklik tuzilmadan nimasi bilan farqlanadi?*
8. *Inson hayotidan tarmoqlanish tuzilmasiga misollar keltiring.*
9. *TOKI – BAJAR tuzilmasiga misollar keltiring.*

Qo'shimcha masalalar

1-mantiqiy masala. **EMAS**(6>5) VA (7+7 = 15) **YOKI** (63−21 = 7) mantiqiy ifodaning qiymatini aniqlang.

2-mantiqiy masala. A = ROST, B = YOLG'ON, C = ROST bo'lsa, A **VA EMAS** B **YOKI** C mantiqiy ifodaning qiymatini aniqlang.

3-mantiqiy masala. **EMAS**(A **VA** B) ≡ ((**EMAS** A) **YOKI** (**EMAS** B)) ayniyat o'rinli ekanligini rostlik jadvali yordamida isbotlang.

4-mantiqiy masala. **EMAS**(A **YOKI** B) ≡ ((**EMAS** A) **VA** (**EMAS** B)) ayniyat o'rinli ekanligini rostlik jadvali yordamida isbotlang.

5-mantiqiy masala. Bir kishi aytdi: «Rost emaski men qoraman va to'g'riso'zman». U kishi kim?

Mantiqiy masala-6. *A* kishi aytdi: «Hech bo'lmaganda birimiz qoramiz», *B* kishi aytdi: «Hech bo'lmaganda birimiz yolg'onchimiz». Ular kimlar?

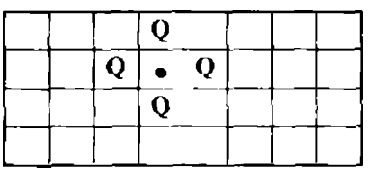
B-1. Baqa (1; 2; 1; 2) *n* ta bargli nilufarning a tartib raqamli bargidan barcha pashshalarni yeb a+1 tartib raqamli bargiga kelitirish algoritmini tuzing.

B-2. Baqa (1; 2; 1; 2) *n* ta bargli nilufarning 1 tartib raqamli bargidan barcha pashshalarni, yeb *b* tartib raqamli bargiga kelitirish algoritmini tuzing.

B-3. Baqa (1; 2; 1; 2) *n* ta bargli nilufarning *a* tartib raqamli bargidan barcha pashshalarni yeb, *a* dan o'ngdagi *b* tartib raqamli bargiga kelitirish algoritmini tuzing.

Robot qayerda yashaydi?

Robot teng o'lchamdagi kvadratlarga bo'lingan tekislikda yashaydi (6.1-rasm). U kvadratlarning birida joylashgan va ixtiyoriy qo'shni kvadratga o'tishi mumkin. Robot **qo'shni** deganda gorizontal yoki vertikal bo'yicha o'zi turgan kvadratga yopishgan kataklarni tushunadi. Shu bilan birga Robot o'zi turgan kvadratni bo'yashi ham mumkin. Rasmda Robot nuqta bilan, qo'shni kvadratlar *Q* harfi bilan ko'rsatilgan.



6.1-rasm.

Robot 5 ta ko'rsatmani bajaradi:

yuqoriga
quyiga
chapga
o'ngga
bo'ya

Bulardan **yuqoriga**, **quyiga**, **chapga** va **o'ngga** ko'rsatmalari Robotni mos yo'nalishlar bilan siljishga majbur qiladi. Lekin **bo'ya** ko'rsatmasida Robot harakatlanmaydi, faqat o'zi turgan kvadratni bo'yaydi. Agar kvadrat bo'yalgan bo'lsa, u holda **bo'ya** ko'rsatmasida kvadratning rangi o'zgarmaydi (xuddi Robot hech qanday ish bajarmagandek bo'ladi).

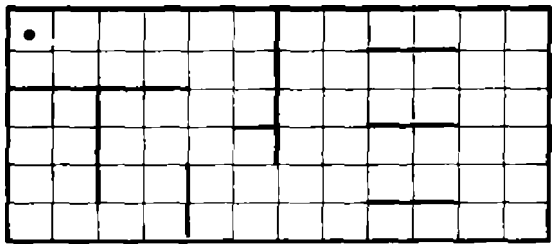
Devorlar

Robotning hayotida eng qizig'i, ba'zi kvadratlar orasida devor borligi (6.2-rasm). Odatda, Robot kvadratlardan hosil bo'lgan va har tomondan devorlar bilan o'ralgan to'g'ri to'rtburchak

ichida joylashgan bo'ladi. Lekin shu to'g'ri to'rtburchak ichida ham devorlar bo'lishi mumkin.

Ba'zan devorlar murakkab shaklni hosil qiladi, bu shakl **labirint** deb ataladi.

Robot devor ichidan o'ta olmaydi. Agar devor ichidan o'tmoqchi bo'lsa, Robot «sochilib» ketadi. Yoki algoritmik tilda aytganda **INKOR** holatiga olib keladi.



6.2-rasm.

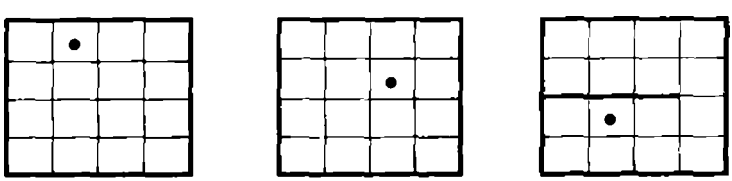
Robotni bunday halokatli holatlarga tushirmaslik uchun quyidagi to'rtta shartni tekshirishimiz zarur:

yuqori bo'sh
quyi bo'sh
chap bo'sh
o'ng bo'sh

Bo'sh so'zi shu tomonda devor yo'qligini bildiradi.

Robot o'zi turgan katakning devorinigina aniqlay oladi. O'zi turgan kvadrat bilan devor orasida bitta kvadrat bo'lsa ham uzoqdagi bu devorni «ko'ra» olmaydi. U yonida turgan devorgagina «tegib» ko'rishi mumkin. Quyidagi 6.3-rasmda turli holatlarda **yuqori bo'sh** degan birgina shartning qiymatini ko'rish mumkin. Tushunarliki, **yuqori bo'sh** sharti (agar u **Rost** bo'lsa) Robot **yuqoriga** ko'rsatmasini sochilib ketmasdan bajara olishini bildiradi.

yuqori bo'sh



YOLG'ON **ROST** **YOLG'ON**

6.3-rasm.

Bu kabi mulohazalar **chap bo'sh** sharti va **chapga** ko'rsatmasi, va yana boshqa ko'rsatma va shart juftliklari uchun ham to'g'ri bo'ladi.

6.1-mashq

Barcha ko'rsatma va shart juftliklari uchun rasmlarni chizib ko'ring. Shartlar ro'yxatni tugatish uchun Robot biladigan oxirgi shartni keltiramiz:

bo'yalgan

Bu shart Robot turgan kvadratni bo'yalgan yoki bo'yalmaganini tekshirish imkonini beradi. Agar kvadrat bo'yalgan bo'lsa, shart **ROST**, aks holda **YOLG'ON**.

Ko'rib turibsiz, Robotning ko'rsatmalari juda sodda. Lekin uni o'rab turgan muhit xilma-xil imkoniyatlarga boy. Robotning maydonida turli labirintlar, yo'laklar, har xil shakldagi xonalar va boshqa figuralar yordamida juda ko'p qiziqarli masalalar qo'yish mumkin. Robotning mikrohayoti algoritmik tafakkurni rivojlantirish uchun a'lo darajadagi mashq maydonidir.

Robotning imkoniyatlari bilan tanishuv

6.1-masala

Robotni turgan kvadratidan *D* harfi turgan kvadratga o'tkazuvchi Ot yurish nomli protsedurani yozing (6.4-rasm).

6.4-rasm.

Javob:

PROT ot yurish
BOSHLANISH
o'ngga
o'ngga

quyiga

TAMOM

Shubhasiz, bizning yechimimiz yagona emas, boshqa yechimlar ham bor.

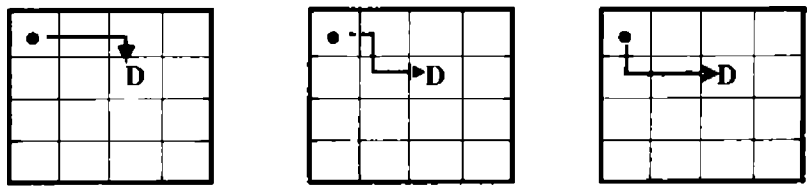
6.2-mashq

Bizning yechimimizdan farqli faqat uchta ko'rsatmadangina iborat bo'lgan yana bitta ptotsedura yozing.

6.2-masala

Robotni turgan kvadratidan *D* harfi turgan kvadratga o'tkazuvchi 3 ta qadamdan iborat barcha algoritmlarni tuzing. Bunday algoritmlar soni nechta?

Yo'llanma. Bunday algoritmlar soni 3 ta. 6.5-rasmda shu algoritmlarga mos Robotning harakatlanish yo'li ko'rsatilgan.



6.5-rasm.

6.3-mashq

6.1-masala yechimida keltirilgan algoritmga qaysi rasm mos kelishini aniqlang.

Javob. Birinchi.

6.3-masala

Robot 6x12 kvadratdan iborat devorlar bilan o'ralgan to'g'ri to'rtburchakli maydonning chap yuqori burchagida turibdi. Quyidagi algoritm natijasida hosil bo'lgan Robot maydonini chizing:

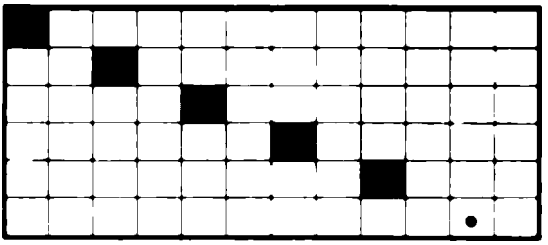
TAKRORLANSIN 5 MARTA

bo'ya

ot yurish

TAMOM

Javob. 6.6-rasmni qarang.



6.6-rasm.

6.4-masala

Oldingi masaladagi **bo'ya** ko'rsatmasi va **ot yurish** protsedurasi o'rinlarini almashtiramiz. Algoritm natijasida hosil bo'lgan Robot maydonini chizing:

TAKRORLANSIN 5 MARTA
    ot yurish
    bo'ya
TAMOM

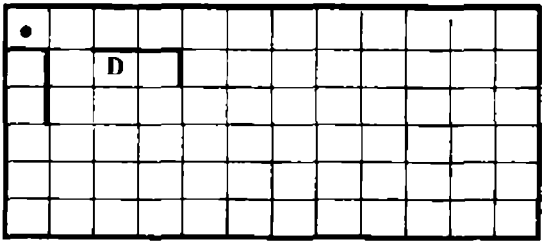
6.5-masala

Yuqoridagi maydonda algoritmdagi takrorlanishlar soni 5 ni 6 bilan almashtiramiz. Algoritmni bajarishga urinishda nima ro'y berishini izohlang:

TAKRORLANSIN 6 MARTA
    ot yurish
    bo'ya
TAMOM

Javob. Algoritmdagi **ot yurish** protsedurasi 5 marta muvaffaqiyatli bajariladi va oltinchi marta ishlash boshlanadi. Lekin Robot o'ngga bitta qadam qo'ya oladi. O'ngga yana bir qadam qo'yishga urinishda Robot devorga urilib sochilib ketadi.

Endi Robotning 6x12 maydonida devorlar quramiz (6.7-rasm).



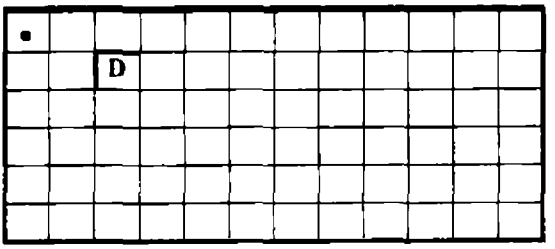
6.7-rasm.

6.6-masala

Robot *D* harfli kvadratga borishi kerak. 6.2-masalada yozilgan algoritmlardan faqat bittasi bu masala yechimini beradi. Shu algoritmni toping.

Javob. Bu algoritm ikkinchi rasmga mos keladi.

Endi maydon ichidagi devorlar joyini o'zgartiramiz (6.8-rasm).



6.8-rasm.

Endi Robot 3 ta qadamda *D* harfli kvadratga bora olmaydi.

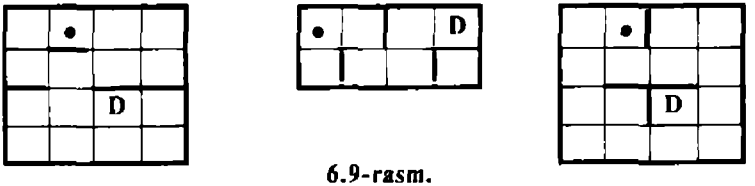
6.7-masala

Robotni 5 qadamda *D* harfli kvadratga olib keladigan algoritmni yozing. Bu ishni bajara oladigan nechta bir-biridan farqli algoritm tuzish mumkin? Robotning yurish yo'lini chizing.

Yo'llanma. Bunday algoritmlar 4 ta.

6.8-masala

Quyidagi 3 ta rasm uchun (6.9-rasm) Robotni *D* harfli kvadratga olib keladigan algoritmlarni yozing.



6.9-rasm.

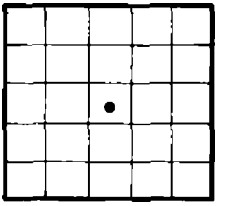
6.9-masala

Quyida keltirilgan algoritmlarda 5 marta **bo'ya** ko'rsatmasi qo'llanilgan:

bo'ya	**bo'ya**
o'ngga	**o'ngga**
bo'ya	**bo'ya**

quyiga	**quyiga**
bo'ya	**bo'ya**
o'ngga	**chapga**
bo'ya	**bo'ya**
quyiga	**yuqoriga**
bo'ya	**bo'ya**

Ikkala holda ham 6.10-rasmdagi maydonda bo'yalgan kvadratlar soni 5 ta bo'ladimi?

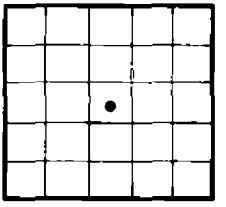


6.10-rasm.

Javob. Birinchi algoritmdagi Robot haqiqatan beshta kvadratni bo'yaydi. Ikkinchi algoritm faqat to'rtta katakni bo'yaydi, chunki Robot bitta kvadratni ikki marta bo'yaydi.

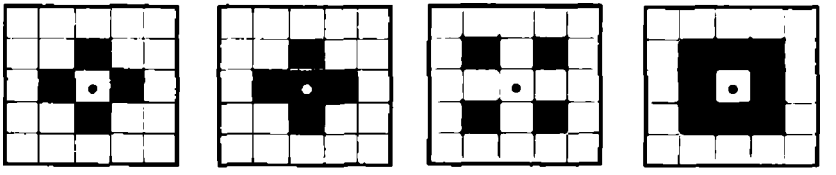
6.10-masala

Robotning dastlabki holati 6.11-rasmda ko'rsatilgan.



6.11-rasm.

Shunday algoritmlar tuzingki, ular bajarilgandan so'ng 6.11-rasmdan 6.12-rasmdagi naqshlar hosil bo'lsin.



6.12-rasm.

6.11-masala

O'zingiz bo'yalgan kvadratlardan iborat rasm o'ylang. Bu sizning do'stingiz uchun vazifa bo'lsin, do'stingiz esa siz uchun vazifa tayyorlasin. Robot rasmlarni bo'yashi uchun algoritm tuzinglar.

Endi shumtakalar haqida 3 ta masalani e'tiboringizga havola etamiz.

6.12-masala

Islom doskaga Robot uchun algoritm yozdi. Shumtaka Omon yugurib kelib bitta ko'rsatmani o'chirib tashladi:

yuqoriga
o'ngga
???
quyiga
chapga
chapga

Agar Islomning algoritmi bajarilgandan keyin Robot o'zining dastlabki joyiga qaytib kelishi ma'lum bo'lsa, Omon qanday ko'rsatmani o'chirgan?

Yechim. Bu ko'rsatma **o'ngga**. Chunki Robot yana o'zining dastlabki joyiga qaytib kelishi uchun **o'ngga** va **chapga** ko'rsatmalari soni bir xil bo'lishi kerak. Xuddi shunday, **yuqoriga** va **quyiga** ko'rsatmalari soni bir xil bo'lishi kerak.

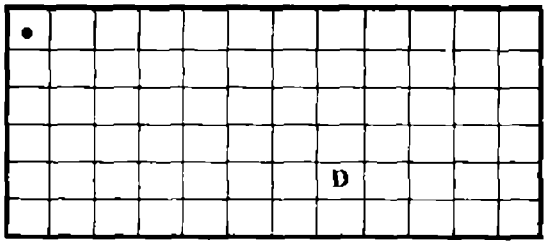
6.13-masala

Jamshid Robotni o'zining dastlabki joyiga qaytarib keltiradigan algoritm tuzdi. Shumtaka Omon yugurib kelib bitta ko'rsatmani o'chirib tashladi. Ammo hosil bo'lgan algoritm bajarilgandan keyin Robot baribir o'zining dastlabki joyiga qaytib keldi. Omon qanday ko'rsatmani o'chirgan?

Javob. Bu ko'rsatma **bo'ya**.

6.14-masala

Sunnatilla Robotni *D* harfli kvadratga olib keladigan algoritm tuzdi (6.13-rasm). U har bir ko'rsatmani alohida varaqqa yozdi va kerakli tartibda ustma-ust bir to'pga terdi. Shundan keyin algoritmni endi daftarga ko'chiraman deb turganida shumtaka Omon yugurib kelib barcha varaqlarni aralashtirib yubordi. Qizig'i shundaki, shundan keyin ham Robotni *D* harfli kvadratga olib keladigan algoritm hosil bo'ldi. Buning sababini tushuntirib bering.

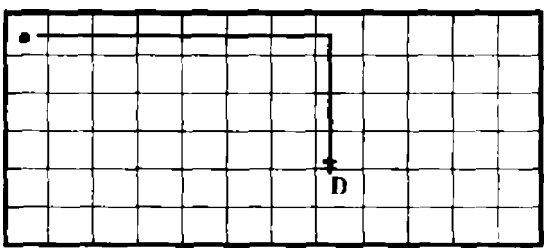


6.13-rasm.

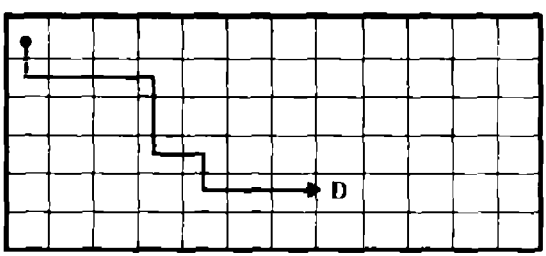
Yechim. Sunnatillaning algoritmida 7 ta **o'ngga** ko'rsatmasi va 4 ta **quyiga** ko'rsatmasi bo'lgan. 7 ta **o'ngga** ko'rsatmasi va 4 ta **quyiga** ko'rsatmasi bo'lgan har qanday yo'l baribir *D* harfli kvadratga olib keladi.

6.4-mashq

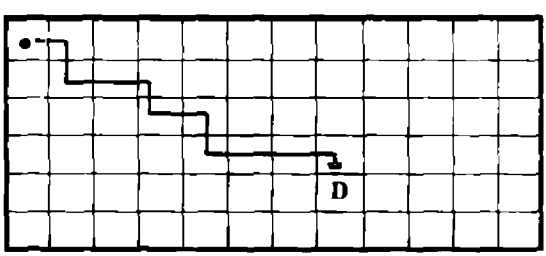
6.14, 6.15, 6.16-rasmlardagi Robotning chapga va quyiga necha qadam yurganini sanang.



6.14-rasm. Sunnatillaning algoritmi.



6.15-rasm. Kartochkalar aralashib ketdi.



6.16-rasm. Kartochkalar qaytadan aralashtirildi.

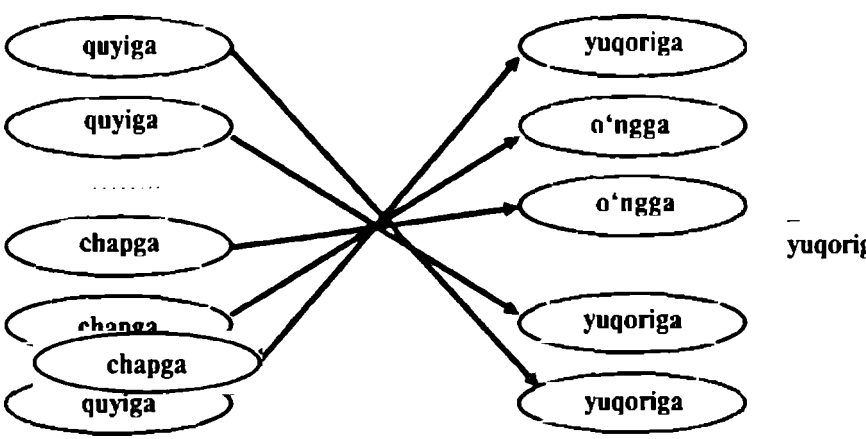
Robot chalkashib ketgan labirintda aylanib yurib «xazina» (bo'yalgan kvadrat) topib oldi. U quyidagicha yurgan edi:

quyiga
quyiga
o'ngga
quyiga
o'ngga
o'ngga
yuqoriga
chapga
yuqoriga
o'ngga
yuqoriga
chapga
chapga
quyiga

6.15-masala

Robot qanday qilib labirintdan chiqib ketadi, ya'ni oxirgi kvadratdan dastlabki kvadratga aniq teskari yurib bora oladi?

Yechim. Robotning yurgan yo'lini chizib, masalani yechish qulay. Lekin busiz ham yechish mumkin. Bunda bizga avvalgi boblarda ko'rilgan (eslab ko'ring-chi) mulohazaning umumiy bir usuli yordam beradi. Robot qilgan oxirgi qadam **quyiga** edi. Demak, orqaga qaytayotganda birinchi qadam **yuqoriga** bo'ladi. Oxiridan bitta oldingi qadam **chapga** edi, demak, ikkinchi qadam **o'ngga** bo'ladi va hokazo. Natijada quyidagi algoritmlarni hosil qilamiz:



6.5-mashq

Algoritmni mustaqil ravishda to'liq yozib chiqing.

Bu usulning mohiyatini yana bir bor takrorlaymiz. Har bir ko'rsatmani aksi bilan almashtiramiz: **o'ngga** o'rniga **chapga** yoziladi, **chapga** o'rniga **o'ngga**, **yuqoriga** o'rniga **quyiga** va nihoyat **quyiga** o'rniga **yuqoriga** yoziladi. Endi aks ko'rsatmalarni teskari tartibda yozib chiqilsa bo'ldi.

Bu usulni oddiy hayotiy misolda ham ko'rish mumkin. Shunday ko'rsatmani qaraymiz:

paypog'ingni kiy

Aks ko'rsatma quyidagicha bo'ladi:

paypog'ingni yech

Xuddi shunday

tufligingni kiy

ko'rsatmasiga

tufligingni yech

ko'rsatmasi aks bo'ladi.

«Oyoq kiyimini kiyish» algoritmini yozamiz:

paypog'ingni kiy
tufligingni kiy

Endi bu algoritmga teskari «Oyoq kiyimini yechish» algoritmi quyidagicha bo'ladi:

tufligingni yech
paypog'ingni yech

Ko'rib turganingizdek, bu algoritmda ikkita aks ko'rsatma **teskari tartibda** yozilgan.

6.16-masala

Robotni bir kvadratdan ikkinchisiga olib boradigan (xohlasangiz, labirintda deb hisoblang) algoritm yozing. Do'stingiz esa Robotning bosib o'tgan yo'lini oxiridan boshigacha aniq teskari yo'nalishda harakatlantiradigan algoritm tuzsin. Siz ham do'stingiz tayyorlagan algoritm uchun ham shu ishlarni bajaring.

6.17-masala

Robot maydonida devorlar yo'qligi ma'lum. Robot quyidagi algoritmni bajardi:

quyiga
quyiga
quyiga
o'ngga

o'ngga
quyiga
o'ngga
yuqoriga
yuqoriga
chapga
chapga

Bu harakatlardan keyin Robot *A* kvadratdan *B* kvadratga o'tdi. Shunday algoritm tuzingki, Robot eng qisqa yo'l orqali (ya'ni, eng kam qadamda) *B* kvadratdan *A* kvadratga qaytsin. Algoritmni rasm chizmasdan tuzishga harakat qiling.

Yechim. Bizning algoritmimizda 4 ta **quyiga** ko'rsatmasi va 2 ta **yuqoriga** ko'rsatmasi bor. Demak, natijada Robot 2 ta katak **quyiga** suriladi. Boshlang'ich holatga qaytish uchun 2 ta **yuqoriga** ko'rsatmasini bajarish yetarli. Xuddi shunday, algoritmimizda 3 ta **o'ngga** ko'rsatmasi va 2 ta **chapga** ko'rsatmasi bor. Boshlang'ich holatga qaytish uchun 1 ta **chapga** ko'rsatmasini bajarish yetarli. Demak, Robotni *B* katakdan *A* katakka siljitadigan eng sodda algoritmda 2 ta **yuqoriga** ko'rsatmasi va 1 ta **chapga** ko'rsatmasi bo'lishi yetarli. Maydonda devorlar bo'lmagani uchun bu ko'rsatmalarni ixtiyoriy tartibda, ya'ni, masalan, quyidagicha yozish mumkin:

yuqoriga
yuqoriga
chapga

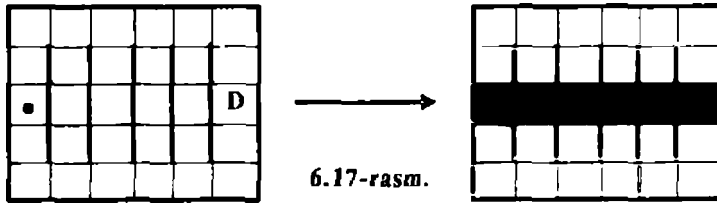
6.6-mashq

6.17-masaladagi algoritmlarning rasmini ikki xil rangli qalamda chizing.

Takrorlanuvchi holatlar

6.18-masala

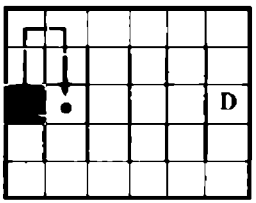
Robot maydonida chapdagi rasmda ko'rsatilganidek devorlar bor (6.17-rasm). Robotni *D* katakka o'tkazish va shu bilan birga ikkinchi rasmda ko'rsatilganidek, devorlar orasidagi kataklarni bo'yash kerak.



6.17-rasm.

Yechim. Rasmdan ko'rinib turibdiki, Robot bir xil ko'rsatmalarni bir necha bor takrorlashi kerak bo'ladi: katakni bo'yash, keyin devorni aylanib o'tish (6.18-rasm):

Bu ko'rsatmalarni protsedura ko'rinishida yozish qulay:



6.18-rasm.

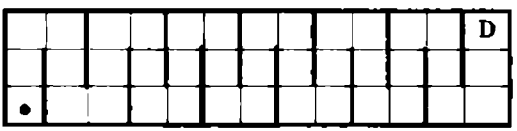
```
PROT aylanish
BOSHLANISH
    bo'ya
    yuqoriga
    yuqoriga
    o'ngga
    quyiga
    quyiga
TAMOM
```

Endi protsedurani 5 marta takrorlasak bo'ldi, nima dedingiz? Lekin agar shunday yo'l tutsak kamchilikka yo'l qo'yar ekanmiz. Algoritm 5 ta katakni bo'yab *D* katakni bo'yamas ekan. Bu kamchilikni osongina tuzatish mumkin:

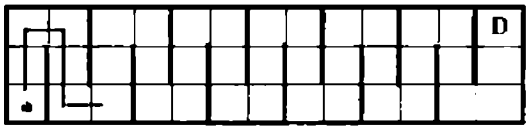
```
TAKRORLANSIN 5 MARTA
    aylanish
TAMOM
bo'ya
```

6.19-masala

Robotni *D* katakka, ya'ni chap quyi katakdan o'ng yuqori katakka o'tkazuvchi algoritm tuzing (6.19 rasm).



6.19-rasm.

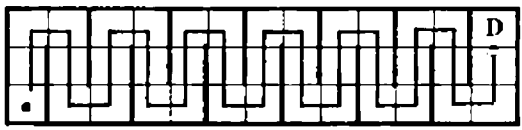


6.20-rasm.

Yechim. Bu masalada ham bir xil ko'rinishda takrorlanadigan yo'lning qismi bor. Bu qism 6.20-rasmda ko'rsatilgan. Har doimgidek, yo'lning bu qismini protsedura ko'rinishida yozish qulay:

PROT so'roq
BOSHLANISH
yuqoriga
yuqoriga
o'ngga
quyiga
quyiga
o'ngga
TAMOM

Agar protsedura 6 marta takrorlansa, Robot yo'lni oxirgi ikkita yurishsiz 6.21-rasmda tasvirlanganidek bosib o'tadi.



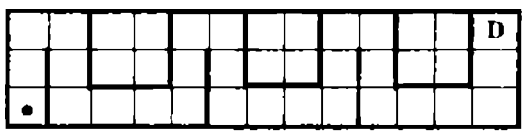
6.21-rasm.

Shuning uchun bizga kerakli algoritm quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

TAKRORLANSIN 6 MARTA
so'roq
TAMOM
yuqoriga
yuqoriga

6.20-masala

Robotni D katakka olib keluvchi algoritm tuzing (6.22-rasm).



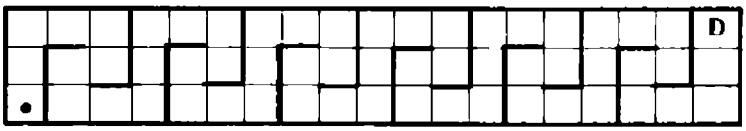
6.22-rasm.

Yo'llanma. Avvalgi masalalar kabi takrorlanuvchi qismlarni topib protsedura ko'rinishida tashkil qilishni maslahat beramiz.

Shu kabi mulohaza keyingi masalaga ham o'tadi, lekin undagi labirint ancha murakkablashgandir.

6.21-masala

Robotni *D* katakka olib keluvchi algoritm tuzing (6.23-rasm).



6.23-rasm.

Masalani mustaqil yecha olishingizga ishonamiz.

TAKRORLANSIN – MARTA tuzilmasini qo'llash qulay bo'lgan yana bir holat: Robot uzoq yo'lga ketmoqda. Bu holda **o'ngga** ko'rsatmasini ko'p marta yozgandan ko'ra takrorlash tuzilmasini qo'llash qulay.

6.22-masala

Robot maydoni 6x12 kvadratli to'g'ri to'rtburchakdan iborat. Robot chap yuqori burchakdagi katakda turibdi (6.24-rasm). Chegara yoqalab yurib barcha chegaraviy kataklarni bo'yash algoritmini tuzish talab etiladi.

6.24-rasm.

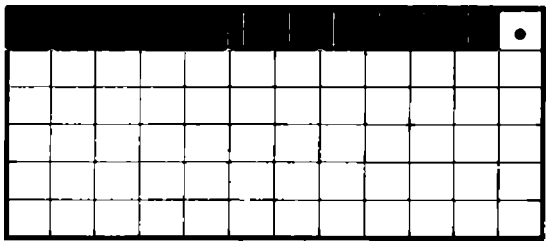
Yechim. Avval yuqori chegara bo'ylab yuramiz (e'tibor qiling, o'zimizni Ijrochi Robotning o'rniga qo'yib ko'ryapmiz). Kataklar soni 12 ta, shuning uchun turgan katagimizni hisobga olmagan holda 11 ta qadam yuramiz:

TAKRORLANSIN 11 MARTA
bo'ya

o'ngga

TAMOM

O'ng yuqori katak bo'yalmasdan qoldi (6.25-rasm).



6.25-rasm.

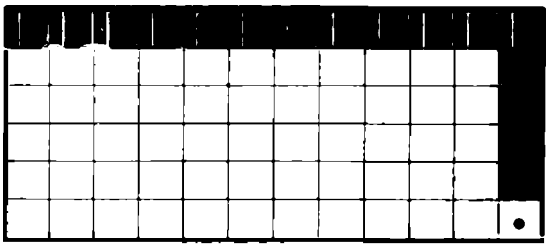
Bu katak o'ng chegara bo'ylab yurganimizda bo'yaladi (6.26-rasm):

TAKRORLANSIN 11 MARTA

bo'ya

quyiga

TAMOM



6.26-rasm.

6.7-mashq

Algoritmni mustaqil ravishda to'liq yozib chiqing.

6.23-masala

Robot maydoni 6x12 bo'lgan to'g'ri to'rtburchakdan iborat. Robot chap yuqori burchakdagi katakda turibdi (6.24-rasmga qarang). Barcha kataklarni bo'yash algoritmini tuzing.

Yechim. Maydonning barcha kataklarini juda ko'p usul bilan aylanib chiqish mumkinligini tushunish qiyin emas. Robot o'zi turgan gorizontaldagi kvadratlarni bo'yashi uchun avval **yo'lakni bo'ya** protsedurasini yozamiz:

PROT yo'lakni bo'ya

BOSHLANISH

TAKRORLANSIN 11 MARTA
bo'ya
o'ngga
TAMOM
bo'ya
TAMOM

To'g'ri to'rtburchakning gorizontal yo'lagi 12 ta katakdan iboratligiga e'tibor bering, shuning uchun Robot o'ngga 11 marta surilishi kerak. Lekin bo'yalishi kerak bo'lgan kataklar 12 ta. Shuning uchun protseduraga siklga kirmagan yana bitta **bo'ya** ko'rsatmasini qo'shdik.

Endi soddagina bo'lgan **orqaga qayt** protsedurasini yozamiz:

PROT orqaga qayt
BOSHLANISH
TAKRORLANSIN 11 MARTA
chapga
TAMOM
TAMOM

Yuqoridagilarga asosan **yo'lakni bo'ya** va **orqaga qayt** protsedurasini tuzamiz:

PROT yo'lakni bo'ya va orqaga qayt
BOSHLANISH
yo'lakni bo'ya
orqaga qayt
TAMOM

Endi to'liq algoritmni yoza olamiz va u quyidagicha:

yo'lakni bo'ya va orqaga qayt
TAKRORLANSIN 5 MARTA
yo'lakni bo'ya va orqaga qayt
TAMOM

6.8-mashq

Quyidagi algoritmni yozish nima uchun xato bo'lardi?

TAKRORLANSIN 6 MARTA
yo'lakni bo'ya va orqaga qayt
TAMOM

Yo'llanma. Robot maydonida **yo'lakni bo'ya** va **orqaga qayt** protseduralari bajarilgach, nima bo'lishini ko'rish uchun rasm chizishni tavsiya etamiz.

«Robot maydonida nima bo'lishini ko'rish» savolida ikkita savolni ko'rish kerak:

- Robot qayerda joylashgan bo'ladi?
- Qaysi kataklar bo'yaladi?

6.9-mashq

Robot maydon kataklarini boshqacha tartibda aylanib chiqadigan algoritm tuzing.

6.24-masala

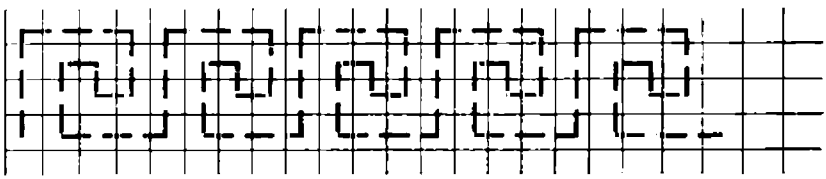
Robot quyidagi algoritmni bajarganda harakat qiladigan yo'lini katak varaqqa chizing:

TAKRORLANSIN 5 MARTA

yuqoriga
yuqoriga
yuqoriga
o'ngga
o'ngga
o'ngga
quyiga
quyiga
chapga
yuqoriga
chapga
quyiga
quyiga
quyiga
o'ngga
o'ngga
o'ngga

TAMOM

Javob. Robot yuradigan yo'l 6.27-rasmda ko'rsatilgan.



6.27-rasm.

Qadimgi yunonlar 6.27-rasmda tasvirlangan naqshni juda yaxshi ko'rishardi. Ular bu naqshdan binolarni, vazalarni, kiyimlarni va boshqa narsalarni bezatishda juda ko'p foydalanishgan. Yunonlar bu naqshning qirg'og'i ilonizi bo'lgan Meandr daryosiga qiyoslab **meandr** deb atashgan.

Meandrni Robot yordamida kataklarni boshqacha bo'yab ham tasvirlash mumkin (6.28-rasm).

6.28-rasm.

6.25-masala

6.28-rasmdagi meandrni tasvirlovchi algoritm tuzing.

Qiziqarli masalalar

Biz hozirgacha yechgan masalalarda maydondagi holat to'liq berilgan edi. Biz Robot qayerda turganini, u qayoqqa yurishi kerakligini, maydon o'lchami qandayligini, devorlar maydonning qayerida joylashganini bilar edik. Bir so'z bilan aytganda, nimani bilish mumkin bo'lsa, hammasini bilar edik. Shuning uchun ham algoritmni tuzish oson kechardi: har bir qadam oldindan ma'lum. Faqatgina bitta qiyinchilik bor edi, u ham bo'lsa algoritm ba'zan uzun bo'lib ketardi.

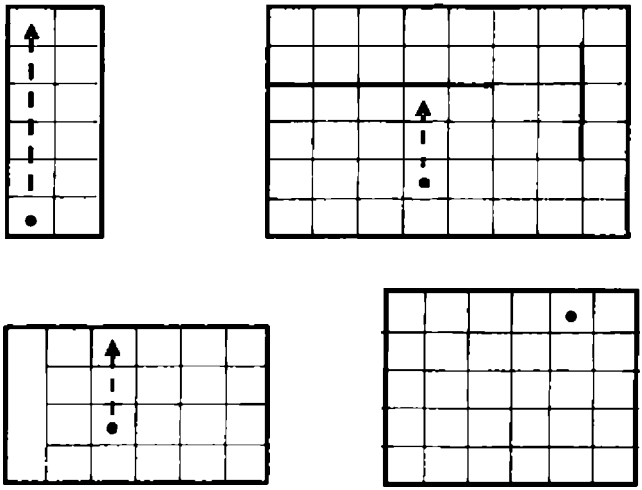
Algoritm tuzish biror narsa noma'lum bo'lganda qiziqarliroq kechadi. U holda Robotning o'zi vaziyatga moslashishga va sharoitdan kelib chiqib, o'zini turlicha tutishga majbur bo'ladi. Bu holda siz bilan bizga esa dasturchi sifatida har qanday holatlarni hisobga olishga to'g'ri keladi.

6.26-masala

Biz Robot qayerda turganini bilamiz. U yuqorida joylashgan eng yaqin devorning oldiga borib to'xtashi kerak.

1-sharh

6.29-rasmda har xil bir nechta maydon tasvirlangan bo'lib, Robot borishi kerak bo'lgan katak strelkaning uchi yordamida ko'rsatilgan.



6.29-rasm.

Oxirgi to'rtinchi holatda yurishga joy yo'q — Robot yuqori devor oldida turibdi. Masalaning murakkabli shundaki, Robot yuqoriga nechta qadam yura olishini avvaldan ayta olmaymiz: 2 tami, 5 tami, 0 tami yoki bo'lmasa, 100 000 tami (agar maydon yetarlicha katta bo'lsa). Boshqacha aytganda, Robot «toki imkoni bor ekan yuqoriga» yuradi.

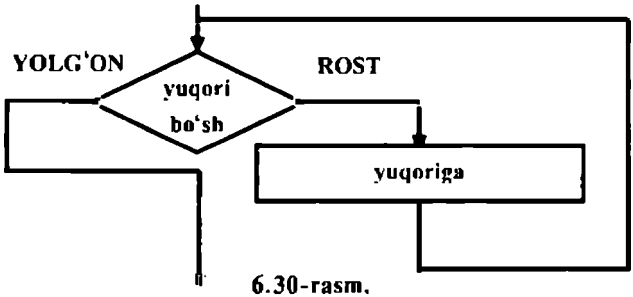
2-sharh

Har qanday masalani ikki dasturchi uchun o'yin sifatida qarash mumkin. Avval birinchi dasturchi Robot uchun algoritm tuzadi — Qo'yilgan masalaning yechimi. Keyin ikkinchi dasturchi Robot maydonini quradi — Masala shartiga mos. U maydon o'lchamlarini tanlaydi, devorlar chizadi va xohlagan joyiga Robotni joylashtiradi. Shundan keyin Robot birinchi dasturchi tuzgan algoritmni bajaradi va u to'g'ri natija berishi shart!

Yechim. Masalamizning yechimi hayron qolarli darajada sodda. Yechimga yo'llanma berilgan "toki imkoni bor ekan yuqoriga" sharhining ichida yotibdi.

TOKI yuqori bo'sh BAJAR
yuqoriga
TAMOM

Ba'zan algoritmni blok-sxema ko'rinishida tasvirlash zarar qilmaydi, aksincha, foydali bo'ladi, yuqoridagi algoritmning blok-sxemasi quyidagicha:



6.30-rasm.

6.27-masala

Robot devor bilan o'ralgan to'g'ri to'rtburchak ichida joylashgan, maydon ichida boshqa devorlar yo'q. Robotning qaysi katakda joylashgani noma'lum. Robotni o'ng yuqori burchakka olib keluvchi algoritm tuzing.

Yechim. Oldingi masalaning yechimini bilganimiz uchun bu masala oson yechiladi:

```
TOKI yuqori bo'sh BAJAR
    yuqoriga
TAMOM
TOKI o'ng bo'sh BAJAR
    o'ngga
TAMOM
```

6.28-masala

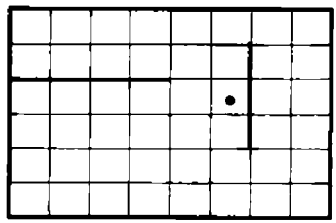
Faraz qilaylik, Robot maydonida ichki devorlar bor ekanligini yashirishgan bo'lsin (6.31-rasmdagi kabi). Robotni o'ng yuqori burchakka olib keluvchi algoritm tuzing.

6.31-rasm.

Devorlarning bunday joylashishida yuqoridagi algoritm masalani hal eta olmaydi. Lekin bu algoritmning o'ziga yarasha muhim bir afzallik tomoni bor. Agar avvalgi masalada biz maydon o'lchamini va Robot turgan joyni oldindan bilganimizda algoritmni «soddaroq» qilib yozardik:

TAKRORLANSIN 4 MARTA
yuqoriga
o'ngga
TAMOM
o'ngga

Bu algoritmni hozirgi masalaga qo'llab bo'lmaydi, chunki Robot ko'zda tutilmagan devorga urilib sochilib ketadi. Avvalgi masala yechimidagi algoritm esa halokatga olib kelmaydi. Chunki har bir qadam qo'yishdan avval Robot devor bor-yo'qligini tekshirib ko'radi va 6.32-rasmdagi holatga keladi.

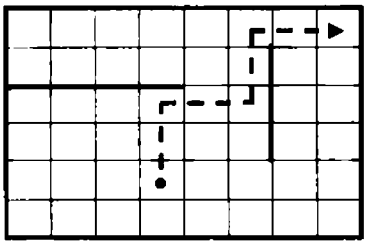


6.32-rasm.

Yechim. Devorlar holatini bilganimiz uchun avvalgi masala yechimini ikki marta qo'llaymiz, ya'ni algoritm quyidagicha bo'ladi:

TAKRORLANSIN 2 MARTA
TOKI yuqori bo'sh BAJAR
yuqoriga
TAMOM
TOKI o'ng bo'sh BAJAR
o'ngga
TAMOM
TAMOM

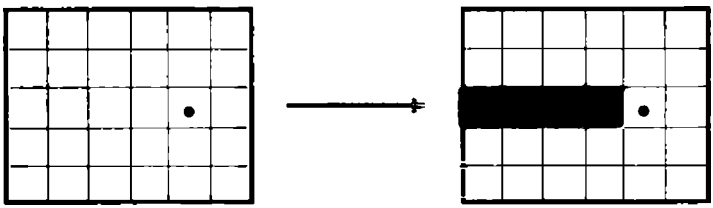
Bu algoritm natijasida Robot 6.33-rasmdagi yo'l bilan yuqori o'ng burchakka boradi. Birinchi takrorlanishda Robot avval **TOKI yuqori bo'sh BAJAR** protsedurasiga ko'ra yuqoriga ikki qadam yuradi va devor oldida to'xtaydi. Keyin **TOKI o'ng bo'sh BAJAR** protsedurasiga ko'ra o'ngga ikki qadam yuradi va devor oldida to'xtaydi (6.32-rasm). Endi ikkinchi takrorlanish boshlanadi va Robot ikkala protsedurani navbati bilan bajarib, yuqori o'ng burchakka boradi. To'g'ri to'rtburchakning yuqori va o'ng devorlari Robotni siljitgani qo'ymaydi. Agar takrorlanishlar soni 2 dan ziyod berilsa ham Robot sochilib ketmasdan, yuqori o'ng burchakka borib to'xtagan bo'lardi!



6.33-rasm.

6.29-masala

Robot va chap devor orasidagi barcha kataklarni bo'yang va Robotni boshlang'ich holatiga qaytaring (6.34-rasm).



6.34-rasm.

Yechim. Avval ko'rilgan masalalardan devorgacha borishni bilamiz, faqatgina bo'yashni qo'shamiz, xolos:

TOKI chap bo'sh BAJAR
chapga
bo'ya
TAMOM

Endi qanday qilib avval Robot turgan katakka qaytishni o'ylaymiz. Yodingizda bo'lsa, Robot katak bo'yalgan yoki bo'yalmaganligini tekshirishni bilar edi, shunga ko'ra yozamiz:

TOKI bo'yalgan BAJAR
o'ngga
TAMOM

Masala to'liq hal bo'ldi.

E'tiboringizni shunga qaratamizki, bo'yalgan kataklargina Robotning boshlang'ich katagiga qaytarishga imkon berdi. Bo'yalish shartisiz Robot qayerda to'xtashni bilmagan bo'lar edi. Biz-ku, Robot avval qayerda turganligini eslardik, lekin Robot eslay olmaydi — uning xotirasi yo'q. Eslatib o'tamiz, Robot — faqatgina Ijrochi: u bob boshida keltirilgan o'zi biladigan 5 ta ko'rsatmani bajara oladi va 5 ta shartni tekshira oladi, bechorani boshqa hech narsasi yo'q!

Shunday qilib, biz foydali usulni kashf etdik. **Robot** o'ziga xos **xotirasi** sifatida **bo'yalgan katak**larni ishlatishi mumkin ekan. Bo'yalgan kataklar, masalan, Robot qachonlardir shu katakda bo'lganligini bildiradi. Siz ham g'orda adashib qolsangiz, shu kabi ish tutishingiz mumkin. Siz bir joyni ikkinchisidan farqlash uchun g'orda har xil belgilar qoldirishingiz mumkin. To'g'ri, Robotga nisbatan sizda imtiyoz ko'proq — Robot bitta bo'yashni bilsa, siz har xil belgilashlardan foydalana olasiz!

6.30-masala

Robotning maydoni noma'lum o'lchovli to'g'ri to'rtburchak shaklida. Robot chap yuqori katakda turibdi. Maydonning chegarasi yoqalab yurib chegaraviy kataklarni bo'yab chiqish talab etiladi.

Yechim. Sezgan bo'lsangiz, bu masala 6.22-masalani deyarli so'zma-so'z takrorlaydi. U masalada yuqori chegara uzunligi 12 ta katak bo'lgani bois, yuqori chegara bo'ylab 11 qadam yurgan edik. Endi esa chegaralar uzunligini bilmaymiz va o'ngga nechta qadam yurish kerak bo'lsa, shuncha yurmoqchimiz. Buning uchun 4 xil yo'nalishdagi bo'sh kataklar uchun **TOKI — BAJAR** tuzilmasidan foydalanish kerakligini bilamiz. Masalan:

Avvalgi dasturda	Yangi dasturda
TAKRORLANSIN 11 MARTA	**TOKI o'ng bo'sh BAJAR**
bo'ya	**bo'ya**
o'ngga	**o'ngga**
TAMOM	**TAMOM**

6.10-mashq

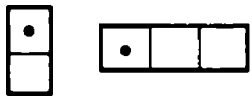
Algoritmni mustaqil oxiriga yetkazing. Tuzgan algoritmingiz 6.35-rasmda berilgan 1x1 o'lchamli to'g'ri to'rtburchak uchun qanday ishlaydi?

6.35-rasm.

Yechim. Ha, bu variantni biz ko'zda tutmaganmiz shekilli. Bunday maydonda Robot bir qadam ham qo'yishi shart emas. Hamma kamchilik shundaki, u birorta ham katakni bo'yamaydi, chunki **TOKI — BAJAR** orasida yotgan shart hech qachon **ROST** qiymat qabul qilmaydi. Lekin, shu birgina katak ham chegaraviy hisoblanadi va demak, masala shartiga ko'ra bo'yalishi kerak. O'z algoritmingizni tahlil qilib ko'ring. Agar shunday tushunmovchilik sizda ham uchrasa, u holda algoritm oxiriga bitta **bo'ya** ko'rsatmasini qo'shib qo'ying.

6.11-mashq

Tuzgan algoritmingiz 6.36-rasmda berilgan maydonlarda qanday ishlashini tekshiring.



6.36-rasm.

6.31-masala

Robot maydoni – ichki devorlari bo'lmagan to'g'ri to'rtburchak. Robot chap yuqori katakda turibdi. Maydonning barcha kataklarini bo'yash talab etiladi.

Yo'llanma. 6.23-masalaning yechimini shu masala yechimiga aylantirish mumkin.

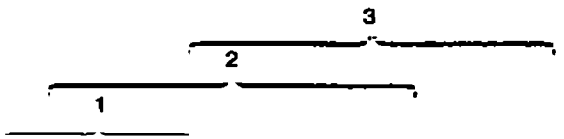
Birikkan shartlar

Endi sizning Robot bilan ishlash tajribangiz bor. Balki sezgandirsiz, biz ba'zi sodda narsalarni tekshirishni bilmaymiz. Biz **yuqori bo'sh** shartining rostligini tekshira olamiz. Yoki Robot yuqori devor oldida turgani, ya'ni yuqori bo'sh emasligi rostligini tekshira olamiz. Lekin biz Robot yuqori chap katakda turganini, ya'ni **yuqori bo'sh emas** va **chap bo'sh emas** shartini rostligini tekshirishimiz qiyin. Ammo Robot ajoyib-g'aroyib labirintlar ichida yurganda shartlarning har xil birikmalarini tekshirish kerak bo'lishi mumkin.

Avvalgi bobda ko'rdikki, mantiqiy amallar juda murakkab shartlarni ham biriktirish imkonini beradi, masalan, «Robot quyi chegarada turibdi, lekin burchakda emas» kabilarni.

Masalan, Robot chap yuqori katakda turish sharti quyidagicha yoziladi: **yuqori bo'sh emas VA chap bo'sh emas.**

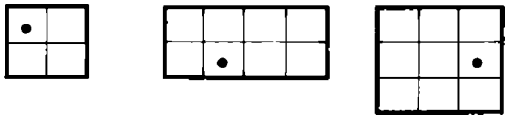
Eslatib o'tamiz, murakkab mantiqiy birikmalarda qavs qo'llanilib, arifmetik amallardagi kabi avval ichki qavslar ichidagi Shart qiymati hisoblanadi. Masalan, quyida amallar bajarilish ketma-ketligi ko'rsatilgan:



((EMAS quyi bo'sh) VA chap bo'sh) VA o'ng bo'sh.

6.12-mashq

6.37-rasmdagi har bir rasm uchun quyidagi shartlarning har birini rost yoki yolg'onligini tekshiring.



6.37-rasm.

yuqori bo'sh VA chap bo'sh
yuqori bo'sh YOKI o'ng bo'sh
EMAS yuqori bo'sh

6.32-masala

Robot maydoni – ichki devorlari bo'lmagan to'g'ri to'rt-burchak. Robotni devorlardan uzoqlashtiradigan (agar mumkin bo'lsa, ya'ni maydonning bo'yi va eni 3 ta katakdan kam bo'lmasa) algoritm tuzing (agar maydon bo'yi yoki eni 3 ta katakdan kam bo'lsa, Robot xohlaganicha harakat qilishi mumkin, faqat sochilib ketmasa bo'ldi).

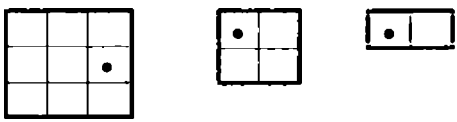
Yechim. Bu yerda yechimning chorak qismini keltiramiz. Robotni chap devordan uzoqlashishga o'rgatamiz:

- **AGAR (EMAS chap bo'sh) VA o'ng bo'sh**
  o'ngga
  TAMOM

Ko'rib turganingizdek, Robot chap devor yonida turibdimi-yo'qmi va o'ngga bir qadam yurish mumkin yoki yo'qligini tekshirdik.

6.13-mashq

Algoritmni mustaqil yakunlang. Tuzgan algoritmingiz 6.38-rasmda berilgan rasmlardagi holatlarda qanday ishlashini tekshiring.

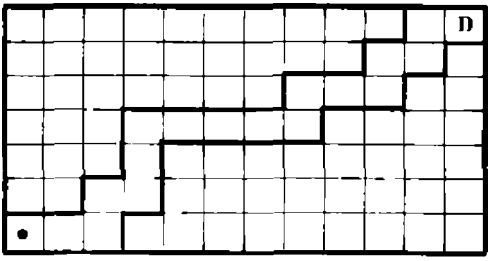


6.38-rasm.

Birikkan shartli algoritmlar

1. Yo'lak bo'ylab yurish. Robot yo'lak bo'ylab yurib maydonning bir burchagidan boshqa burchagiga o'tishi kerak. Yo'lakning aniq shakli ma'lum emas. Faqat uning kengligi 1 ta

katakligi va chap-quyidan o'ng-yuqori yo'nalishda cho'zilib ketgani ma'lum. Bunday yo'lakning namuna ko'rinishi 6.39-rasmda tasvirlangan.



6.39-rasm.

Birinchi navbatda Robotning to'xtashi uchun nima xizmat qilishini aniqlab olaylik. Sayohat yuqori o'ng burchakda tugashi kerak. «Robot yuqori o'ng burchakda» sharti quyidagicha yoziladi:

(EMAS yuqori bo'sh) VA (EMAS o'ng bo'sh).

Avvalgi bobdan ma'lumki, bu shartga teskari "Robot hali burchakda emas" sharti mana bunday:

yuqori bo'sh YOKI o'ng bo'sh.

Robot hali burchakda bo'lmasa, harakatda bo'lishi shart. Demak, bizning algoritmimiz bunday ko'rinishda bo'ladi:

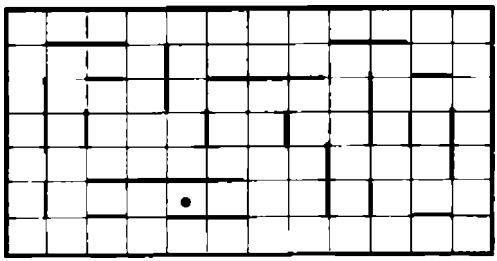
```
TOKI yuqori bo'sh YOKI o'ng bo'sh BAJAR
    bir qadam yur
TAMOM
```

Endi qaysi yo'nalishda qadam tashlash kerakligini hal etamiz – javob aniq. Haqiqatan **TOKI – BAJAR** shartining o'zida yuqori yoki o'ng tomon albatta bo'sh ekanligi aytilgan. **«bir qadam yur»** protsedurasini quyidagicha yozish mumkin:

```
PROT bir qadam yur
BOSHLANISH
    AGAR yuqori bo'sh
    U HOLDA
        yuqoriga
    AKS HOLDA
        o'ngga
    TAMOM
TAMOM
```

Mana, masalani hal qilib qo'ydik!

2. Labirintdan chiqish. Robot labirintning qayeridadir turibdi. Labirintning ichidagi devorlar kesmalardan iborat va ular bir-biri bilan va tashqi devorlar bilan kesishmaydi (6.40-rasm). Shunday algoritm tuzingki, uning bajarilishi natijasida Robot ixtiyoriy shu kabi labirintda yuqori o'ng burchakka borsin.



6.40-rasm

Oldingi masalada tuzilgan algoritm bu masalaning ham yechimini beradi.

6.14-mashq

6.40-rasmdagi Robotning yurish yo'lini kuzatib boring.

6.15-mashq

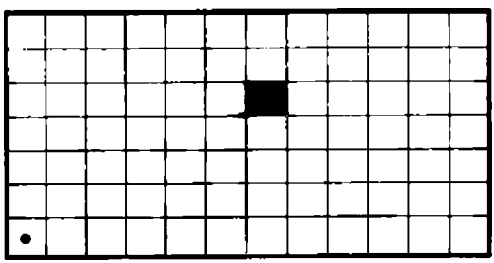
Robotni ko'rsatilgan joyga olib keladigan algoritm tuzing:

a) yuqori chap burchakka;

b) yuqori o'ng burchakka;

d) quyi o'ng burchakka.

3. Xazina qidirish. Robot maydoni – ichki devorlarsiz to'g'ri to'rtburchak. Robot quyi chap burchakda turibdi. Maydonning qayeridadir xazina bor (bo'yalgan katak) – (6.41-rasm). Xazinani toping.



6.41-rasm.

Robot bo'yalgan katakka borganida to'xtashi, ungacha yurishi shart. Mulohaza qilib algoritmni quyidagicha boshlaymiz:

TOKI EMAS bo'yalgan BAJAR

...

TAMOM

Endi qanday harakat qilishi kerakligi haqida fikrlab ko'ramiz. Xazinani faqat bir yo'nalishda – pastdan yuqoriga qarab qidirish oson tuyulmoqda. Aniqrog'i, algoritm tuzuvchi biz uchun oson, Robotga esa ish ko'payadi! Yuqoriga oddiygina qadam tashlab bo'lmaydi, Robot devorga urilib sochilib ketadi. Bunday ish tutamiz:

AGAR yuqori bo'sh
U HOLDA
    yuqoriga
AKS HOLDA
...
TAMOM

AKS HOLDA qismi nimani anglatadi? U Robot yuqori devorga borib taqalganini bildiradi. Bundan kelib chiqadiki, bu vertikalda xazinani topolmadik.

Endi orqaga qaytib, keyingi vertikalga o'tishimiz kerak. Uning algoritmi quyidagicha:

TOKI quyi bo'sh BAJAR
    quyiga
TAMOM
AGAR o'ng bo'sh
U HOLDA
    o'ngga
TAMOM

Barcha qismlarni yig'sak, kerakli algoritm tayyor bo'ladi.

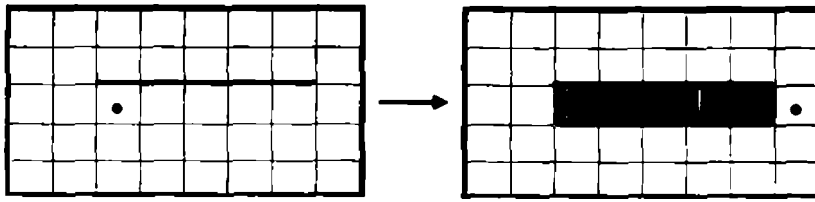
6.16-mashq

Agar maydonda xazina bo'lmasa, Robot nima qilarkin?

Mustaqil yechishingiz uchun ikkita masala keltiramiz.

6.33-masala

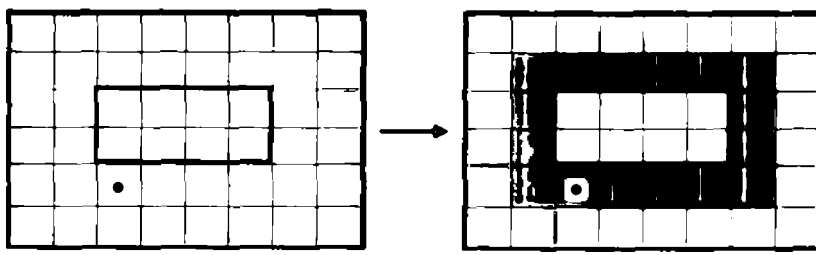
Robot gorizontal devorning ostida bo'lib, uning chap chekkasida joylashgan. Devorning uzunligi noma'lum. Devor tagidagi yopishgan barcha kvadratlar bo'yalsin (6.42-rasm).



6.42-rasm.

6.34-masala

Robot maydonidagi ichki devorlar noma'lum o'lchamdagi to'g'ri to'rtburchakni tashkil etadi. Robot to'g'ri to'rtburchakning chap quyi burchagidan pastda turibdi. To'g'ri to'rtburchak atrofidagi unga yopishgan barcha kataklar bo'yalsin (6.43-rasm).



6.43-rasm.

Murakkab algoritm namunasi

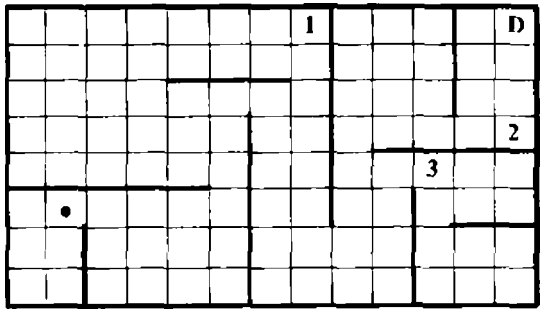
Sizga murakkab algoritmlardan hech bo'lmaganda bittasini ko'rish qiziqarli bo'lsa kerak. Bizning algoritmimizni malakali dasturchilar tuzgan algoritmlar bilan taqqoslab bo'lmaydi, albatta. Ularning algoritmi minglab satrlarni tashkil etadi, dasturchilar guruhi esa millionlab satr algoritm tuzishadi. Bizning algoritmimizni esa bitta sahifaga joylash mumkin. Shunga qaramay bizning algoritmimiz yetarlicha murakkabdir. Murakkabligi esa shu ma'nodaki, taklif qilayotgan masalamizni yechish uchun tajribali dasturchiga ham anchagina o'ylash, fikrlash zarur bo'ladi.

6.35-masala

Robot 6.44-rasmda tasvirlangani kabi labirintning qayeridadir turibdi. Labirintning ichki devorlari kesmalardan iborat bo'lib, o'zaro bir-biriga tegmaydi, lekin tashqi devorga tegib turishi mumkin. Robotni yuqori o'ng katakka o'tkazuvchi algoritm tuzilsin.

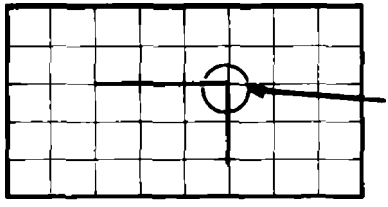
3-sharh

Avvalgi bo'limdagi Robotni labirintda harakatlantirish algoritmidan foydalanish kerakli natijaga olib kelmaydi. Rasmdagi holda bu algoritmni bajargan Robot 1 raqami yozilgan katakka kelib xuddi kerakli burchakka borgandek to'xtab qoladi.



6.44-rasm.

Quyidagicha ichki burchaklar yo'q:



Bunday ichki burchaklar bo'lishi taqiqlangan

Avvalgi bo'limdagi algoritmni davom ettirishga harakat qilish, ya'ni tahrir qilib Robotni vertikal devorlarni aylanib o'tishga o'rgatish mumkin. Bu yerda boshqa muammo kutib turibdi. Robot qachon to'xtashi kerakligi noaniq. Haqiqatan Robot D katakka kelganidan keyin «navbatdagi devorni aylanib o'tish» uchun 2 tartib raqamli katak tomon yura boshlaydi. Lekin inson tilida aytish mumkin bo'lgan «navbatdagi devorni aylanib o'tishning ilojisi bo'lmadi» degan iborani Robot tilida yozish ancha murakkab.

Yechim. Masalani yechishni boshidan boshlaymiz. Ish rejamiz quyidagicha:

- yuqori chegaraga qarab yuramiz;
- unga yetib borgach o'ng chegara tomon yuramiz.

Lekin Robotga shart qo'yamiz: faqat yuqoriga qarab yurilsin, quyiga qarab hech qanday qadam qo'yilmasin!

Yuqoriga o'tish joyini qidirishdan boshlaymiz. Qiyinchilik shundan iboratki, o'tish joyi qaysi tomondaligi noma'lum. Masalan, bizdagi rasmda o'tish joyi Robotdan o'ngda joylashgan. Agar Robot 3 raqami yozilgan katakda bo'lganda, o'tish joyi chaproqda bo'lgan bo'lardi. Shunday yo'l tutamiz: avval Robotni chap devorga qarab yurgazamiz, oxiriga borgach, yuqoriga o'tish joyini topish uchun o'ngga qarab yuramiz.

Ya'ni:

PROT yuqoriga o'tish joyini top
BOSHLANISH
    TOKI chap bo'sh BAJAR
        chapga
    TAMOM
    ... (o'ngga yurish va yuqoriga o'tish joyini topish)
TAMOM.

Protsedurani to'ldirish (qavs ichidagi so'zlarni Robot ko'rsatmasiga aylantirish) uchun yozamiz:

TOKI o'ng bo'sh VA (EMAS yuqori bo'sh) BAJAR
    o'ngga
TAMOM

Barcha protsedura davomida Robot faqat gorizontal yo'nalishda yoki, o'ngga yoki chapga siljiyotganiga e'tibor bering. Protsedura ikki holatdan birida to'xtaydi:

- yoki Robot o'ngdagi devorga yetib keldi, lekin o'tish joyini topolmadi: bu holda Robot yuqori chegaraga yetib kelgan bo'ladi;
- yoki yuqoriga o'tish joyi topildi; u holda yuqoriga bir qadam qo'yib protsedurani boshidan bajaradi, ya'ni yana yuqoriga o'tish joyini qidiradi.

Quyidagi algoritmga kelamiz:

PROT yuqori chegaraga qarab yur
BOSHLANISH
    yuqoriga o'tish joyini top
    TOKI yuqori bo'sh BAJAR
        yuqoriga
        yuqoriga o'tish joyini top
    TAMOM
TAMOM

Endi Robot yuqori chegarada turibdi. Nima qilish kerak? Shu usulda ish tutilsin! Shu usulda o'ngga yuramiz: avval o'ngga

o'tish joyini qidiramiz, topgach, o'ngga bir qadam qo'yamiz va yana o'tish joyini qidiramiz va hokazo.

Buning uchun yozilgan algoritmlarda yuqoriga o'rniga o'ngga yoziladi va yana ba'zi o'zgartirishlar qilinadi.

6.17-mashq

Algoritmni oxirigacha mustaqil yozing. Unga mos blok-sxema tuzing.

6.18-mashq

O'ngga o'tish joyini quyidagi usullardan birida amalga oshirish mumkin:

a) avval quyiga qarab borib, keyin yuqoriga yurish chog'ida o'tish joyi qidiriladi;

b) avval yuqoriga qarab borib, keyin quyiga yurish chog'ida o'tish joyi qidiriladi.

Nima deb o'ylaysiz, bu ikkala usul ham bo'laveradimi yoki faqat bittasi to'g'ri keladimi?

Yo'llanma. Usullardan biri xato: u bizni 2 raqami yozilgan katakka olib keladi. E'tiborli bo'ling!

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Ijrochi Robot qanday ko'rsatmalarni tushunadi?
2. Ijrochi Robot qanday shartlarni tekshira oladi?
3. Ijrochi Robot maydoni haqida so'zlab bering.
4. Ijrochi Robot uchun INKOR holat yuz berishiga misol keltiring.
5. Meandr nima?
6. Robot uchun birikkan shartlar haqida so'zlab bering.
7. Robot uchun «ot yurish» protsedurasini izohlab bering.
8. Robot uchun bo'yalgan kataklar mohiyatini misollar yordamida ochib bering.
9. Bobdagi barcha mashqlarni bajaring.

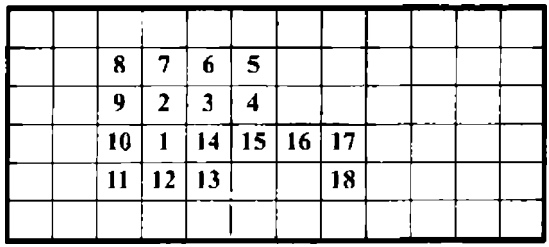
Qo'shimcha masalalar

R-6.1. Robot quyidagi algoritmni bajardi:

1 o'ngga
2 quyiga
3 quyiga
4 o'ngga
5 quyiga
6 chapga

Katak varaqda Robot uchun ixtiyoriy boshlang'ich holatni tanlab, uni har bir ko'rsatmani bajargandan keyingi joyiga ko'rsatmaning tartib raqamini yozib boring.

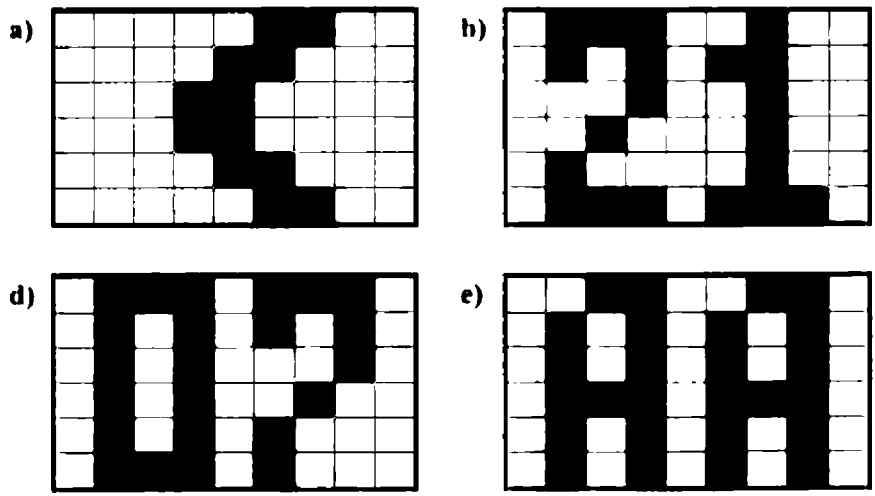
R-6.2. Robot bir algoritmning har bir ko'rsatmasini bajargandan keyingi joyiga ko'rsatmani tartib raqami yozilganda quyidagi 6.45-rasm hosil bo'ldi:



6.45-rasm.

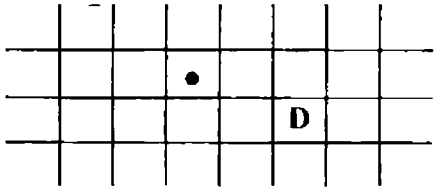
Robot bajargan birinchi ko'rsatma **chapga** edi. Robot bajargan algoritmni yozib chiqing.

R-6.3. Robot uchun shunday algoritm yozingki, ularni bajarilish natijasida quyidagi rasmlar hosil bo'lsin (6.46-rasm):



6.46-rasm.

R-6.4. Robotni uchta qadamda *D* katakka o'tkazuvchi algoritm yozing (6.47-rasm):



6.47-rasm.

a) shu ishni bajaruvchi uch xil turli algoritm tuzing;
b) Robotni to'rtta qadamda *D* katakka o'tkazish mumkinmi?
d) Robotni beshta qadamda *D* katakka o'tkazish mumkinmi?
e) Robotni oltita qadamda *D* katakka o'tkazish mumkinmi?
Javoblaringizni asoslab bering.

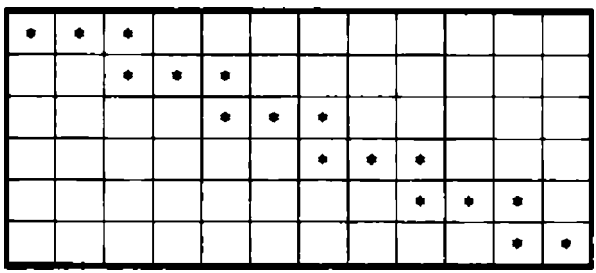
R-6.5. Robot quyidagi algoritmni bajardi:

quyiga
bo'ya
chapga
quyiga
o'ngga
yuqoriga
bo'ya
o'ngga
bo'ya

a) katak varaqda Robot uchun ixtiyoriy boshlang'ich holatni tanlab, uning har bir ko'rsatmasini bajarib chiqing;
b) Robot bo'yagan kataklarni bo'yaydigan qisqa algoritm tuzing.

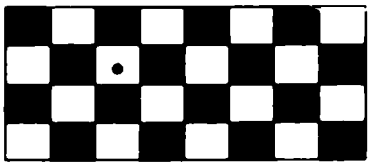
R-6.6. 8x8 katakli maydonda harakat qilayotgan Robot maydonni shaxmat doskasi kabi bo'yaydigan algoritm tuzing.

R-6.7. 6.48-rasmdagi zinapoyani bo'yaydigan algoritm tuzing.



6.48-rasm.

R-6.8. Robot shaxmat kabi bo'yalgan maydonning oq katagida turibdi (6.49-rasm).



6.49-rasm.

Robot quyidagicha qadamlardan keyin qaysi rangdagi katakda turadi:

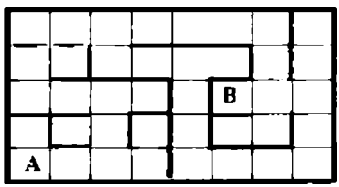
a) 1 qadam; b) 2 qadam; d) 3 qadam;
e) 4 qadam; f) 18 qadam; g) 124 qadam;
h) 43 qadam

Natija qadamlar soni juft ekanligiga qanday bog'langan? Javobingizni izohlang.

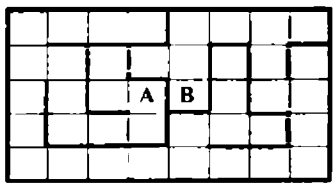
R-6.9. Robot NxM kvadratli to'g'ri to'rtburchak shaklidagi devor bilan chegaralangan maydonda yuribdi. Maydon ichida devorlar yo'q. Robot maydonning har bir katagida faqat bir martadan bo'lib, barcha kataklarni aylanib chiqib boshlang'ich katagiga qayta oladimi? Bu N va M sonlariga qanday bog'langan?

R-6.10. Robotni 6.50-rasmdagi labirint ichida *A* katakdan *B* katakka o'tkazuvchi algoritm tuzing.

a)



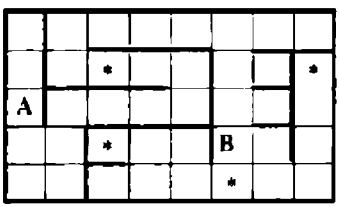
b)



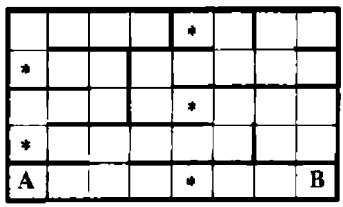
6.50-rasm.

R-6.11. Robotni 6.51-rasmdagi labirint ichida *A* katakdan *B* katakka yulduzchali kataklarni bo'yab o'tkazuvchi algoritm tuzing.

a)



b)

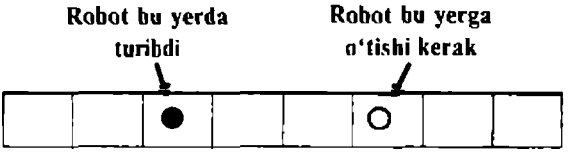


6.51-rasm.

O'zini chaqiradigan protseduralar

7.1-masala

Robot kengligi 1 ga teng va devorlar bilan o'ralgan gorizontal to'g'ri to'rtburchakning chap devoridan biror masofada turibdi. Robotni o'ng devordan shuncha masofada bo'lgan katakka o'tkazing (7.1-rasm).



7.1-rasm

Masala juda sodda bo'lib ko'rinadi. Haqiqatan, agar Robot bilan chap devor orasidagi, aytaylik, ikkita katakni bilsak uni kerakli katakka jo'natish qiyin emas: Robot avval o'ng devorgacha boradi, keyin ikkita chapga yuradi. Murakkabligi shundan iboratki, chap devorgacha bo'lgan masofa ixtiyoriy bo'lishi mumkin, bizda esa bu masofani o'lchash uchun biror usul ham, o'lchay olsak uning qiymatidan foydalana olish imkoniyati ham yo'q. Bu vaziyatdan chiqish, bunaqasi tez-tez bo'lib turadi, kutilmaganda sodir bo'ldi.

Yechim. Qo'yilgan masalani yecha oladigan prorsedurani yozishga harakat qilamiz. Bu protsedurani **simmetriya** deb ataymiz. Avvalo bizga masalani hech bo'lmaganda Robot chap devor oldida turgan birgina holatda yechish mumkinligi yordam beradi. Bu holda Robot o'ng devor oldiga borib to'xtashi kerak:

```
PROT simmetriya
BOSHLANISH
    AGAR EMAS chap bo'sh
    U HOLDA
        TOKI o'ng bo'sh BAJAR
            o'ngga
        TAMOM
```

```
AKS HOLDA
...
TAMOM
TAMOM
```

Endi Robotning chap yonida devor bo'lmasa, nima qilishi kerakligi haqida o'ylaymiz. Keling, chapga bir qadam tashlaymiz, Robot bilan chap devor orasidagi masofa qisqaradi. Balki masofa 0 bo'lib qolishi ham mumkin! Bu esa simmetriya protsedurasi kerakli ishni bajarayotganini va biz uni chaqirishimiz mumkinligini bildiradi. Protsedura ishlashi tugaganidan keyin chapga bir qadam yurish kerak bo'ladi, chunki Robotdan o'ng devorgacha bo'lgan masofa uning boshlang'ich joyidan chap devorgacha bo'lgan masofaga teng bo'lishi kerak. Mana nima hosil bo'ladi:

```
PROT simmetriya
BOSHLANISH
    AGAR EMAS chap bo'sh
    U HOLDA
        TOKI o'ng bo'sh BAJAR
            o'ngga
        TAMOM
    AKS HOLDA
            chapga
            simmetriya
            chapga
    TAMOM
TAMOM
```

Buni qarangki, yozilgan bu algoritm har qanday sharoitda ham to'g'ri ishlar ekan! Qo'yilgan masalani yechadigan algoritm esa juda sodda ko'rinishga ega:

```
simmetriya
```

Natijada bizda juda g'alati protsedura hosil bo'ldi: u o'zini o'zi chaqiradi. Bunday protseduralarni **rekursiv** deb atashadi. E'tibor bilan uning ishini qadam-baqadam o'rganib chiqamiz.

Robot bilan chap devor orasidagi boshlang'ich masofa 0 ga teng bo'lganda protsedura to'g'ri ishlashini ko'rdik. Robot bilan chap devor orasidagi masofa bitta katak bo'lganda qanday voqea ro'y berishini ko'rib chiqamiz.

Protsedura boshida **EMAS chap bo'sh** sharti **YOLG'ON**, shuning uchun protseduradagi tarmoqlanish tuzilmasining **AKS**

HOLDA so'zidan keyingi qismi bajariladi. Bu qismda uchta ko'rsatma bor:

chapga
simmetriya
chapga

Birinchi ko'rsatmani bajargach, Robot chap devorga bitta katak yaqinlashadi, ya'ni devor yoniga borib qoladi. Keyin **simmetriya** protsedurasi bajariladi. Endi vaziyat o'zgardi: Robot chap devor yonida turibdi. Bu vaziyatda protsedura to'g'ri ishlashini bilamiz va u o'ng devor yoniga boradi. Uchinchi **chapga** ko'rsatmasi uni o'ng devordan bitta chap katakka o'tkazadi, ya'ni kerakli katakka tushadi va protsedura ishi tugaydi.

Siz, albatta, Robot bilan chap devor orasidagi masofa ikkita katak bo'lganda protsedura ishining to'g'riligini qanday tekshirishni tushungan bo'lsangiz kerak. **EMAS chap bo'sh** sharti **YOLG'ON**, demak, protsedurada tarmoqlanish tuzilmaning **AKS HOLDA** so'zidan keyingi qismi bajariladi. Birinchi ko'rsatmani bajargach, Robot chap devorga bitta katak yaqinlashadi, ya'ni devor bilan uni orasida bitta katak qoladi. Keyin simmetriya protsedurasi bajariladi va Robotni, yuqorida ko'rib o'tganimizdek, o'ng devordan bitta chap katakka o'tkazadi. Keyingi chapga ko'rsatmasi uni o'ng devordan ikkita chap katakka, ya'ni kerakli katakka o'tkazadi.

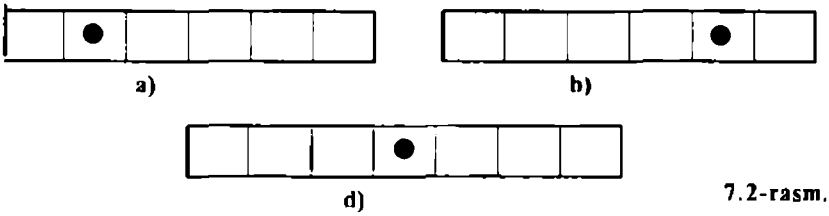
Mulohaza yuritishning bu usuli – ***induksiya bo'yicha mulohaza*** – bizga birinchi marta duch kelishi emas. U bizga chap devordan ixtiyoriy boshlang'ich holatda protsedura ishining to'g'riligini tekshirish imkonini beradi.

7.1-mashq

Nima uchun oxirgi **chapga** ko'rsatmasidan oldingi **simmetriya** protsedurasiga **chap bo'sh** shartini tekshirmasa ham bo'ladi?

7.2-mashq

Robotning 7.2-rasmdagi holatlari uchun **simmetriya** protsedurasi bajarilgandagi qadamlar ketma-ketligini yozib chiqing.



7.2-rasm.

7.2-masala

Robot devorlar bilan o'ralgan to'g'ri to'rtburchakning ichida turibdi. Robotni boshlang'ich holatidan to'g'ri to'rtburchak markaziga nisbatan simmetrik bo'lgan katakka o'tkazuvchi algoritm tuzing.

7.3-masala

Robot kengligi 1 ga teng gorizontal yo'lakda turibdi. Yo'lak chap tomondan devor bilan chegaralangan, o'ng tomon — cheksiz. Robotni shunday katakka o'tkazingki, bu katakdan chap devorgacha bo'lgan masofa boshlang'ish katakdan chap devorgacha bo'lgan masofadan ikki marta katta bo'lsin.

Yechim. Bu masalada Robot chap devor yonida turgan bo'lsa, nima qilish tushunarli: u o'z joyida qolishi kerak. Quyidagicha protsedura tuzamiz:

```
PROT ikkilangan sakrash
BOSHLANISH
    AGAR EMAS chap bo'sh
    U HOLDA
    ...
    AKS HOLDA
    ...
    TAMOM
TAMOM
```

Nuqtalar o'rniga qanday ko'rsatmalar qo'yilishi kerak? Birinchi bo'lib, devorgacha bo'lgan masofani kamaytirish, ya'ni vaziyatni soddalashtirish uchun chapga ko'rsatmasini bajarish kerakdir. Keyin yana ikkilangan sakrash protsedurasini chaqirish lozim. So'ngra — devorgacha bo'lgan masofa ikki marta katta bo'lishi uchun o'ngga ikki qadam tashlash kerak bo'ladi.

Demak, har bir chapga bir qadam uchun o'ngga ikki qadam yurish mos keladi.

7.3-mashq

1) **Ikkilangan sakrash** protsedurasini oxirigacha yozib chiqing.
2) **EMAS chap bo'sh** shartini **chap bo'sh** sharti bilan almashtirib, boshqa **ikkilangan sakrash** protsedurasi variantini yozing.
3) Agar Robotning chap devorgacha boshlang'ich masofasi quyidagicha bo'lsa, Robotni **ikkilangan sakrash** protsedurasini bajarishidagi qadamlari ketma-ketligini yozib chiqing:
   a) ikkita katak; b) uchta katak.

Rekursiyadan chiqish

Rekursiv protseduralarni har qanday Ijrochi uchun yozish mumkin. Masalan, Robotni kvadrat bo'ylab yurishi uchun rekursiv protsedura yozaylik.

7.4-masala

Tomoni 5 ga teng kvadratni chizish rekursiv protsedurasini yozing.

Javob.

```
PROT rekursiv kvadrat
BOSHLANISH
        oldinga
        oldinga
        oldinga
        oldinga
        oldinga
        o'ngga
        rekursiv kvadrat
TAMOM
```

Bu protsedura qanday ishlashini ko'rib chiqamiz. Demak, **rekursiv kvadrat** protsedurasi chaqirilganda

```
oldinga
oldinga
oldinga
oldinga
oldinga
o'ngga
```

ko'rsatmalari bajariladi. Bunda Robot kvadratning tomoni bo'ylab yurib 90 gradusga buriladi. Keyin yana **rekursiv kvadrat** protsedurasi chaqiriladi. Robot kvadratning boshqa tomoni bo'ylab yurib o'ngga buriladi. Keyin yana **rekursiv kvadrat** protsedurasi chaqiriladi. Yana ikki tomon o'tilgach kvadrat bo'ylab yurish yakunlanadi. Lekin nimadir bo'ldi? Robot to'xtamasdan yana shu kvadrat bo'ylab yurishni davom ettirmoqda. Bu esa cheksiz davom etadi — algoritm siklga tushib qoldi. Vaziyat yoqimsiz. Biz doimo siklga tushib qolmaslikka harakat qilar edik. Bu holda undan qutulishning chorasi bormikan? Taassufki, yo'q. Haqiqatan, rekursiv protseduraning chaqirilishi cheksiz davom etmasligi uchun protseduraga chaqirilish yuzaga kelmaydigan shart kiritish kerak. Lekin bu Robotda bunday

shart yo'q. Robotning algoritmi uning holatidan qa'tiy nazar, bir xilda bajarilaveradi.

Shu kabi, Dehqon, Suvchi, Chigirtka, Oshiruvchi, Zohid kabi Ijrochilarda shart yo'q. Bu Ijrochilar uchun rekursiv protseduraning qo'llanishi yoki siklga tushib qolinadi yoki keyingi ko'rsatmani bajarish mumkin bo'lmay qolib, INKOR yuzaga keladi. Shuning uchun

Sharti yo'q Ijrochilar uchun rekursiv protseduralarni qo'llamang!

Bu qo'llanmada ko'rib chiqilgan Ijrochilardan faqat Kamaytiruvchi va Robotda shart bor. Demak, faqat shu ikki Ijrochi uchun rekursiv protseduralarni yozish ma'noga ega.

Bizning mulohazalarimizdan shunday xulosaga kelish mumkin:

Rekursiv protseduralarni yozganda rekursiv chaqirish yuzaga kelmaydigan shart ko'rsatilishi kerak.

Bu juda kerakli xulosa! Shuning uchun ham avvalgi bo'limda algoritm namunalarini keltirganimizda, rekursiv protseduralarning shunday shartlarini va zaruriy amallarining tavsifini yozishdan boshlaganmiz.

7.5-masala

Quyidagi masalalarda rekursiv chaqirish yuzaga kelmaydigan shartlarni hamda bu holda qanday amallar bajarilishi zarurligini ko'rsating:

a) kamaytiruvchi tomonidan ixtiyoriy sondan 0 ni hosil qilish;

b) robot o'tish joyi bo'lgan gorizontal devor tagida turibdi. O'tish joyi chapda yoki o'ngdaligi noma'lum. O'tish joyini toping;

d) robot o'tish joyi bo'lgan gorizontal devor tagida turibdi. O'tish joyi Robotdan chapda. Robot undan o'tib boshlang'ich holati ustiga borib turishi kerak;

e) robotdan yuqorida bo'yalgan katak bor. Robot maydonida devorlar yo'q. Robotni bo'yalgan katakdan yuqoridagi shunday katakka olib kelingki, Robot bilan bo'yalgan katak orasidagi

masofa Robotning boshlang'ich holatidagi katak bilan bo'yalgan katak orasidagi masofadan uch marta katta bo'lsin.

Qachon rekursiyasiz ishlash mumkin

Ko'rinishidan sodda ko'ringani bilan rekursiya bilan ishlash ancha murakkab. Haqiqatan, Dehqon, Suvchi, Chigirtka uchun birinchi algoritmlarimizni eslang. Ularning to'g'riligini tekshirish juda oson edi. Biz Ijrochining har bir ko'rsatmadan keyingi holatini kuzatib turar va barcha ko'rsatmalar bajarilgandan keyin uning holati masala shartini qanoatlantirishiga ishonch hosil qilar edik.

Takrorlash tuzilmasining kiritilishi tekshirishni unchalik murakkablashtirmadi. Ijrochining harakati avvalgidek uning holatiga bog'liq emasdi. Yagona qo'shimcha qiyinchilik shundan iborat ediki, juda qisqa yozuvli algoritm bajarilishi natijasida Ijrochi juda ko'p amallarni bajarishi kerak bo'lardi.

Shart kiritilishi algoritmning to'g'riligini tekshirishda boshqacha aks etadi. Endi Ijrochining bajarishi kerak bo'lgan ko'rsatmalar ketma-ketligi Ijrochining holatiga bog'liq bo'ldi — ish boshida Kamaytiruvchi ekranida qanday son aks etib turardi, Robot maydonida devorlar qanday joylashgan, Robot maydonining qaysi kataklari bo'yalgan.

Algoritmning oddiygina bajarilishi va to'g'ri natijaning olinishi algoritm to'g'ri ekanligiga ishontira olmaydi. Algoritm biz tekshira olgan yoki tekshirishni xohlagan hollardagina emas, balki ixtiyoriy holda ham to'g'ri ishlashiga ishonch hosil qilishimiz kerak. Albatta, ishonch hosil qilishning eng yaxshi usuli — bu algoritm ishining to'g'riligini isbotlashdir.

Rekursiyani qo'llash yana tekshirish qiyinchiligini chuqurlashtiradi. Haqiqatan, biz endi qaysi ko'rsatma bajarilayotganini kuzatibgina qolmasdan, bu ko'rsatma qayerdan paydo bo'lganini ham bilishimiz kerak.

Aytaylik, 7.1-masala yechimidagi **simmetriya** rekursiyasi ishini tekshirayotib, navbatdagi **chapga** ko'rsatmasi rekursiv protsedurani uchinchi yoki beshinchi chaqirishda paydo bo'lgani va hokazoni yodda saqlashimiz kerak. Yana agar rekursiv protseduralar algoritmda ko'p bo'lib, bir-birini chaqirsa-chi?

Tekshirish qiyinligi — bu rekursiyalardan foydalanishdan tiyilishning sabablaridan faqat bittasidir. Boshqa sabablar ham

bor: rekursiyali dasturlar rekursiyasiz dasturlarga nisbatan kompyuterda bajarayotganda sekin ishlaydi va xotiradan ko'p joy talab qiladi; rekursiyali dasturlarni rekursiyasiz dasturlarga almashtirayotganda masalaga boshqa tomondan qarashga yordam beruvchi ajoyib fikrlar paydo bo'lishi mumkin. Shu sababli, masalaning rekursiv yechimini topgach, yana o'ylab ko'ring: rekursiyasiz ishlash mumkin emasmikan?

7.6-masala

Kamaytiruvchi uchun ixtiyoriy sonni eng kam qadamda 0 ga olib keluvchi rekursiv protsedura tuzing. Quyidagi sonlar uchun protsedurangiz bajarilayotgandagi Kamaytiruvchining ko'rsatmalar ketma-ketligini yozing:

a) 5;
b) 9;
d) 14.

Kataklarni bo'yab, Robot bilan ishlaganda rekursiyadan qutulish mumkin. Bunda bo'yalgan kataklar xotira vazifasini o'taydi. Bu holda **bo'yalgan** sharti Robot bu katakdan o'tgan yoki o'tmaganini bilish uchun imkon beradi.

7.7-masala

Robot devordan yuqorida qandaydir masofa uzoqlikda turibdi. Quyidagi imkoniyatlarda Robotni devorgacha olib borib joyiga qaytarib olib keluvchi protsedura tuzing:

a) rekursiyani ishlatish mumkin;
b) bo'yash mumkin, rekursiyani ishlatish mumkin emas.

Bu masalalardan birortasi ham sizga qiyinchilik keltirib chiqarmaydi, deb umid qilamiz.

Oraliq protsedura orqali rekursiv chaqirish

Ba'zan protseduralarni yozganda uning o'zini o'zining ichida boshqa protsedura orqali chaqirgan qulay. To'g'ri to'rtburchakni bo'yash masalasining rekursiv yechimini qaraymiz.

7.8-masala

Robot devorlar bilan o'ralgan to'g'ri to'rtburchakning chap quyi burchagida turibdi. To'g'ri to'rtburchakning ichida devorlar

yo‘q. To‘g‘ri to‘rtburchakning barcha kataklarini bo‘yash algoritmini tuzing.

Yechim. Ikkita rekursiv protsedurani qo‘llaydigan bo‘yash algoritmini yozamiz:

```
PROT to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya
BOSHLANISH
    AGAR EMAS bo‘yalgan
    U HOLDA
        yo‘lakni bo‘ya va qayt
    TAMOM
TAMOM
```

va

```
PROT yo‘lakni bo‘ya va qayt
BOSHLANISH
    TOKI yuqori bo‘sh BAJAR
        bo‘ya
        yuqoriga
    TAMOM
    TOKI quyi bo‘sh BAJAR
        quyiga
    TAMOM
    AGAR o‘ng bo‘sh
    U HOLDA
        o‘ngga
        to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya
    TAMOM
TAMOM
```

Endi algoritm bitta ko‘rsatmadan iborat bo‘ladi.

to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya

Bizning yechimimizda **to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya** protsedurasi **yo‘lakni bo‘ya va qayt** protsedurasini chaqiradi. O‘z navbatida, **yo‘lakni bo‘ya va qayt** protsedurasi **to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya** protsedurasini chaqiradi. Shunday qilib, **to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya** protsedurasi o‘zini-o‘zi oraliq **yo‘lakni bo‘ya va qayt** protsedurasi orqali, **yo‘lakni bo‘ya va qayt** protsedurasi o‘zini o‘zi oraliq **to‘g‘ri to‘rtburchakni bo‘ya** protsedurasi orqali chaqiradi.

Bu holda ikkala protsedurani rekursiv deb hisoblaymiz va ular bilan oddiy protsedura kabi muomala qilamiz.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Qanday algoritmlar rekursiv deb ataladi?

2. Simmetriya protsedurasini izohlab bering.

3. Ikkilangan sakrash protsedurasini izohlab bering.

4. Rekursiya bilan yuzaga keladigan muammolarni so'zlab bering.

5. Bobdagi barcha mashqlarni bajaring.

Qo'shimcha masalalar

R-1. Robot kengligi 1 katak bo'lgan gorizontal yo'lakda turibdi. Undan chapda qayerdadir bo'yalgan katak bor. Robotni turgan katagidan bo'yalgan katakka borib, yana joyiga qaytarib keltiradigan algoritm tuzing.

R-2. Robot kengligi 1 katak bo'lgan yuqoridan va quyidan devor bilan chegaralangan gorizontal yo'lakda turibdi. Undan o'ngda qayerdadir bo'yalgan katak bor. Robot turgan katagiga bo'yalgan katakka nisbatan simmetrik bo'lgan chapdagi katakka borishi kerak (7.3-rasm). Mos algoritmni tuzing.

7.3-rasm.

R-3. Robot kengligi 1 katak bo'lgan gorizontal yo'lakda turibdi. Undan chapda qayerdadir devor bor. Robotni turgan katagidan devorgacha olib borib, yana joyiga qaytarib olib keladigan algoritm tuzing.

R-4. Robotni o'zidan yuqorida joylashgan gorizontal devor yoniga olib keladigan rekursiv algoritm tuzing.

R-5. Robot o'tgan katagini bo'yab ketishi mumkin bo'lsa, u holda

a) R-1

b) R-3

masalalarni rekursiyasiz yeching.

K-1. Samarador Kamaytiruvchi uchun rekursiv protsedurani chaqiradigan algoritm tuzing.

VIII bob. SARALOVCHI UCHUN MASALALAR

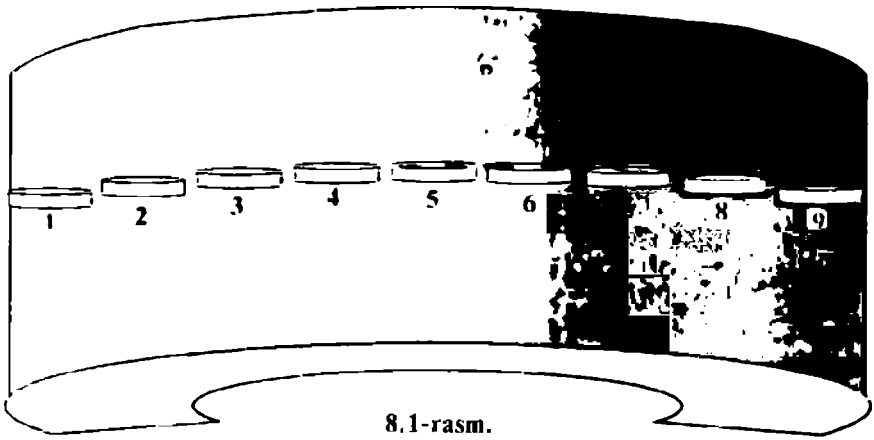
Saralovchi tarixi

Uch kishini bir necha yillardan buyon uzoq kosmosda olis sayyoralar tomon olib ketayotgan kosmik kema g'alati oltinrang bulut orasidan uchib o'tdi. Kemada tug'ilgan va bir yosh bo'lgan Bek ismli bola hali yurishni o'rganmagani uchun g'ildirakli aravachasida katta doira shaklidagi xonasida bir o'zi aylanib yurishni yoqtirardi. U aravachasini g'ildiratib borib o'yinchoqlarini egilib olar, o'ynab yana otib yuborar edi. Bek oltinrang bulut ta'sirida o'zida bir necha xil o'zgarishlarni sezdi. Birinchi o'zgarish zehni bilan bog'liq bo'lib, u endi bola bo'lsa ham arifmetik amallarni juda tez bajarar, har xil narsalarning turli ko'rinishdagi miqdorini bir qarashda juda tez aniqlab, taqqoslay olardi. Ikkinchisi, u tajanglashganligi va endi bolalar o'yinchoqlarini o'ynagisi kelmay qolganligi edi. Xonada bir o'zi zerikib qolganligidan chinqirib yig'lay boshladi. O'g'lini ovutishga kelgan ota-ona bolani qunt bilan ota-onasining suhbatini tinglayotganiga e'tibor berishdi. O'g'lidagi o'zgarishlarni sezgach, zehni o'tkir o'g'lini ovutish uchun ota-onasi xonani boshqacha jihozlab, faqat bir qo'li bor hamda g'ildirakda yuradigan sodda dasturli Saralovchi 1 nomli robot yasab berishdi. Keyin robotni boshqarishga mo'ljallangan dastur tuzishga yo'naltirilgan turli boshqotirmali masalalarni ayta boshlashdi. Biz endi Bek bilan birga shu masalalarni ko'rib chiqamiz.

Avval xona haqida. Aytganimizdek, doira shaklidagi devorlari bo'ylab bir xil balandlikda tokchalar o'rnatildi. Har bir tokchaga tartib raqami berildi, xonani bir qismining ko'rinishi 8.1-rasmda ifodalangan.

Kerak bo'lsa, tokchalarning bir nechtasini qoldirib, qolganlarini yopib qo'yish mumkin edi. Har bir tokchani qulaylik uchun quyidagicha nom bilan belgilab olamiz:

tokcha(1), tokcha(2), ..., tokcha(7), ..., tokcha(21), ..., tokcha(1963), ... va shu asosida ixtiyoriy A tokchadagi buyumni **tokcha(A)** orqali belgilay olamiz. Ya'ni, **tokcha(A)** deganda Bek



8.1-rasm.

va Saralovchi I tokchani emas, shu tartib raqamli tokchadagi buyumni tushunadi. Tokchalar sonining **quyi chegarasi – INF, yuqori chegarasi – SUP** kabi belgilanadi. Yuqoridagi belgilashlarga ko'ra INF=1, SUP esa masala shartlarida aniqlab boriladi.

Avval, tokchalarni alifbo bo'yicha *A*, *B*, *D* kabi belgilamoqchi bo'ldik. Lekin tokchalar soni ko'payganda harflar ikkitalab, uchtalab va shu kabi qo'shib yozilishi anchagina qiyinchilik keltirib chiqarishi noqulaylikka sabab bo'lardi. Shuning uchun tokchalar soni 10 tadan kam bo'lsa, biz haflardan ham foydalanaveramiz. Ya'ni, *A* harfi tokcha(1) ni, *B* harfi tokcha (2) ni va shu kabi tushunilaveradi. Bu ma'lumotlarning hammasi Bek va Saralovchi I ga tushunarli ekan.

Yangi Ijrochimiz Saralovchi I sonlar ustida arifmetik amallarni bajara oladi va tekshirilayotgan quyidagi shartlarni **ROST** yoki **YOLG'ON** ekanligini biladi, ya'ni bu shartlarni **tekshira oladi** hamda shu asosida mantiqiy **xulosa** chiqara oladi:

= (teng), <>(teng emas), <(kichik), < = (katta emas), >(katta), > = (kichik emas).

Sodda dasturli Ijrochi Saralovchi I ning ko'rsatmasi faqat bitta:

o'tkaz tokcha(N), tokcha (M)

Bu amalni bajarganda Saralovchi I qo'li bilan **tokcha (N)** dagi buyumni ko'tarib, **tokcha** (M) ga olib qo'ya oladi. Agar bu jarayonda **tokcha(M)** bo'sh bo'lmasa, undagi buyumni surib tushirib yuborib, bo'shatadi va so'ng **tokcha (N)** dagi buyumni qo'ya oladi. Umuman, buyum qo'yilayotgan tokchani **bo'sh**

deb hisoblash mumkin, baribir undagi buyumlar tashlab yuboriladi. Bek faqat shu axborotlar asosida Saralovchi I ni boshqarish dasturini tuzishi kerak. Bu yerda qiziq bir usulni ko'rish mumkin, miqdorni o'zgartirib uning avvalgi nomini saqlab qoldik. Bundan qiymati o'zgaradigan miqdor tushunchasi paydo bo'ladi.

O'tkazish masalalari

8.1-masala

Saralovchi I 1-tokchadagi buyumni 2-tokchaga olib qo'yishi kerak.

Javob. Bek faqat bittagina ko'rsatma yozdi:

o'tkaz tokcha(1), tokcha(2)

yoki

o'tkaz A, B

8.1-mashq

Saralovchi I N-tokchadagi buyumni M-tokchaga olib qo'yishi kerak.

Bekning ota-onasi **tokcha(2)** dagi buyum sinishi yoki boshqacha ahvolda yaroqsiz bo'lib qolishini xohlashmasa, buni alohida ta'kidlashligi kerakligini tushunib qolishdi.

8.2-masala

Saralovchi I 1-tokchadagi buyumni 2-tokchaga, 2-tokchadagi buyumga zarar yetkazmasdan o'tkazishi kerak.

Javob. Bek zehnli bo'lgani uchun 2-tokchadagi buyumni 1—2-tokchadan boshqa ixtiyoriy yordamchi tokchaga, masalan, 3-tokchaga olib qo'yishni buyurgan, chunki masala shartida boshqa tokchalardagi buyumlarga zarar yetkazmaslik haqida hech narsa deyilmagan-da!

Algoritmda ikkitagina ko'rsatma yoziladi:

o'tkaz tokcha (2), tokcha (3)
o'tkaz tokcha (1), tokcha (2)

yoki

o'tkaz B, D
o'tkaz A, B

8.2-mashq

Saralovchi I 5-tokchadagi buyumni 9-tokchaga, 9-tokchadagi buyumga zarar yetkazmasdan olib qo'yishi kerak.

8.3-masala

Saralovchi I tartib raqami 100 dan katta bo'lmagan N-tokchadagi buyumning tartib raqami 100 dan katta bo'lmagan M-tokchaga, M-tokchadagi buyumga zarar yetkazmasdan olib qo'yishi kerak.

Javob. Bek bu holda salgina o'ylanib qoldi. Chunki N va M ning qiymatini, ya'ni qaysi tokchalar haqida gap borayotganini ota-onasi hech narsa aytishmadi-ku! Faqatgina $M \leq 100$ va $N \leq 100$ ekani ma'lum. Bu holda ham zehnli Bekning javobi ancha tez bo'ldi:

o'tkaz tokcha(M), tokcha(N+M)
o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)

1-sharh

*Bu holda Bek $N-M$ yoki $M-N$ tartib raqamli tokchalarni ishlata olmas edi, chunki, masalan, $N = 2$ va $M = 1$ bo'lsa, u holda $N-M = 1 = M$ yoki $M-N < 1$, ya'ni **INKOR** holati yuzaga keladi.*

8.3-mashq

Shundan keyin uning ota-onasi ancha o'ylanib qolishdi. Nima haqida deb o'ylaysiz?

8.4-masala

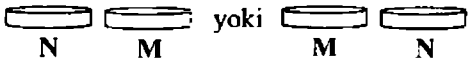
Berilgan SUP ga ko'ra Saralovchi I N-tokchadagi buyumni M-tokchaga M-tokchadagi buyumga zarar yetkazmasdan olib qo'yishi kerak, bunda algoritmdagi tokchalarni tartib raqami SUP dan katta bo'lishi mumkin emas.

Yechim. Masalada chegara berilgan, ya'ni avvalgi masalaning tahlilidan $N+M \leq$ SUP bo'lishi nazarda tutilmoqda, shekilli, mana Bekning ota-onasi nima haqida o'ylashgan ekan!

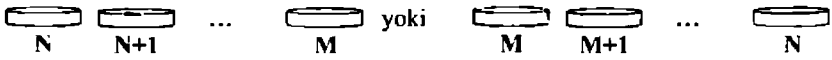
Bek bu holda ancha o'ylanib qoldi. Chunki, $N+M$ ning qiymati tokchalar sonidan katta, ya'ni $N+M >$ SUP bo'lib qolishi mumkin. Lekin tokchalar soni 3 tadan kam emas, aks holda yechim yo'q.

Keling, bola o'ylab topgunicha, biz unga yordamlashib yuboramiz. Masala shartida ikkita tartib raqamli tokchadagi buyumlarga zarar yetkazmaslik haqida aytilgan. Demak, biz boshqa birorta yordamchi tokchani aniqlashimiz kerak. Saralovchi I da shart tekshirish imkoniyati borligi va tokchalar soni ikkitadan ortiqligi esingizda bo'lsa kerak. Ikki holni ajratamiz: tokcha tartib raqamlari teng bo'lmagani uchun

tokchalar yoki yonma-yon turadi (8.2-rasm) yoki ular orasida hech bo'lmaganda bitta tokcha (8.3-rasm) bo'ladi.



8.2-rasm.



8.3-rasm.

2-sharh

Bu masalada ham Bek N-M yoki M-N tartib raqamli tokchalarni ishlata olmaydi.

Barcha hollarni ko'rib chiqamiz.

1-hol. $M = N+1$ bo'lsin, u holda $M > N$. Demak, yordamchi tokcha $N-1$ yoki $M+1$ bo'ladi. Bu tokchalardan qaysi biri ekanligini qanday aniqlaymiz? Agar $N>1$ bo'lsa, javob $N-1$, aks holda, uchinchi tokcha mavjudligini hisobga olsak, javob $M+1$.

2-hol. $N = M+1$ bo'lsin, u holda $N > M$. Demak, yordamchi tokcha, agar $M>1$ bo'lsa: $M-1$, aks holda, uchinchi tokcha mavjudligidan: $N+1$.

Agar $M = N+1$, $M-N=1$, $N-M=-1$ bir xil shartligini va $N-M=1$, $N-M=1$, $M-N=-1$ bir xil shartligini e'tiborga olsak, ko'rinib turibdiki, yonma-yon turish sharti quyidagicha ekan:

$$(M-N)\cdot(N-M)=-1.$$

Cho'zib o'tirmasdan algoritmni yozishni boshlaymiz:

```
AGAR (M−N) · (N−M)= −1  {bu holda N va M yonma-yon}
U HOLDA
  AGAR M−N=1        {bu holda M=N+1, ya'ni M>N}
  U HOLDA
       AGAR N>1
       U HOLDA
            o'tkaz tokcha(M), tokcha(N-1)
            o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
       AKS HOLDA
            o'tkaz tokcha(M), tokcha(M+1)
            o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
       TAMOM
```

```
AKS HOLDA          {bu holda N=M+1, ya'ni N>M}
    AGAR M>1
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(M), tokcha(M-1)
        o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
    AKS HOLDA
        o'tkaz tokcha(M), tokcha(N+1)
        o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
        TAMOM
    TAMOM
AKS HOLDA          {N va M yonma-yon emas}
...
TAMOM
```

Juda ham uzun-a! Yaxshi ham o'ngga surish orqali algoritm qismlarini ajratib oldik.

3-sharh

Ba'zan algoritmda { va } orasida tushunish oson bo'lishi uchun izohlar berib boramiz.

3-hol. Tokchalar yonma-yon emas, ya'ni $N<>M+1$ va $M<>N+1$ yoki $(M-N)\cdot(N-M)<>-1$. Bu holda N-tokcha va M-tokcha orasida hech bo'lmaganda bitta tokcha bor. Ma'lumki, $M+N$ va $N+M+1$ sonlardan biri juft bo'ladi. U holda sonlarning o'rta arifmetigi haqidagi xossalarni va [a] a sonining butun qismi ekanligini inobatga olsak, quyidagi tengsizlikdan biri o'rinli:

$N<[(N+M+1):2]<M$ yoki $M<[(N+M+1):2]<N$.

Demak, bu holda yordamchi tokcha $[(N+M+1):2]$ bo'lar ekan. Endi nuqtalar o'rniga quyidagini yozish yetarli:

```
o'tkaz tokcha(M), tokcha([(N+M+1):2])
o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
```

8.4-mashq

Sonning butun qismi amalidan foydalanmasdan 3-holni hal eting.

Buni qarang, Siz masalaning yechimini o'rganib chiqquncha Bek ham masalani quyidagicha hal qilib qo'yibdi-ya, qoyil!

```
AGAR N<M                {bu holda N<M}
U HOLDA
  AGAR 1<N                  {bu holda 1<N<M}
  U HOLDA          1<N<M, ya'ni N-1-tokcha bo'sh}
```

```
          o'tkaz tokcha(M), tokcha(N-1)
          o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
  AKS HOLDA                {bu holda N = 1<M}
    AGAR N = M-1           {bu holda, N = 1 va M=2}
    U HOLDA
      o'tkaz tokcha(M), tokcha(M+1) {M+1=3 bo'sh}
      o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
      AKS HOLDA
            {N=1 va M>2, ya'ni (M-1)-tokcha bo'sh}
      o'tkaz tokcha(M), tokcha(M-1)
      o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
        TAMOM
      TAMOM
  AKS HOLDA {bu holda M<N, chunki M=N bo'lolmaydi}
      AGAR 1<M     {bu holda 1<M<N}
      U HOLDA      {1<M<N, ya'ni M-1-tokcha bo'sh}
      o'tkaz tokcha(M), tokcha(M-1)
      o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
    AKS HOLDA      {bu holda M=1<N}
      AGAR M=N-1 {bu holda, M=1 va N=2}
      U HOLDA
      o'tkaz tokcha(M), tokcha(N+1) {N+1=3 bo'sh}
      o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
      AKS HOLDA
            {M=1 va N>2, ya'ni (N-1)-tokcha bo'sh}
      o'tkaz tokcha(M), tokcha(N-1)
      o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
        TAMOM
      TAMOM
  TAMOM
```

Bu yechim ham uzun bo'lgani bilan uning e'tiborli tomonlaridan biri, Bek sonni butun qismi kabi Saralovchi 1 hozircha bilmaydigan amalni qo'llamagan. Ikkinchisi, tashqi AGAR tuzilmasidagi.

U HOLDA va AKS HOLDA qismlariga e'tibor bersangiz, mantig'i juda ham o'xshash, yozuvlarda deyarli simmetriya bor. Mana *mantiqiy fikrlashning samarasi*, Bek bizga nisbatan zehnli chiqib qoldi-yov!

8.5-masala

Saralovchi I 1-tokchadagi buyum bilan 2-tokchadagi buyumlar o'rnini almashtirishi kerak.

Yechim. Bek uchun bu muammo emas ekan:

o'tkaz tokcha(2), tokcha(3)
o'tkaz tokcha(1), tokcha(2)
o'tkaz tokcha(3), tokcha(1)

yoki

o'tkaz B, D
o'tkaz A, B
o'tkaz D, A

Barakalla, Bek!

Tanlash masalalari

Farzandlarining aqlliligidan mehri jo'shib ketgan Bekning ota-onasi robotga ikkinchi qo'l o'rniga bo'sh tokcha vazifasini o'tay oladigan **Zt** tokcha (zaxira tokcha) o'rnatib berishdi. Bu holda, birinchidan, robot Zt tokchada ixtiyoriy tokchadagi buyumning asl nusxasini hosil qila olardi, ya'ni tokchadagi buyumni xuddi o'ziga o'xshash boshqasini zaxiradan olib kela olardi, bunda **Zt** tokchadagi avvalgi nusxa tashlab yuboriladi. Ikkinchidan, **Zt** tokchadagi nusxani asosiy tokchalarga ham o'tkazish mumkin, bu holda ham robot zaxiradan foydalanadi. Yuqoridagi izohlarni hisobga olib, yangi Ijrochi Saralovchi II uchun quyidagi ko'rsatmani izohlaymiz:

o'tkaz tokcha(N), Zt

Bu ko'rsatmada Saralovchi II N-tokchadagi buyumni Zt tokchaga olmaydi, faqat Zt tokchaga N-tokchadagi buyumning nusxasinigina oladi.

Shart tekshirish quyidagi talabga bo'ysunadi: Saralovchi II Zt tokchadagi buyum miqdorini hamda qo'lga olingan biror tokchadagi buyum miqdorini aniqlaydi, keyin bir-biri bilan taqqoslaydi. Bu esa Saralovchi II

AGAR <shart>
U HOLDA
    <ko'rsatmalar guruhi>
TAMOM

yoki

AGAR <shart>

U HOLDA
<1-ko'rsatmalar guruhi>
AKS HOLDA
<2-ko'rsatmalar guruhi>
TAMOM

kabi shartli tuzilmalarni bajara oladi, degani.

Avvalgi boblarda birikkan shartlar haqida ma'lumotlar berilgan edi. Saralovchi II robot ham bu ishni bajara oladi. Masalan,

tokcha(1)=0 VA Zt>0

sharti talabga qarab 1-tokchadagi buyum miqdori 0 ga tengligini va Zt tokchadagi buyumning miqdori 0 dan kattaligini va rostlik jadvali asosida tekshiradi. Saralovchi II da faqat bitta qo'l va Zt tokcha bor bo'lgani uchun ikkita shartdan ko'pi bilan ishlay olmaydi.

8.6-masala

Xonada 5 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi II bitta tokchada eng ko'p taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak.

Yechim. Saralovchi II eng ko'p taxlangan kublar sonini aniqlashi uchun Zt tokchaga shu kublarning nusxasini olishi yetarli. Buning uchun Bek quyidagicha yo'l tutgan.

Birinchi qadamda Zt tokchaga 1-tokchadagi buyum nusxasi olindi. Demak, u hozircha eng ko'p kublar soni 1-tokchadagi kublar soniga teng, deb oldi.

Saralovchi II Zt tokchadagi kublar bilan qo'lga olingan 2-tokchadagi kublar sonini taqqoslaydi. Agar 2-tokchadagi kublar soni ko'p bo'lsa, Zt tokchaga 2-tokchadagi kublarning nusxasini oladi, aks holda 3-tokchaga o'tadi. Demak, Bekning algoritmi quyidagicha ekan:

o'tkaz tokcha(1), Zt
AGAR Zt<tokcha(2)
U HOLDA
o'tkaz tokcha(2), Zt
TAMOM
AGAR Zt<tokcha(3)
U HOLDA
o'tkaz tokcha(3), Zt
TAMOM

```
AGAR Zt<tokcha(4)
U HOLDA
    o'tkaz tokcha(4), Zt
TAMOM
AGAR Zt<tokcha(5)
U HOLDA
    o'tkaz tokcha(5), Zt
TAMOM
```

Barakalla, Bek muammoni hal qildi. Lekin keyingi masalada nima qilar ekan?

8.7-masala

Xonada 1963 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan.

Saralovchi II bitta tokchada eng ko'p taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak.

Yechim. Bek har bir tokchaga mos taqqoslashlarni erinmasdan juda ko'p vaqt sarflab Saralovchi II xotirasiga yozib kiritdi. Uning bu erinmasdan ishlagani uchun mukofot tarzida ota-onasi Saralovchi II dasturiga TAKRORLANSIN – MARTA tuzilmasini va quyidagi qoidani kiritishdi.

Sintaksis qoidalari:

- N, Zt, tokcha(N) nom bo'lgani uchun bosh harflarda ham kichik harflarda ham yozilishi mumkin;
- TAKRORLANSIN k MARTA tuzilmasida **tokcha(i)** yozuvi takrorlanishda 1 dan *k* gacha sanalganda har bir songa mos tokchani anglatadi, ya'ni sanoq 1 bo'lsa – tokcha(1) ni, sanoq 2 da – tokcha(2) ni, ... , sanoq *k* da - tokcha(k) ni qaralayotganini bildiradi.

Endi 8.7-masala yechimi Saralovchi II uchun quyidagicha bo'ladi:

```
o'tkaz tokcha(1), Zt
TAKRORLANSIN 1963 MARTA
    AGAR Zt<tokcha(i)
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
TAMOM
```

Bu algoritm quyidagicha ishlaydi:

Birinchi qadamda Zt tokchaga 1-tokchadagi buyum nusxasi olinadi. Demak, hozircha eng ko'p kublar soni 1-tokchadagi kublar soniga teng. Keyingi qadamda takrorlanish tuzilmasi ishlay boshlaydi. Sanoq 1 bo'lganda Saralovchi II Zt tokchadagi kublar bilan 1-tokchadagi kublar sonini taqqoslaydi, Zt tokchada 1-tokchadagi buyum nusxasi bo'lgani uchun shart bajarilmaydi. Sanoq 2 bo'lganda Saralovchi II Zt tokchadagi kublar bilan 2-tokchadagi kublar sonini taqqoslaydi. Agar 2-tokchadagi kublar soni ko'p bo'lsa, Zt tokchaga 2-tokchadagi kublarning nusxasini oladi va takrorlanish qadami oshadi, aks holda faqat takrorlanish qadami oshadi va hokazo.

4-sharh

E'tibor bergan bo'lsangiz, TAKRORLANSIN – MARTA tuzilmasining bu ko'rinishida 1-tokchadagi buyum o'zining nusxasi bilan taqqoslandi. Bu tuzilmaning kamchiliklaridan biridir.

8.8-masala

Xonada 21 ta tokcha bo'lib, birinchi 7 tasi bo'sh, qolganlarining ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi II bitta tokchada eng ko'p taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak. Bek bu masalaga ham avvalgi masaladagi yechimni yozdi, faqat 1963 o'rniga 21 oldi. Saralovchi II algoritmni bemalol bajardi va har qanday boshlang'ich qiymatlarda faqat to'g'ri natijalar ko'rsatdi.

8.5-mashq

Algoritm haqiqatan masala yechimini berishiga ishonch hosil qiling.

8.9-masala

Xonada 21 ta tokcha bo'lib, birinchi 7 tasi bo'sh, qolganlarining ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi II kubi bor tokchalardan bitta tokchada eng kam taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak.

Yechim. Bek tuzgan quyidagi algoritm xato natijalar berdi:

```
o'tkaz tokcha(1), Zt
TAKRORLANSIN  21 MARTA
      AGAR Zt>tokcha(i)
      U HOLDA
            o'tkaz tokcha(i), Zt
      TAMOM
TAMOM
```

Xato nimadan iborat edi? 1-tokchada Zt da kub yo'q, ya'ni ularning soni 0 ga teng. 2-tokchadan 7-tokchagacha shunday natijaga ega bo'laveramiz. Lekin keyingi tokchalarda kublar soni 0 dan katta bo'lishiga qaramay yana 0 natijaga ega bo'laveramiz. Chunki sizga ma'lum, 0 va ixtiyoriy natural sondan kichigi yana 0 bo'ladi. Buni tushungan Bek birinchi 7 ta tokchani tashlab yuborishga harakat qildi va quyidagicha algoritm tuzdi:

```
o'tkaz tokcha(8), Zt
TAKRORLANSIN  21 MARTA
    AGAR Zt>tokcha(i)
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
TAMOM
```

Yana o'sha ahvol, barcha boshlang'ich qiymatlarda faqat 0 natija olindi. Nima uchun? Chunki, 1-qadamda Zt tokchaga 8-tokchadagi kublar nusxasi ko'chiriladi, ularning soni, albatta, shartga ko'ra 0 dan katta. 2-qadamda takrorlanish tuzilmasi ishga tushadi va sanoq birdan boshlanadi. 1-tokchada esa kub yo'q, natija yana 0 ta bo'ladi, avvalgi algoritm ishiga qaytib qolindi.

5-sharh

E'tibor bergan bo'lsangiz, bu Bekning emas TAKRORLANSIN – MARTA tuzilmasining kamchiligidir.

O'g'lining qiynalayotganini ko'rgan ota-ona yangi universal tuzilmani taklif etishdi. Tuzilma va uning sintaksis qoidalarini Saralovchi II ning dasturiga kiritishdi. Tuzilmaning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

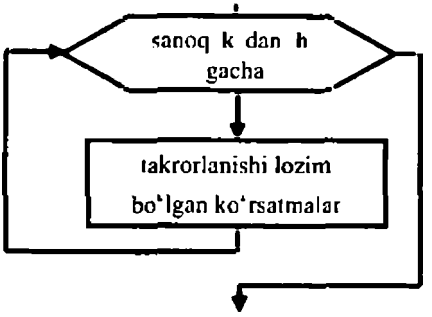
```
k DAN h GACHA BAJAR
    <takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM
```

Bu tuzilmada sanoq *k* dan boshlanadi va toki sanoq h ga yetguncha bittadan oshirib boriladi. Har qadamda BAJAR va TAMOM orasidagi takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar bajariladi. Endi sharhlarda ifodalangan kamchiliklarni yo'qotish mumkin. 8.9-masalaning yechimi esa quyidagicha:

```
o'tkaz tokcha(8), Zt
9 DAN 21 GACHA BAJAR
    AGAR Zt>tokcha(i)
```

U HOLDA
o'tkaz tokcha(i), Zt
TAMOM
TAMOM

Yangi universal tuzilmaning blok-sxemasi quyidagicha:



8.4-rasm.

TAKRORLANSIN <son> MARTA
<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM

tuzilmasi yangi tuzilma orqali quyidagicha almashtirilishi mumkin:

1 DAN <son> GACHA BAJAR
<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>
TAMOM

8.9-masalani Saralovchi II tushunadigan birikkan shartlardan foydalanib hal etish mumkin edi. Lekin Bek hali birikkan shartlarni bilmagani uchun qo'llay olmasdi.

Ota-onasi birikkan shartlarni Bekka tushuntirgunicha biz yechimni yozib qo'yamiz:

o'tkaz tokcha(8), Zt
TAKRORLANSIN 21 MARTA
AGAR tokcha(i)>0 VA Zt>tokcha(i)
U HOLDA
o'tkaz tokcha(i), Zt
TAMOM
TAMOM

8.6-mashq

Algoritm haqiqatan masala yechimini berishiga ishonch hosil qiling.

8.10-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi bo'sh, qolganlarining ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi II kubli tokchalardan bitta tokchada eng kam taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak.

Yechim. Bek shunday o'ylamoqda:

1) masala shartidan $M<N$ ekanini bilaman, ya'ni kamida bitta kubli tokcha mavjud;

2) agar Zt tokchaga kubi yo'q tokchaning nusxasini o'tkazsam, javob 0 ga teng chiqadi;

3) avval Zt tokchaga kamida bitta kubli tokchadagi kubni o'tkazishim kerak.

Demak, birinchi navbatda kamida bitta kubli tokcha topiladi va Zt tokchaga o'tkaziladi:

```
TAKRORLANSIN N MARTA
    AGAR tokcha(i)>0
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
TAMOM
```

Bu algoritm natijasida kamida bitta kubi bo'lgan tokchalar nusxasi Zt tokchaga o'tkazilaveradi va oxirida kamida bitta kubi bo'lgan eng oxirgi tokcha nusxasi qoladi. Endi masala yechimi to'liq bo'lishi uchun 8.9-masalaning birikkan shartli yechimidagi takrorlanish sonini 21 dan N ga almashtirib, yuqoridagi algoritm davomiga qo'shish yetarli.

8.11-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi bo'sh, qolganlarining ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi II kubli tokchalardan bitta tokchada eng ko'p taxlangan kublar sonini aniqlashi kerak.

8.7-mashq

Algoritmni mustaqil tuzing.

Yangi Saralovchi sari

8.12-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Ba'zi tokchalar bo'sh

bo'lishi ham mumkin. Saralovchi II eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarni 1-tokchaga o'tkazishi kerak.

Yechim. Bek avval eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublar sonini aniqladi. Buning uchun u 8.11-masala yechimini yozdi:

```
o'tkaz tokcha(1), Zt
TAKRORLANSIN  N MARTA
    AGAR Zt<tokcha(i)
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
TAMOM
```

Natijada Saralovchi II ning Zt tokchasida kerakli tokchaning nusxasi hosil bo'ldi. Eng ko'p kub taxlangan tokchalar bir nechta bo'lishi mumkin.

Buning va 1-tokchadagi kublar tushirib yuborilishining Bek uchun ahamiyati yo'q, chunki bittasining nusxasini 1-tokchaga ko'chirish masala hal bo'lishi uchun yetarli. Algoritm to'liq bo'lishi uchun u quyidagi ko'rsatmani qo'shib qo'ydi:

```
o'tkaz Zt, tokcha(1)
```

8.13-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Ba'zi tokchalar bo'sh bo'lishi ham mumkin. Tokchalardan bittasida taxlangan kublar soni eng ko'p. Saralovchi II 1-tokchadagi kublar bilan eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarning o'rnini almashtirishi kerak.

Yechim. Bek avval eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublar sonini aniqladi:

```
o'tkaz tokcha(1), Zt
TAKRORLANSIN  N MARTA
    AGAR Zt<tokcha(i)
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
TAMOM
```

Endi Zt tokchada eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublar nusxasi bor. Yechim to'liq bo'lishi uchun quyidagini qo'shish mumkin:

```
TAKRORLANSIN  N MARTA
    AGAR Zt=tokcha(i)
```

```
U HOLDA
    o'tkaz tokcha(1), tokcha(i)
TAMOM
TAMOM
o'tkaz Zt, tokcha(1)
```

1-tokchaga o'tkazilishi kerak bo'lgan tokcha bitta bo'lgani uchun U HOLDA va TAMOM orasidagi ko'rsatma takrorlanish nechta bo'lishidan qat'iy nazar faqat bir marta ishlaydi.

6-sharh

E'tibor qilgan bo'lsangiz, hozirgacha Zt tokcha Saralovchi uchun xotira bo'lib xizmat qilmoqda.

8.8-mashq

Xonada *N* ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Ba'zi tokchalar bo'sh bo'lishi ham mumkin. Saralovchi II 1-tokchadagi kublar bilan eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarning o'rnini almashtirishi kerak. Bu masalaga yuqoridagi algoritm javob bera oladimi?

Bekning muvaffaqiyatlaridan quvongan ota-onasi Saralovchi II ga qo'shimcha vazifalar kiritib, yangi Ijrochi **Saralovchi III** ni hosil qilishdi. Bolalalik chog'laringizda zehningizni sinab ko'rish uchun teskaricha sanashni so'rashgani, ya'ni, masalan, 10 dan 1 gacha, yodingizdami? Endi, birinchidan, Saralovchi takrorlash tuzilmasida teskari sanashni biladigan bo'ldi. Ikkinchidan, sizga tanish bo'lgan TOKI – BAJAR tuzilmasi bo'ldi. Uchinchisi, robotga o'rnatilgan Ek nomli ekrancha bo'lib, Ek da Zt tokchadagi nusxaga mos tokchaning tartib raqami aks etib turar edi. Endi Bek bemalol bu Ek xotiradan quyidagicha foydalanishi mumkin bo'ldi: agar Zt tokchaga 22-tokchaning nusxasi olingan bo'lsa, u holda tokcha(Ek) yozuvi tokcha(22) bilan bir xildir. Bek uchun bu quvonchli voqea edi. Chunki, masalan, 9.13-masala bu imkoniyatlar yordamida ham oson, ham samarali hal etiladi:

```
o'tkaz tokcha(1), Zt
TAKRORLANSIN  N MARTA
    AGAR Zt<tokcha(i)
    U HOLDA
        o'tkaz tokcha(i), Zt
    TAMOM
```

TAMOM
o'tkaz tokcha(1), tokcha(Ek)
o'tkaz Zt, tokcha(1)

Ko'rdingizmi, endi yangi imkoniyatlar sababli N marta taqqoslashning keragi yo'q. Demak, qanchalik ko'p axborotga ega bo'lsang, ishing shunchalik unumli bo'lar ekan!

Ichma-ich joylashgan sikllar

Ba'zan takrorlanish tuzilmalari ichma-ich joylashtilishi mumkin. Masalan, ekranida 0 soni aks etib turgan Oshiruvchi uchun quyidagi tuzilmani qaraylik:

```
TAKRORLANSIN 2 MARTA
    1 ni qo'sh
    TAKRORLANSIN 3 MARTA
        2 ga ko'paytir
    TAMOM
TAMOM
```

Bu tuzilma quyidagicha ishlaydi: birinchi qadamda tashqi TAKRORLANSIN 2 MARTA tuzilmasining birinchi qadami boshlanadi va ekrandagi 0 ga 1 qo'shiladi; ikkinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining birinchi qadami boshlanadi, natija 1 ni 2 ga ko'paytiradi; uchinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining ikkinchi qadami boshlanadi va natija 2 ni 2 ga ko'paytiradi; to'rtinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining uchinchi qadami boshlanadi va natija 4 ni 2 ga ko'paytiradi, bu bilan ichki sikl ishini tugatadi; beshinchi qadamda tashqi TAKRORLANSIN 2 MARTA tuzilmasining ikkinchi qadami boshlanadi va natija 8 ga 1 ni qo'shadi; oltinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining birinchi qadami boshlanadi va natija 9 ni 2 ga ko'paytiradi; yettinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining ikkinchi qadami boshlanadi va natija 18 ni 2 ga ko'paytiradi; sakkizinchi qadamda TAKRORLANSIN 3 MARTA tuzilmasining uchinchi qadami boshlanadi va natija 36 ni 2 ga ko'paytiradi, bu bilan ichki sikl ishini tugatadi; lekin tashqi sikl ham 2 marta takrorlangani uchun u ham ishini tugatadi va ekranda 72 soni aks etadi. Demak, tashqi siklning 1-qadamida ichki siklning 1-, 2-, 3-qadami, tashqi siklning 2-qadamida ham ichki siklning yana 1-, 2-, 3-qadami takrorlanadi.

Ichma-ich joylashgan universal tuzilmani ko'raylik:

1 DAN 4 GACHA BAJAR
2 DAN 3 GACHA BAJAR
TAMOM
TAMOM

Tashqi sikl sanog'i	Ichki sikl sanog'i
1	2
	3
2	2
	3
4	2
	3
4	2
	3

Bu tuzilmada ham tashqi sikl va ichki sikllar quyidagicha bajariladi:

Agar sikllar ichida tokchalarning tartib raqamini ko'rsatmoqchi bo'lsak, u holda tashqi sikl sanog'i uchun bir harfni, ichki sikl sanog'i uchun boshqa harfni olishimiz kerak bo'ladi. Chunki, sanoq vaqtida har safar 1 qo'shib boriladi. Agar tashqi va ichki sikllar uchun belgilash bir xil qilib **k** deb olinsa, quyidagicha xatolik ro'y beradi:

Tashqi sikl sanog'i k harfi orqali	Ichki sikl sanog'i k harfi orqali
k = 1	k = 2
	k = 3
k = 4	k = 2
	k = 3
k = 4	k = 2
	k = 3

Bu holda tashqi sikl sanoqdagi **k** ni 1 dan boshlaydi; ichki sikl sanoqdagi k ni 2 dan boshlaydi; ichki sikl sanoqdagi **k** ga 1 qo'shib 3 deb oladi; tashqi sikl sanoqdagi **k** ga 1 qo'shib 4 deb oladi; ichki sikl sanoqdagi k ni 2 dan boshlaydi; ichki sikl sanoqdagi **k** ga 1 qo'shib 3 deb oladi; tashqi sikl sanoqdagi **k** ga 1 qo'shib 4 deb oladi; ichki sikl sanoqdagi **k** ni 2 dan boshlaydi va shu tariqa takrorlanish to'xtamaydi.

Boshqa misol:

1 DAN 3 GACHA BAJAR
2 DAN 4 GACHA BAJAR
TAMOM
TAMOM

uchun esa tashqi sikl kerakli sanoqni bajarmay tugaydi:

Tashqi sikl sanog'i k harfi orqali	Ichki sikl sanog'i k harfi orqali
k = 1	k = 2
	k = 3
k = 4	k = 4

Bu holda tashqi sikl k ning qiymati 3 bo'lguncha takrorlanishi kerak edi, lekin ichki sikl bajarilgandan so'ng k ning qiymati 4 ga teng bo'ldi, 4 esa 3 dan katta, jarayon to'xtaydi. Takrorlanish tuzilmalaridan TOKI – BAJAR uchun ham ichma-ich joylashgan sikllarni tashkil etish mumkin. Zaruratga qarab turli takrorlanish tuzilmalarini ichma-ich joylashtirish ham mumkin. Masalan:

```
1 DAN N GACHA BAJAR
    TOKI tokcha(i)=0 BAJAR
    TAMOM
TAMOM
```

Shuni ta'kidlash kerakki, ikkita, uchta, to'rtta va hokazo sondagi takrorlanish tuzilmali ichma-ich joylashgan sikllarni tashkil etish mumkin.

8.9-mashq

Uchta takrorlanish tuzilmali algoritm yozib, jadval yordamida tahlil qiling.

Ha, aytgancha, 2 yoshga to'layotgan Bek ham bular haqida bilib olgan.

Saralash usullari

8.14-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Saralovchi III tokchalardagi kublarning o'rnini shunday almashtirsinki, natijada tokchalarda kublar soni kamayish tartibida joylashsin. Avval masala shartini tushunib olaylik. Bu masalani kamayish tartibida saralash deb ham atashadi. Tokchalardagi kublar shunday joylashishi kerakki, son jihatidan qaralganda, 1-tokchaga barcha tokchalardagiga qaraganda eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarni, 2-tokchaqa qolgan (o'tkazilgandan keyingi 1-tokchadagidan tashqari) barcha tokchalardagiga qaraganda eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarni, 3-tokchada qolgan (o'tkazilgandan keyingi 1–2-tokchadagilardan tashqari) barcha tokchalardagiga qaraganda eng ko'p kub taxlangan tokchadagi kublarni va hokazo, o'tkazish kerak.

Jadval ko'rinishida kamayish tartibida saralashni quyidagicha tasvirlash mumkin:

8.1-jadval

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Boshlang'ich holatda kublar soni	7	12	1	49	3	1	0	15	12
Kamayish tartibida saralangandan keyin	49	15	12	12	7	3	1	1	0

Yechim. Biz saralashning **joylashtirish** deb ataluvchi usulidan *foydalanamiz. Bu usulning ma'nosi quyidagicha:* 1-tokchadan *N* tokchagacha qarab eng ko'p kubli tokcha aniqlanadi va undan oldingi tokchadan boshlab 1-tokchagacha har bir tokchadagi kublar bitta tokcha o'ngga suriladi, so'ng 1-tokchaga eng ko'p kub o'tkaziladi; 2-tokchadan *N* tokchagacha qarab eng ko'p kubli tokcha aniqlanadi va undan oldingi tokchadan boshlab 2-tokchagacha har bir tokchadagi kublar bitta tokcha o'ngga suriladi, so'ng 2-tokchaga yangi eng ko'p kub o'tkaziladi; 3-tokchadan *N* tokchagacha qarab eng ko'p kubli tokcha aniqlanadi va undan oldingi tokchadan boshlab 1-tokchagacha har bir tokchadagi kublar bitta tokcha o'ngga suriladi, so'ng 3-tokchaga yangi eng ko'p kub o'tkaziladi va hokazo (*N*-1)-tokchaga o'tkazilishi bilan jarayon to'xtaydi, chunki surilish va o'tkazishlar natijasida N-tokchada eng kam sondagi kublar turgan bo'ladi. Algoritmi quyidagicha:

```
1 DAN N-1 GACHA BAJAR
    o'tkaz tokcha(i), Zt
    i+1 DAN N GACHA BAJAR
        AGAR Zt<tokcha(j)
        U HOLDA
            o'tkaz tokcha(i), Zt
        TAMOM
    TAMOM {eng ko'p kubli tokcha aniqlandi}
    Ek-1 DAN i GACHA BAJAR
                    {Saralovchi III teskaricha sanayapti}
        o'tkaz tokcha(k), tokcha(k+1)
    TAMOM       {o'ngga bitta surilish tugadi}
    o'tkaz Zt, tokcha(i)
                {eng ko'p sonli kublar i-tokchaga o'tdi}
TAMOM
```

Keling, **joylashtirish** usulida faqat sikllarni o'zi necha qadamligini jadval yordamida hisoblab ko'ramiz:

8.2-jadval

Tashqi sikl i	1-ichki sikl j	2-ichki sikl k	Takrorlanishlar soni
1 da	2 dan N gacha	N dan 2 gacha	2 (N-1) ta
2 da	3 dan N gacha	N dan 2 gacha	2 (N-2) ta
3 da	4 dan N gacha	N dan 2 gacha	2 (N-3) ta
4 da	5 dan N gacha	N dan 2 gacha	2 (N-4) ta
...	...		...
N-2 da	N-1 dan N gacha	N dan N-1 gacha	2·(N-(N-2)) =2·2 ta
N-1 da	N dan N gacha	N dan N gacha	2 (N-(N-1)) =2·1 ta
Hammasi bo'lib sikllardagi qadamlar soni		2·(1+2+3+...+(N-3)+(N-2)+(N-1))= N·(N-1) ta	

8.10-mashq

8.2-jadvaldagi qadamlar sonini hisoblashda yuqori chegara topildi. Quyidagi 8.3-jadvaldagi tokchalar uchun sikllarning qadamlari sonini hisoblang va xulosa yozing.

8.3-jadval

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	1	3	7	12	49

8.10-mashq

8.1-jadvaldagi tokchalar uchun algoritmni tekshiring.

Biz algoritmni quyidagi jadvaldagi tokchalar uchun tekshiramiz:

8.4-jadval

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	7	12	1	49	3

Qisqaroq bo'lishi uchun jadvalda tokcha(k) o'rniga t(k) kabi yozamiz.

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
1	7=t(1)→ Zt=7	1	2	7=Zt<t(2)=12	ROST	12=t(2)→ Zt=12	2
			3	12=Zt<t(3)=1	YOLG'ON	—	
			4	12=Zt<t(4)=-49	ROST	49=t(4)→ Zt=49	4

			5	49=Zt<t(5)=3	YOLG'ON	-	
			Yangi sikl k	O'tkazish			
			3	1 = t (3) → t(4)=1			
			2	1 2 = t (2) → t(3)=12			
			1	7 = t (1) → t(2)=7			
	49= Zt → t(1)=49						

Bu amallardan keyin tokchalarda kublar quyidagicha joylashadi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	7	12	1	3

Davom etamiz:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
2	7=t(1)→ Zt=7	2	3	7=Zt<t(3)=12	ROST	12=t(3)→ Zt=12	3
			4	12=Zt<t(4)=1	YOLG'ON	—	
			5	12=Zt<t(5)=49	YOLG'ON	—	
			Yangi sikl k	O'tkazish			
			2	7=t(2) → t(3)=1			
	12=Zt → t(2)=12						

Shundan keyin tokchalarda kublar quyidagicha joylashadi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	12	7	1	3

Keyingi qadam:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
3	7=t(3)→Zt=7	3	4	7=Zt<t(3)=1	YOLG'ON	—	3
			5	12=Zt<t(4)=1	YOLG'ON	—	
			Yangi sikl k	O'tkazish			
			2	—			
	7=Zt →t(3)=7						

Ma'lumki, 2 dan 3 gacha teskari sanab bo'lmaydi. Demak, yangi ichki siklda birorta ham o'tkazish bajarilmaydi, boshqacha aytganda yangi ichki sikl ishlamaydi. Jadval o'zgarmadi.

Mana oxirgi qadam:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiy-mati	U HOLDA o'tkazish	Ek
4	1=t(4)→Zt=1	4	5	1=Zt<t(5)=3	ROST	3=t(5)→t(4)=3	5
			Yangi sikl k				
				O'tkazish			
			4	1=t(4)→t(5)=1			
	3=Zt →t(4)=3						

Mana endi kerakli tartib o'rnatildi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	12	7	3	1

Bek esa quyidagicha ish tutdi: 1-tokchadan N-tokchagacha eng ko'p kub taxlangan tokchani topdi va 1-tokcha bilan almashtirdi; 2-tokchadan N-tokchagacha eng ko'p kub taxlangan tokchani topdi va 2-tokcha bilan almashtirdi; 3-tokchadan N-tokchagacha eng ko'p kub taxlangan tokchani topdi va 3-tokcha bilan almashtirdi va shu kabi almashtirishlarni (N-1)-tokchagacha davom ettirdi, chunki almashtirishlar natijasida N-tokchada eng kam sondagi kublar turgan bo'ladi. Bek o'zi bilmagan holda **oddiy tanlov** deb ataluvchi usuldan foydalandi. Bunda u ichma-ich joylashgan sikl tashkil etdi. Tashqi va ichki sikl bir-

biridan farqlanishi uchun tokcha tartib raqamida **i** va **j** harflardan foydalandi. Tokchaning o'zi bilan o'zini taqqoslamaslik uchun ichki siklni doimo bitta keyingi tokchadan boshladi, ya'ni tashqi sikldagi **i**-tokcha uchun ichki sikldagi sanoqni **(i+1)**-tokchadan boshlash to'g'ri bo'ladi:

```
1 DAN N-1 GACHA BAJAR
    o'tkaz tokcha(i), Zt
    i+1 DAN N GACHA BAJAR
        AGAR Zt<tokcha(j)
        U HOLDA
            o'tkaz tokcha(i), Zt
        TAMOM
    TAMOM
    o'tkaz tokcha(i), tokcha(Ek)
    o'tkaz Zt, tokcha(i)
TAMOM
```

Joylashtirish usulidagi kabi oddiy tanlov usulida ham faqat sikllarning o'zi necha qadamligini jadval yordamida hisoblab ko'ramiz:

8.5-jadval

Tashqi sikl i	Ichki sikl j	Takrorlanishlar soni
1 da	2 dan N gacha	1 (N-1)=N-1 ta
2 da	3 dan N gacha	1 (N-2)=N-2 ta
3 da	4 dan N gacha	1·(N-3)=N-3 ta
4 da	5 dan N gacha	1·(N-4)=N-4 ta
...	...	...
N-2 da	N-1 dan N gacha	1 (N-(N-2)) =1·2=2 ta
N-1 da	N dan N gacha	1 (N-(N-1)) =1·1=1 ta
Hammasi sikllardagi bo'lib qadamlar soni		1+2+3+...+(N-3)+(N-2)+(N-1)=N·(N-1):2 ta

Ko'rib turibsiz, oddiy tanlov usulida joylashtirish usuliga qaraganda qadamlar soni ikki marta kam ekan.

8.12-mashq

8.5-jadvaldagi qadamlar sonini hisoblashda yuqori chegara topildi. 8.3-jadvaldagi tokchalar uchun sikllarning qadamlari sonini hisoblang va xulosa yozing.

8.13-mashq

8.1-jadvaldagi tokchalar uchun algoritmni tekshiring.

Biz algoritmni 8.4-jadvaldagi tokchalar uchun tekshiramiz:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
1	7=t(1)→ Zt=7	1	2	7=Zt<t(2)= 12	ROST	12=t(2)→Zt= 12	2
			3	12=Zt<t(3) =1	YOLG'ON	—	2
			4	12=Zt<t(4) =49	ROST	49=t(4)→Zt= 49	4
			5	49=Zt<t(5) =3	YOLG'ON	—	4
	7=t(1) →t(4)=7						
	49=Zt →t(1)=7						

Bu amallardan keyin tokchalarda kublar quyidagicha joylashadi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	12	1	7	3

Davom etamiz:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
2	12=t(2)- →Zt=12	2	3	12=Zt<t(3)=1	YOLG'ON	—	2
			4	12=Zt<t(4)=7	YOLG'ON	—	2
			5	12=Zt<t(5)=3	YOLG'ON	—	2
	12=t(2)- →t(2)=12						
	12=Zt →t(2)=12						

Hech narsa o'zgarmadi, davom etamiz:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
3	I=t(3)→ Zt=I	3	4	I=Zt<t(4) =7	ROST	7=t(4)→Zt=7	4
			5	7=Zt<t(5) =3	YOLG 'ON	—	4
	I=t(3)→ t(4)=1						
	7=Zt →t(3)=7						

Endi bu amallardan keyin tokchalarda kublar quyidagicha joylashadi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	12	7	1	3

Va nihoyat oxirgi jarayon:

Tashqi sikl i	O'tkazish	Ek	Ichki sikl j	Shart tekshirish	Shart qiymati	U HOLDA o'tkazish	Ek
4	I=t(4)→ Zt=I	4	5	I=Zt<t(5) =3	ROST	3=t(5)→ Zt=3	5
	I=t(4)→ t(5)=1						
	3=Zt→ t(4)=3						

Va nihoyat kerakli tartib o'rnatildi:

Tokcha tartib raqami	1	2	3	4	5
Boshlang'ich holatda kublar soni	49	12	7	3	1

Charchab ketdingiz-a! Lekin, Bek ham Siz bilan birga ishlayotganini unutmang. Cho'chimang, kichkinagina bola o'zlashtirayotgan usullar sizga ham bo'ysunadi.

To'liqlik uchun yana bir usulni ko'rib chiqamiz. Uni **oddiy almashtirish** yoki **«pufakcha»** usuli deb atashadi. Boshqa har qanday saralash usullari biz ko'rib chiqayotgan uchala usulning hosilasi bo'lar ekan.

8.14-masaladagi kamayish tartibida saralash talab qilinganda oddiy almashtirish usuli quyidagicha:

1-takrorlanishda: 1-tokcha va 2-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 1-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa 2-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi; 2-tokcha va 3-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 2-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa 3-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi va hokazo, (N-1)-tokcha va N-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar (N-1)-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa N-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi. Natijada kublari soni eng kam bo'lgan tokcha N-tokchaga o'tkazilgan bo'ladi.

2-takrorlanishda: 1-tokcha va 2-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 1-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa 2-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi; 2-tokcha va 3-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 2-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa 3-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi va hokazo, (N-2)-tokcha va (N-1)-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar (N-2)-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa (N-1)-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi. Demak, oxirgi N-tokcha endi qaralmaydi. Natijada N-tokchadan oldingi tokchalardan kublari soni eng kam bo'lgan tokcha (N-1)-tokchaga o'tkazilgan bo'ladi.

3-takrorlanishda: 1-tokcha va 2-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 1-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa 2-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi; 2-tokcha va 3-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar 2-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa, 3-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi va hokazo, (N-3)-tokcha va (N-2)-tokchadagi kublar soni taqqoslanadi, agar (N-3)-tokchadagi kublar soni kam bo'lsa (N-2)-tokchaga o'tkaziladi, aks holda hech narsa qilinmaydi. Demak, oxirgi 2 ta tokcha endi qaralmaydi. Natijada (N-1)-tokchadan oldingi tokchalardan kublari soni eng kam bo'lgan tokcha (N-2)-tokchaga o'tkaziladi.

Shu tariqa davom ettirilsa, (N-1)-takrorlanishda kerakli jadvalni hosil qilamiz.

Masalada kamayish tartibida saralash so'ralgani uchun har qadamda tokchalardan kam sonlisini o'ngga surib borayapmiz.

Oddiy almashtirish usulining algoritmi quyidagicha:

```
TAKRORLANSIN N-1 MARTA
    1 DAN N-i GACHA BAJAR
        AGAR tokcha(j)<tokcha(j+1)
        U HOLDA
            o'tkaz tokcha(j+1), Zt
            o'tkaz tokcha(j), tokcha(j+1)
            o'tkaz Zt, tokcha(j)
        TAMOM
    TAMOM
TAMOM
```

Algoritmdan ko'rinadiki, tashqi sikl faqat ko'riladigan tokchalar sonini kamaytirish uchun xizmat qilmoqda.

Har doimgidek, **«pufakcha»** usulida ham faqat sikllarning o'zi necha qadamligini jadval yordamida hisoblab ko'ramiz:

8.6-jadval

Tashqi sikl i	Ichki sikl j	Takrorlanishlar soni
1 da	1 dan N-1 gacha	1·(N-1)=N-1 ta
2 da	1 dan N-2 gacha	1·(N-2)=N-2 ta
3 da	1 dan N-3 gacha	1·(N-3)=N-3 ta
4 da	1 dan N-4 gacha	1·(N-4)=N-4 ta
N-2 da	1 dan 2 gacha	1·(N-(N-2)) =1·2=2 ta
N-1 da	1 dan 1 gacha	1·(N-(N-1)) =1·1=1 ta
Hammasi sikllardagi bo'lib qadamlar soni		1+2+3+...+(N-3)+(N-2)+(N-1)= N·(N-1):2 ta

8.14-mashq

8.1-, 8.4-jadvallardagi tokchalar uchun algoritmni jadval yordamida tekshiring.

7-sharh

Tokchalardagi kublar saralanganidan keyin eng ko'p kubli yoki eng kam kubli tokchani topish masalasi juda ham oson ishga aylanganini ko'rish mumkin. Haqiqatan, bu masalalarning yechimlari saralangan tokchalardagi kubli tokchalardan yoki o'ng tomondagi oxirgi tokchasi yoki chap tomondagi oxirgi tokchasi bo'ladi.

Uchala usulning sikldagi qadamlar sonini taqqoslab, **«pufakcha»** usulining boshqa usullarga nisbatan samaradorligi kam emasligini, murakkabligi esa eng kam ekanligini ko'rish mumkin.

Ko'rilgan uchala usulning samaradorligini aniqlash uchun bajariladigan amallar sonining yuqori chegarasini hisoblaymiz - ko'paytirish amali):

1) **Joylashtirish** usulida:

Amallar soni =(N-1)+2*((N-1)+(N-2)+...+1)+((N-1)+(N-2)+...+1)+(N-1)=

=2*(N-1)+3*((N-1)+(N-2)+...+1)=2*(N-1)+3*N*(N-1):2=

=(4*(N-1)+3*N*(N-1)):2=(4+3*N)*(N-1):2 ta

2) **Oddiy tanlov** usulida:

Amallar soni =(N-1)+2*((N-1)+(N-2)+...+1)+2*(N-1) =

= 3*(N-1)+2*N*(N-1):2=(6*(N-1)+N*(N-1)):2 = (6+N)*(N-1):2 ta

3) **Oddiy almashtirish** usulida:

Amallar soni =4*((N-1)+(N-2)+...+1)=4*N*(N-1):2 = 2*N*(N-1)

8.15-mashq

Yuqorida keltirilgan amallar sonining to'g'riligini o'zingiz tekshirib chiqing.

8.15-masala

Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli sondagi bir xil o'lchamdagi kublar ustma-ust taxlangan. Sarałovchi III tokchalardagi kublarning o'rnini shunday almashtirsinki, natijada tokchalarda kublar soni o'sish tartibida joylashsin.

Yo'llanma. Taqqoslash qanday ma'noda yoziladi?

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Saralovchi I haqida so'zlab bering.*
2. *Saralovchi I ko'rsatmalari haqida so'zlab bering.*
3. *Saralovchi I qanday shartlar bilan ishlay oladi? Misollar yordamida izohlang.*
4. *Ijrochi Saralovchi I uchun INKOR holatlarga misollar keltiring.*
5. *Saralovchi II haqida so'zlab bering.*
6. *Saralovchi II ko'rsatmalari haqida so'zlab bering.*
7. *Saralovchi II qanday shartlar bilan ishlay oladi? Misollar yordamida izohlang.*
8. *Ijrochi Saralovchi II uchun INKOR holatlarga misollar keltiring.*
9. *Saralovchi III haqida so'zlab bering.*
10. *Saralovchi III ko'rsatmalari haqida so'zlab bering.*

11. Saralovchi III qanday shartlar bilan ishlay oladi? Misollar yordamida izohlang.
12. Ijrochi Saralovchi III uchun INKOR holatlarga misollar keltiring.
13. Saralash deganda nimani tushunasiz?
14. Qanday saralash usullari bor ekan?
15. Joylashtirish usulini o'zingiz hosil qilgan tokchalar orqali tushuntiring.
16. Oddiy tanlov usulini o'zingiz hosil qilgan tokchalar orqali tushuntiring.
17. Oddiy almashtirish usulini o'zingiz hosil qilgan tokchalar orqali tushuntiring.
18. Saralash usullarining samaradorligi va murakkabligi haqida ma'lumot bering.
19. Bobdagi barcha vazifalarni bajaring.

Qo'shimcha masalalar

S-I-8.1. *A*, *B*, *D* tokchalarda buyum turibdi. *E* tokcha bo'sh. Tokchalardagi buyumlarni siklik o'ngga suring, ya'ni buyumlarni *A* dan *B* ga, *B* dan *D* ga, *D* dam *A* ga o'tkazilsin.

S-I-8.2. A tokchada 1 ta, *B* tokchada 2 ta, *D* tokchada 3 ta kub bor. *E* tokcha bo'sh. Tokchalardagi kublarni shunday o'tkazish kerakki, natijada g'oliblar shohsupasi hosil bo'lsin.

S-I-8.3. A tokchada 1 ta, *B* tokchada 2 ta, *D* tokchada 3 ta kub bor. *E* tokcha bo'sh. Tokchalardagi kublarni bir-biriga shunday o'tkazish kerakki, natijada pastga olib tushadigan zinapoya hosil bo'lsin.

S-II-8.4. $2N$ ta tokchada buyumlar bor. $(2N+1)$-tokcha bo'sh. Toq tartib raqamli tokchalardagi buyumlar bilan juft tartib raqamli tokchalardagi buyumlarning o'rni almashtirilsin.

S-II-8.5. Xonada 99 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi II eng og'ir buyumni aniqlashi kerak.

S-II-8.6. Xonada 99 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi II eng yengil buyumni aniqlashi kerak.

S-II-8.7. Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, qolganlari bo'sh. Saralovchi II eng og'ir buyumni aniqlashi kerak.

S-II-8.8. Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, qolganlari bo'sh. Saralovchi II eng yengil buyumni aniqlashi kerak.

S-II-8.9. Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, ba'zilari bo'sh. Saralovchi II bo'sh tokchani aniqlashi kerak.

S-III-8.10. Xonada N ta tokcha bo'lib, ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, ba'zilari bo'sh. Saralovchi III bo'sh tokchani aniqlashi kerak.

S-III-8.11. Xonada 99 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III eng og'ir buyum turgan tokchaning tartib raqamini aniqlashi kerak.

S-III-8.12. Xonada 99 ta tokcha bo'lib, ularning ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III eng yengil buyum turgan tokchaning tartib raqamini aniqlashi kerak.

S-III-8.13. Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, qolganlari bo'sh. Saralovchi III eng og'ir buyum turgan tokchaning tartib raqamini aniqlashi kerak.

S-III-8.14. Xonada N ta tokcha bo'lib, ulardan M tasi ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan, qolganlari bo'sh. Saralovchi III eng yengil buyum turgan tokchaning tartib raqamini aniqlashi kerak.

S-III-8.15. Xonada N ta tokcha bor. Ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III K-tokchadagi kublar bilan va M-tokchadagi kublarning o'rnini almashtirsin.

S-III-8.16. Xonada N ta tokcha bor. Ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III eng yengil buyum bilan eng og'ir buyumning o'rnini almashtirsin.

Yo'llanma. Avval saralash, keyin almashtirish kerak.

S-III-8.17. Xonada N ta tokcha bor. Ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III eng yengil buyumli tokchalar sonini aniqlasin.

Yo'llanma. Masalan, avval 0 dan farqli eng yengili topiladi, keyin eng yengilidan katta og'irlikdagi buyumli tokchalar bo'shatiladi, tokchalar kamayish tartibida saralanadi, so'ng 1-bo'sh tokchadan oldingi tokcha tartib raqami aniqlanadi.

S-III-8.18. Xonada N ta tokcha bor. Ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III eng og'ir buyumli tokchalar sonini aniqlasin.

S-III-8.19. Xonada N ta tokcha bor. Ular ustiga turli og'irlikdagi buyumlar qo'yilgan. Saralovchi III bo'sh bo'lmagan tokchalar sonini aniqlasin.

Yangi imkoniyatlar

Hozirgacha ko'p imkoniyatli hisoblangan **bir qo'lli, Zt** nomli zaxira tokchali, natural son o'tkazish mumkin bo'lgan **Ek** nomli ekranchasi bor g'ildirakli Saralovchi III quyidagi imkoniyatlarga ega edi:

- **Ijrochi muhiti** – devorlariga soni quyi INF va yuqori SUP chegaraga ega INF=1 dan SUP gacha tartib raqami berilgan: tokcha(1), tokcha(2), ..., tokcha(7), ..., tokcha(21), ..., tokcha(1963), ...
  ba'zilarini yopib qo'yish imkoni bo'lgan tokchalar o'rnatilgan doira shaklidagi xona;
- **Ijrochining ko'rsatmalar tizimi** – quyidagi ko'rsatmalardan iborat:
  o'tkaz tokcha(N), tokcha(M)
  o'tkaz tokcha(N), Zt
  o'tkaz Zt, tokcha(M);
- **Bajara oladigan amallari** – buyumni bir tokchadan boshqa tokchaga o'tkazishda o'tkazilayotgan tokchani bo'shatib o'tkazish; Zt tokchaga ixtiyoriy tokchaning nusxasini olish ma'nosida o'tkazish; ixtiyoriy tokchada Zt tokchaning nusxasini o'tkazish; Ek nomli ekranchada Zt tokchadagi buyumning tartib raqamini aks ettirish va Ek ga biror natural son o'tkazilsa Zt tokchada shu songa mos tartib raqamli tokchaning nusxasini o'tkazish; arifmetik amallarni bajara olish; sonlar va tokchalardagi buyumlarni miqdoriy kattaliklari ustida tekshirilayotgan quyidagi oddiy

= (teng), <>(teng emas), <(kichik), <=(katta emas), >(katta), > = (kichik emas)

shartlarni va mantiqiy amallar asosida hosil qilingan birikkan shartlarni tekshirib, mantiqiy xulosa chiqara olish, barcha takrorlash tuzilmalarini bajara olish.

Unga algoritmlarni yozadigan inson Bek nomli bola bo'lib, uning qilgan ishlarini munosib baholab, endi **dasturchi** deb atasak

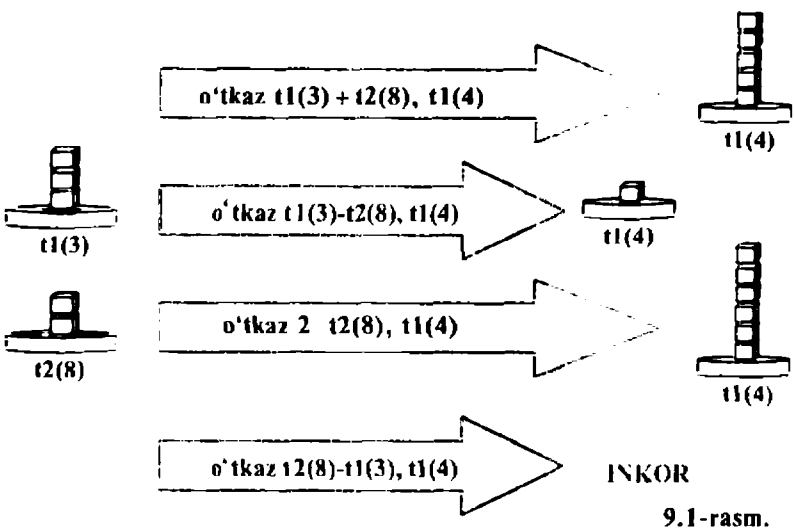
ham bo'ladi. Saralovchi III imkoniyatlarini oshirish, ya'ni yangi muhit barpo etish yoki dasturiga o'zgartirish kiritish yoki tuzilishiga yangi qismlar qo'shish Bekning ota-onasi xohishiga bog'liq edi. Qarangki, o'g'illari 2 yoshga to'lganda quyidagi imkoniyatlar bilan boyitib **Saralovchi M** nomli yangi ijrochi hosil qilishdi:

- **Ijrochi muhiti** – devorlariga soni quyi va yuqori chegaraga ega tartib raqamlari berilgan ko'p qavatli (endi qulaylik uchun **tokcha(k)** o'rniga **t(k)** deb yozamiz): t1(1), t1(2), ..., t1(7), ..., t1(21), ..., t1(n) (1-qavat) t2(1), t2(2), ..., t2(4), ..., t2(20), ..., t2(m) (2-qavat) ... ...
  tp(1), tp(2), ..., tp(5), ..., tp(10), ..., tp(k) (p-qavat)
  ba'zilarini yopib qo'yish imkoni bo'lgan tokchalar o'rnatilgan doira shaklidagi xona;
- **Ijrochining ko'rsatmalar tizimi** – quyidagi ko'rsatmalardan iborat:

  o'tkaz tx(N), ty(M)
  o'tkaz tx(N), Zt
  o'tkaz Zt, tx(M)
  o'tkaz tx(N)+A, tz(K)
  o'tkaz tx(N)-A, tz(K)
  o'tkaz tx(N)·A, tz(K)
  o'tkaz tx(N)/A, tz(K)
  o'tkaz A+ty(M), tz(K)
  o'tkaz A-ty(M), tz(K)
  o'tkaz A·ty(M), tz(K)
  o'tkaz A/ty(M), tz(K)
  bo'shat A

  bunda *x*, *y* ixtiyoriy qavat tartib raqamlari, · – ko'paytirish va / – *bo'lish amallari*, *A* – *qandaydir tokcha yoki son*;
- **Bajara oladigan amallari** – Saralovchi III ning amallariga qo'shimcha tokchadagi buyumlar ustida tokchani bo'shatish, ya'ni **bo'shat** *A*, miqdoriy qo'shish (oshirish), ayirish (kamaytirish), ko'paytirish (marta oshirish) va bo'lish (marta kamaytirish) amallari: tx(n)+ty(m), tx(n)-ty(m), tx(n)·ty(m), tx(n)/ty(m), tx(n)+A, tx(n)-A, tx(n)·A, tx(n)/A, A+tx(n), A-tx(n), A·tx(n), A/tx(n), tx(n)+Zt, ...;
- Yuqoridagi amallarni bajara olmasa **INKOR** holat yuzaga keladi, masalan, **o'tkaz t2(5) - t1(4), t3(2)** ko'rsatmasi **t2(5) < t1(4)** bo'ladi, chunki manfiy sondagi buyum yo'q.

Ijrochi Saralovchi M ning bajaradigan amallarini tushunib olish lozim bo'ladi. Agar, masalan, **o'tkaz t2(5)+t1(4), t3(2)** ko'rsatmasida 2-qavatdagi 5-tokchadagi buyum nusxasi miqdoriga 1-qavatdagi 4-tokchadagi buyum nusxasi miqdori qo'shilib natijaga mos miqdordagi buyum 3-qavatdagi 2-tokchaga o'tkazilsa, **o'tkaz 21/t1(4), t3(2)** ko'rsatmasida 21 soni 1-qavatdagi 4-tokchadagi buyum miqdoriga bo'linib, natijaning miqdoricha buyum nusxasi 3-qavatdagi 2-tokchaga o'tkaziladi. Albatta, bu hollarda **t3(2)** tokchadagi buyum avval tashlab yuborilib, keyin natija miqdoricha buyum nusxasi o'tkaziladi. Agar **t3(2)** tokchadagi buyumni ham shu tokchada saqlab qolish kerak bo'lsa, u holda ko'rsatmani **o'tkaz t2(5)+t1(4)+t3(2), t3(2)** yoki **o'tkaz 21/t1(4)+t3(2), t3(2)** kabi yozish kerak bo'ladi. Quyida bu amallarga mos rasmli namunalar keltiramiz (9.1-rasm).



9.1-rasm.

Qulaylik uchun bundan keyin **x-qavatdagi tokchalar guruhini tx(*)** kabi belgilaymiz. Qavatdagi tokchalar soni alohida aytib o'tiladi. Bu imkoniyatlari bilan Saralovchi M qanday masalalarni hal etishga qodirligini ko'ramiz.

Sodda masalalar

9.1-masala

Saralovchi *M* 5 ta tokchali t1(*) ni barcha buyumlarini *S* tokchaga yig'sin.

Yechim. Bek avval *S* tokchani bo'shatib oldi, chunki xato natijaga olib kelmasligi uchun unda birorta buyum bo'lmasligi kerak. Keyin yuqoridagi ma'lumotlarga amal qilib har bir tokchadagi buyumni birma-bir S tokchaga o'tkazib chiqdi:

bo'shat S
o'tkaz S+t1(1), S
o'tkaz S+t1(2), S
o'tkaz S+t1(3), S
o'tkaz S+t1(4), S
o'tkaz S+t1(5), S

Juda oson, shunday emasmi? Har bir qadamni izohlab chiqaylik.

Ko'rsatmalar	Saralovchi bajargan amallar
bo'shat S	**S** tokcha bo'shatildi, ya'ni buyum miqdori **0** ga teng
o'tkaz S+t1(1), S	**S** tokchadagi buyum nusxasi miqdori **0** ga 1-qavatning 1-tokchasidagi buyum nusxasi miqdori **t1(1)** qo'shildi va natijaga mos **t1(1)** miqdordagi buyum **S** tokchaga qoidaga binoan o'tkazildi, y a'ni o'tkazishda avval **S** tokchada turgan buyum tashlab yuborildi va yangi miqdordagi buyum qo'yildi
o'tkaz S+t1(2), S	**S** tokchadagi buyum nusxasi miqdori **t1(1)** ga 1-qavatning 2-tokchasidagi buyum nusxasi miqdori **t1(2)** qo'shildi va natijaga mos **t1(1)+t1(2)** miqdordagi buyum **S** tokchaga qoidaga binoan o'tkazildi, ya'ni o'tkazishda avval **S** tokchada turgan buyum tashlab yuborildi va yangi miqdordagi buyum qo'yildi
o'tkaz S+t1(3), S	**S** tokchadagi buyum nusxasi miqdori **t1(1)+t1(2)** ga 1-qavatning 3-tokchasidagi buyum nusxasi miqdori **t1(3)** qo'shildi va natijaga mos **t1(1)+t1(2)+t1(3)** miqdordagi buyum **S** tokchaga qoidaga binoan o'tkazildi, ya'ni o'tkazishda avval **S** tokchada turgan buyum tashlab yuborildi va yangi miqdordagi buyum qo'yildi
o'tkaz S+t1(4), S	**S** tokchadagi buyum nusxasi miqdori **t1(1)+t1(2)+t1(3)** ga 1-qavatning 4-tokchasidagi buyum nusxasi miqdori **t1(4)** qo'shildi va natijaga mos **t1(1)+t1(2)+t1(3)+t1(4)** miqdordagi buyum **S** tokchaga qoidaga binoan o'tkazildi, ya'ni o'tkazishda avval **S** tokchada turgan buyum tashlab yuborildi va yangi miqdordagi buyum qo'yildi

o'tkaz S+t1(5), S	**S** tokchadagi buyum nusxasi miqdori **t1(1)+t1(2)+t1(3)+t1(4)** ga 1-qavatning 5-tokchasidagi buyum nusxasi miqdori **t1(5)** qo'shildi va natijaga mos **t1(1)+t1(2)+t1(3)+t1(4)+t1(5)** miqdordagi buyum **S** tokchaga qoidaga binoan o'tkazildi, ya'ni o'tkazishda avval **S** tokchada turgan buyum tashlab yuborildi vayangi miqdordagi buyum qo'yildi

9.1-mashq

Algoritmni takrorlash tuzilmasi yordamida yozing.

9.2-mashq

Saralovchi M 5 ta tokchali t1(*) ni barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S tokchaga o'tkazsin.

Yo'llanma. Yuqoridagi algoritmda bo'shatish o'rniga ko'paytirishda ko'paytma qiymatiga ta'sir etmaydigan miqdor (nechaga teng bo'ladi?) S ga o'tkaziladi va qo'shishni ko'paytirishga almashtiriladi.

9.2-masala

Saralovchi *M N* ta tokchali t1(*) ni barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

Yechim. Endi tokchalar soni (ko'p) *N* ta bo'lgani uchun takrorlash tuzilmasisiz masalani hal etib bo'lmaydi. Buni tushungan Bek Saralovchi M uchun masalaning 2 xil ko'rinishdagi algoritmini yozdi:

```
bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA
    o'tkaz S+t1(i), S
TAMOM
```

va

```
bo'shat S
1 DAN N GACHA BAJAR
    o'tkaz S+t1(i), S
TAMOM
```

Buncha qisqa, to'g'ri natija berarmikan?

9.3-mashq

Algoritm to'g'ri ishlashini misol yordamida tekshirib ko'ring.

9.4-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S tokchaga o'tkazsin.

9.3-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni M-tokchasidan K-tokchasigacha bo'lgan barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

Yechim. Avvalgi masala yechimini tuzayotganda Bek shunday masala berilishini sezgan ekan. Nega desangiz, bu masalaning yechimini hosil qilish uchun ikkinchi ko'rinishdagi algoritmni ozgina o'zgartirish kifoya:

```
bo'shat S
M DAN K GACHA BAJAR
                    {tartib raqamlari M dan K gacha}
    o'tkaz S+t1(i), S
TAMOM
```

Masalaning yechimini boshqa takrorlanish tuzilmasi orqali ham tashkil etish mumkin:

```
bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA
    AGAR M<=i VA i<=K
                    {tartib raqamlari M dan K gacha}
    U HOLDA
        o'tkaz S+t1(i), S
    TAMOM
TAMOM
```

Mana dasturchilarning mantiqi va iqtidori! Ularga bir masala bersangiz shu masala atrofidagi masalalarning o'zlari tuzib olib yechaverishadi yoki keyingi masala qanday bo'lishini oldindan sezishadi!

9.5-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni M-tokchasidan K-tokchasigacha bo'lgan barcha buyumlari miqdorini ko'paytmasini S tokchaga o'tkazsin.

9.4-masala

Saralovchi *M N* ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori *M* va *K* orasida bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

Yechim. Bu masala ham Bek uchun yengil bo'lsa kerak. Algoritm takrorlash va shart tekshirish yordamida quyidagicha tuzilgan:

```
bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA
    AGAR M<=t1(i) VA t1(i)<=K
                    {buyum miqdori oraliqda bo'lishi}
```

```
        U HOLDA
            o'tkaz S+t1(i), S
        TAMOM
    TAMOM
```

9.6-mashq

Saralovchi *M N* ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori *M* va *K* orasida bo'lgan tokchalarini barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini *S* tokchaga o'tkazsin.

9.5-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori M va K orasida bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S1 tokchaga, qolganlarini S2 tokchaga yig'sin.

Yechim. Ha, mana, Bek uchun iqtidoriga yarasha qiziqarliroq masala. Takrorlash va tarmoqlanish aralashgan algoritm shunday:

```
bo'shat S1
bo'shat S2
TAKRORLANSIN N MARTA
    AGAR M<=t1(i) VA t1(i)<=K
                    {buyum miqdori oraliqda bo'lishi}
    U HOLDA
        o'tkaz S1+t1(i), S1
                    {buyum miqdori oraliqda bo'lganlar}
    AKS HOLDA
        o'tkaz S2+t1(i), S2
                {buyum miqdori oraliqda bo'lmaganlar}
    TAMOM
TAMOM
```

9.7-mashq

Saralovchi *M N* ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori *M* dan kichik bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S1 tokchaga, qolganlarini S2 tokchaga yig'sin.

9.8-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning buyumlari miqdori M dan kichik bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S1 tokchaga, N ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori M va K orasida bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S2 tokchaga va qolganlarini S3 tokchaga yig'sin.

9.9-mashq

Saralovchi *M N* ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari *M* dan kichik bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S1 tokchaga, *N* ta tokchali t1(*) ni tartib raqamlari *M* va *K* orasida bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S2 tokchaga va qolganlarini S3 tokchaga yig'sin.

9.6-masala

Saralovchi *M* juft *N* ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari juft bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

Yechim. Bek ham charchamaydigan bola ekan-da, masalalarni yechmay turganda ozgina dam olardik. Bu masalani yecha olmasa kerak, chunki Saralovchi M **juft** degan tushunchani ham, **juft** degan shartini ham tushunmaydi va tekshira olmaydi. Uning ixtiyorida hammasi bo'lib to'rt arifmetik amal va bob boshida bayon etilgan shart tekshirishlar bor. Juft degan shartni tekshirish uchun, odatda, sonni 2 ga bo'lganda qoldiq qolmasligi orqali **(son mod 2 = 0)** yoki sonni 2 ga bo'lganda butun chiqish talabi **([son/2] = son/2)** orqali tekshiriladi. Bek mana qanday algoritm tuzibdi:

bo'shat S
TAKRORLANSIN N/2 MARTA
o'tkaz S+t1(2·i), S
TAMOM

Qoyil, buning ham yo'lini topdi. Algoritm mazmuniga e'tibor bering: masala shartida N juft natural son va shuning uchun ham uni 2 ga bo'lganda natural son hosil bo'ladi, ya'ni sanashda **INKOR** yuzaga kelmaydi. Takrorlanishda sanoq i = 1 bo'lsa: 2 · i = 2 – birinchi juft son; sanoq i = 2 bo'lsa: 2 · i = 4 – ikkinchi juft son; sanoq i = 3 bo'lsa: 2 · i = 6 – uchichi juft son; ...; sanoq i = N/2 bo'lsa: 2 · i = N – oxirgi juft son hosil bo'ladi.

9.10-mashq

Saralovchi M toq N ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari toq bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

9.7-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari juft bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S tokchaga yig'sin.

Yechim. Bu masalada N ning toqligi ham juftligi ham ma'lum emas. Endi bu vaziyatdan qanday chiqib ketish mumkin? Qani Bek tuzgan algoritmni qarab chiqaylik-chi:

```
bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA
    AGAR 2·i<=N
    {juft sonni yuqori chegaradan oshib ketmaslik sharti}
    U HOLDA
        o'tkaz S+t1(2·i), S
    TAMOM
TAMOM
```

Nima ham derdik, algoritm masala shartiga to'liq javob beradi. Agar N juft bo'lsa N/2 natural ekanligi, N toq bo'lsa (N-1)/2 natural ekanligini hisobga olsak, quyidagi jadval algoritmni tushunishga oydinlik kiritadi:

N juft, Sanoq i	Juft son: 2·i	N toq, Sanoq i	Juft son: 2·i
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	6
...	...	...	...
N/2	N	(N-1)/2	N-1
Shu qadamda jarayon to'xtaydi, chunki:			
N/2+1	N+2>N	(N+1)12	N+1>N

9.11-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari juft bo'lgan tokchalarining barcha buyumlarini S1 tokchaga, tartib raqamlari toqlarini S2 tokchaga yig'sin.

9.12-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning tartib raqamlari juft bo'lgan tokchalarini barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S1 tokchaga, tartib raqamlari toq tokchalari barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S2 tokchaga o'tkazsin.

9.13-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tartib raqamlari 5 ga karrali bo'lgan tokchalarini barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S1 tokchaga, tartib raqamlari 2 ga karrali bo'lgan tokchalari barcha buyumlari miqdorining ko'paytmasini S2 tokchaga o'tkazsin.

9.8-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyumlarining miqdori 20 dan kichik bo'lgan tokchalarining sonini aniqlasin.

Yo'llanma. t1(*) ni o'sish tartibida saralash kerak.

9.9-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori M va K orasida bo'lgan tokchalarining buyumini 1 ta buyumga almashtirsin.

9.14-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori M va K orasida bo'lgan tokchalarini bo'shatsin.

9.15-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning bo'sh tokchalari sonini aniqlasin.

9.16-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ning kublari soni 5 ga karrali bo'lgan tokchalarini bo'shatsin.

9.17-mashq

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyumlari miqdori teng bo'lgan tokchalardan ketma-ket kelganlarini bo'shatsin.

Yo'llanma. Avval tokchalar saralanadi, bu holda buyumlari miqdori teng bo'lgan tokchalar ketma-ket joylashadi. So'ng bo'sh S tokchani kerakli tokchalarga o'tkaziladi.

Qiyinroq masalalar

Umumiylikni yo'qotmagan holda hamda qulaylik uchun bu bo'limda tokchalardagi buyumlar o'rniga ularning miqdori yoki sonlari turibdi, deb olishimiz mumkin. Ya'ni, tokchada 5 ta kub o'rniga 5 soni, 10 kg yuk o'rniga 10 soni turibdi, deyishimiz mumkin.

9.10-masala

N ta tokchali t1(*) va t2(*) qavatlar berilgan. S tokchaga t1(i) · t2(j) juftliklarni shunday tashkil etib yig'ish kerakki, S ning qiymati boshqa juftliklarga nisbatan eng katta bo'lsin, ya'ni t1(*) va t2(*) qavatlar tokchalari t(i)·t(j) ko'paytmalarining yig'indisi eng katta bo'lsin.

Yechim. Masalani avval misol ko'rish orqali tushunib olamiz:

Tartib raqamlar	1	2	3	4
t1(*)	3	0	2	7
t2(*)	5	9	3	3
S= t1(1)·t2(1)+t1(2)·t2(2)+t1(3)·t2(3)+t1(4)·t2(4)=15+0+6+21=42				
S= t1(1)·t2(2)+t1(2)·t2(1)+t1(3)·t2(4)+t1(4)·t2(3)=27+0+6+21=48				
S= t1(1)·t2(3)+t1(2)·t2(4)+t1(3)·t2(2)+t1(4)·t2(1)=9+0+18+35=62				
S= t1(1)·t2(4)+t1(2)·t2(2)+t1(3)·t2(1)+t1(4)·t2(3)=9+0+10+21=40				
S= t1(1)·t2(1)+t1(2)·t2(3)+t1(3)·t2(4)+t1(4)·t2(2)=15+0+6+63=84				
... .				

Yana davom ettirish mumkin. Lekin bu usulda hamma holni ko'rib chiqish ancha murakkab bo'lar ekan. Shuning uchun matematikaga murojaat etamiz:

Agar $A \le B$ va $C \le D$ bo'lsa, u holda

$$A \cdot C + B \cdot D \ge A \cdot D + B \cdot C$$

bo'ladi.

Haqiqatan, $A - B \le 0$ va $C - D \le 0$ bo'lgani uchun:

$$(A - B) \cdot (C - D) \ge 0 \Leftrightarrow A \cdot (C - D) - B \cdot (C - D) \ge 0 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow A \cdot C + B \cdot D - A \cdot D - B \cdot C \ge 0 \Leftrightarrow A \cdot C + B \cdot D \ge A \cdot D + B \cdot C$$

Demak, juftliklar ko'paytmasining yig'indisi eng katta qiymatli bo'lishi uchun juftliklarni bir xil tartibda (yoki ikkalasini o'sish tartibida, yoki ikkalasini kamayish tartibida) saralash lozim.

Bu xulosaga asosan tuzilgan algoritm quyidagicha bo'ladi:

```
TAKRORLANSIN N-1 MARTA
    1 DAN N-i GACHA BAJAR
        AGAR t1(j)<t1(j+1)
            {t1(*)-qavatdagi tokchalarni saralash}
        U HOLDA
            o'tkaz t1(j+1), Zt
            o'tkaz t1(j), t1(j+1)
```

```
            o'tkaz Zt, t1(j)
        TAMOM
        AGAR t2(j)<t2(j+1)
            {t2(*)-qavatdagi tokchalarni saralash}
        U HOLDA
            o'tkaz t2(j+1), Zt
            o'tkaz t2(j), t2(j+1)
            o'tkaz Zt, t2(j)
            TAMOM
        TAMOM
    TAMOM
    bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA  {yig'indini hosil qilish}
    o'tkaz S+t1(i) · t2(i) , S
TAMOM
```

9.17-mashq

N ta tokchali t1(*) va t2(*) qavatlar berilgan. Saralovchi M t1(i)·t2(j) juftliklarni shunday tashkil etib S tokchaga yig'ishi kerakki, S ning qiymati boshqa juftliklarga nisbatan eng kichik bo'lsin, ya'ni t1(*) va t2(*) qavatlar tokchalari t(i)·t(j) ko'paytmalarining yig'indisi eng kichik bo'lsin.

9.11-masala

Son polindrom deyiladi, agar uni chapdan ham, o'ngdan ham bir xil o'qilsa. N ta tokchali t1(*) ning har bir tokchasida bittadan raqam bor. Saralovchi M t1(*) qavat polindrom bo'lsa, Zt ga 1 ni, t1(*) qavat polindrom bo'lmasa 0 ni o'tkazsin.

Yechim. Ta'rifga ko'ra, 12621 – polindrom, 1262 – polindrom emas. Ma'lumki, raqam faqat bir xonali bo'ladi, ya'ni masalan, o'nlik sanoq sistemasida 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 lar raqam. Bek Saralovchi M uchun shunday algoritm tuzdi: avval t1(*) qavatni teskari tartibda t2(*) qavatga nusxaladi, ya'ni t1(*) qavatdagi **i-tokcha** t2(*) qavatdagi **(N-i+1)-tokchaga** nusxalandi. Keyin t1(*) va t2(*) qavatlarning bir xil tartib raqamli tokchalaridagi raqamlar tengligini tekshirdi va algoritm yakunida olingan natijaga qarab xulosa chiqardi.

9.18-mashq

Masala algoritmini mustaqil yozing.

9.12-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) va t2(*) ni barcha sonlarini S tokchaga yig'sin.

9.13-masala

Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalaridagi barcha sonlarning o'rta arifmetigini S tokchaga yig'sin.

9.19-mashq

Informatika fanidan har kuni olgan ballaringizni tokchlarga tartib bilan joylashtirib chiqib, yakuniy natija balingizni aniqlovchi algoritm tuzing.

9.14-masala

Saralovchi M berilgan N uchun 2 ning darajalarini t1(*) ni tokchalariga joylashtirib, keyin ularni S tokchaga yig'sin.

Yechim. Masala shartiga ko'ra Bek algoritmida t1(1) tokchaga 2 ning 1-darajasini joylashtirdi; t1(2) tokchaga 2 ning 2-darajasini joylashtirdi va hokazo:

```
1 DAN N GACHA BAJAR
    o'tkaz 2^i, t1(i)
TAMOM
```

yoki boshqacha takrorlanish tuzilmasi orqali yozsak:

```
TAKRORLANSIN N MARTA
    o'tkaz 2^i, t1(i)
TAMOM
```

Bunday masalalarda keyingi qadamni bitta oldingi qadamga bog'liq ravishda hisoblash ham mumkin: t1(1) tokchaga 2 ning 1-darajasini joylashtiramiz; t1(2) tokchaga t1(1) ni 2 ga ko'paytirib joylaymiz, ya'ni 2 ni 2 ga ko'paytirib t1(2) tokchaga joylashtiramiz; t1(3) tokchaga t1(2) ni 2 ga ko'paytirib joylaymiz, ya'ni 2·2 ni 2 ga ko'paytirib t1(3) tokchaga joylashtiramiz va hokazo:

```
o'tkaz 2, t1(1)
    2 DAN N GACHA BAJAR
        o'tkaz 2·t1(i-1), t1(i)
TAMOM
```

yoki boshqacha takrorlanish tuzilmasi orqali yozsak:

```
o'tkaz 2, t1(1)
    TAKRORLANSIN N-1 MARTA
        o'tkaz 2·t1(i), t1(i+1)
TAMOM
```

Bu usulning samaradorligi avvalgi Bekning usuli bilan bir xil, murakkabligi esa Bekning usulidan bittaga ortiq, lekin asosiy yutuq algoritmda darajaga ko'tarish amali ishtirok etmayapti.

Algoritmikada bu kabi keyingi qadamni avvalgi qadamga bog'laydigan usul **iteratsiya usuli** deb ataladi.

Endi barcha tokchalardagi sonlarni S tokchaga yig'amiz:

```
bo'shat S
    TAKRORLANSIN N MARTA
        o'tkaz S+t1(i), S
    TAMOM
```

Algoritmni iteratsiya usuli yordamida yozilgan to'liq ko'rinishi quyidagicha:

```
o'tkaz 2, t1(1)
2 DAN N GACHA BAJAR
    o'tkaz 2·t1(i-1), t1(i)
TAMOM
bo'shat S
TAKRORLANSIN N MARTA
    o'tkaz S+t1(i), S
TAMOM
```

Agar oxirgi algoritmning samaradorligini saqlagan holda murakkabligini kamaytirmoqchi bo'lsak, quyidagicha yozishimiz mumkin:

```
o'tkaz 2, t1(1)
o'tkaz t1(1), S
2 DAN N GACHA BAJAR
    o'tkaz 2·t1(i-1), t1(i)
    o'tkaz S+t1(i), S
TAMOM
```

yoki boshqacha takrorlanish tuzilmasi orqali yozsak:

```
o'tkaz 2, t1(1)
o'tkaz t1(1), S
TAKRORLANSIN N-1 MARTA
    o'tkaz 2·t1(i), t1(i+1)
    o'tkaz S+t1(i+1), S
TAMOM
```

Yig'ish uchun ishlatilayotgan S tokchani avvallari bo'shatib olardik. Bu ikkala algoritmda esa bo'shatib olganimiz yo'q. Buning sababini o'zingiz izohlang.

9.20-mashq

Masala yechimida keltirilgan algoritm to'g'ri ishlashini jadval yordamida tekshiring.

9.21-mashq

Saralovchi M berilgan N uchun 3 ning darajalarini t1(*) ning tokchalariga joylashtirib, keyin ularni S tokchaga yig'sin.

9.15-masala

Bekka ota-onasi shokolad berishdi. *1-kuni unga 5 ta shokolad* berishdi. Keyingi har kuni avvalgisiga nisbatan 2 barobar ko'p shokolad berishdi. Bek bir kunda beriladigan shokoladlar soni K tadan oshguncha yemasdan yig'ib yurdi va ota-onasini mehmon qildi. U shokolad berishni boshlanganining nechanchi kuni ota-onasini mehmon qilgan?

Yechim. Bekka 1-kuni berilgan shokoladni t1(1) tokchaga, *2-kuni berilgan shokoladni t1(2) tokchaga va hokazo joylash*tiriladi. Qaysi tartib raqamli tokchaga K tadan ortiq birinchi marta shokolad joylashtirilsa, shu tokchaning Ek dagi ifodasi masala javobi bo'ladi.

Masalaning yana bir tomoniga e'tiboringizni jalb qilmoqchimiz. Masala shartida tokchalar sonini yuqori chegarasi berilmagan. Yuqori chegara K ga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Haqiqatan:

K ning qiymati	Kunlarga mos shokoladlar soni							Yuqori chegaraning qiymati
	1	2	3	4	5	6	7	
1	5							1
7	5	10						2
9	5	10						2
10	5	10	20					3
21	5	10	20	40				4
39	5	10	20	40				4
300	5	10	20	40	80	160	320	7

Demak, K qanchalik kattalashsa N ham shunga bog'liq ravishda ortishi mumkin ekan. Yuqori chegara aniq bo'lmaganda takrorlanish qanday tashkil etiladi?

Bu savolga TOKI – BAJAR tuzilmasi javob beradi:

o'tkaz 1, Ek

o'tkaz 5, t1(Ek)

TOKI t1(Ek) <= K BAJAR
o'tkaz Ek+1, Ek
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)
TAMOM

Algoritmning ishlashini K=99 da jadval yordamida ko'rib chiqamiz:

Ko'rsatma	Ek	t1(*)	Shart qiymati	Ek+1	Ek-1
o'tkaz 1, Ek	1	-	-	-	-
o'tkaz 5, t1(Ek)	1	t1(1)=5	-	-	-
5=t1(Ek) <= K=99	1	-	ROST	2	1
o'tkaz Ek+1, Ek	2	-	-	-	-
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)	2	t1(2)=2·t1(1)=2·5=10	-	-	-
10=t1(Ek) <= K=99	2	-	ROST	3	2
o'tkaz Ek+1, Ek	3	-	-	-	-
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)	3	t1(3)=2·t1(2)=2·10=20	-	-	-
20=t1(Ek) <= K=99	3	-	ROST	4	3
o'tkaz Ek+1, Ek	4	-	-	-	-
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)	4	t1(4)=2·t1(3)=2·20=40	-	-	-
40=t1(Ek) <= K=99	4	-	ROST	5	4
o'tkaz Ek+1, Ek	5	-	-	-	-
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)	5	t1(5)=2·t1(4)=2·40=80	-	-	-
80=t1(Ek) <= K=99	5	-	ROST	6	5
o'tkaz Ek+1, Ek	6	-	-	-	-
o'tkaz 2·t1(Ek-1), t1(Ek)	6	t1(6)=2·t1(5)=2·80=160	-	-	-
160=t1(Ek) <= K=99	6	-	YOL-G'ON	**To'xtaydi**	

Demak, K=99 bo'lganda Bek ota-onasini 6-kun mehmon qilgan.

9.23-mashq

Saralovchi M uchun Bek ota-onasini mehmon qilganda nechta shokoladi borligini aniqlovchi algoritm tuzing.

Qo'shimcha masalalar

Keling, bu bo'limda Saralovchi M ni biz boshqaramiz.

Quyidagicha talab bilan t1(*) ning tokchalarini to'ldiramiz:

t1(1)=0; t1(2)=1;

t1(3)= t1(1)+t1(2); t1(4)= t1(2)+t1(3); ...,

ya'ni, keyingi har bir tokchadagi son oldingi ikkita tokchadagi sonlarning yig'indisiga teng. Bu usulda hosil qilinadigan sonlarni **Fibonachi sonlari** deb atashadi.

9.16-masala

Saralovchi *M* birinchi *N* ta Fibonachi sonini hosil qilsin.

Yechim. Fibonachi sonlarining ta'rifiga ko'ra algoritm tuzish yetarli:

```
o'tkaz 0, t1(1)
o'tkaz 1, t1(2)
3 DAN N GACHA BAJAR
    o'tkaz t1(i-2)+t1(i-1), t1(i)
TAMOM
```

9.24-mashq

Saralovchi M 1 dan 50 gacha bo'lgan sonlar ichida nechta Fibonachi soni borligini aniqlasin.

Quyidagilarni eslatib o'tamiz:

- H natural son N natural sonining **bo'luvchisi** deb ataladi, agar shunday G natural son topilsaki, N=G·H (yoki N/H=G) shart bajarilsa.
- H natural son natural N va K sonlarining **umumiy bo'luvchisi** deb ataladi, agar H son N ning ham, K ning ham bo'luvchisi bo'lsa.
- H natural son natural N va K sonlarining **eng katta umumiy bo'luvchisi** deb ataladi, agar H son N va K sonlarining umumiy bo'luvchilari ichida eng kattasi bo'lsa.

- H natural son N natural sonining **karralisi** deb ataladi, agar shunday G natural son topilsaki, H=G·N (yoki H/N=G) shart bajarilsa.
- H natural son natural N va K sonlarining **umumiy karralisi** deb ataladi, agar H son N ning ham, K ning ham karralisi bo'lsa.
- H natural son natural N va K sonlarining **eng kichik umumiy karralisi** deb ataladi, agar H son N va K sonlarining umumiy karralilari ichida eng kichigi bo'lsa.

9.17-masala

Saralovchi M ikkita N va K sonlarni eng katta umumiy bo'luvchisi EKUB(N, K) ni topsin.

Yechim. ***1-usul.*** Bu masalani yechishni ta'rif bo'yicha bajarishga harakat qilish mumkin, ya'ni sonlar teng bo'lsa EKUB=N, aks holda ikkala sonni bir chekkadan natural sonlarga bo'lib boraveramiz va har qadamda ikkala sonning bo'luvchisini EKUB deb olaveramiz, bu holda jarayon bo'luvchi bo'linuvchilardan kichigiga teng bo'lishi bilan to'xtatiladi. Lekin bu usulda bir muammo bor: bo'linish shartini Saralovchi M tushunadigan tarzda qanday yozish mumkin. Biz biladigan bo'linish shartlari (qoldiq nolga tengligi – N mod i = 0 yoki butun bo'linish sharti - [N/i] = N/i, bu yerda [a] – a sonini butun qismi) Saralovchi M uchun **tushunarli emas.**

Bo'linish degan amalning boshqa mazmuniga e'tibor beramiz: agar *D* soni *H* soniga bo'linsa, u holda shunday *G* son mavjudki, *D* dan *G* marta *H* ni ayirsak 0 hosil bo'ladi. Haqiqatan, agar *D* soni *H* soniga bo'linsa, u holda

$$D = G\ H = \underbrace{H+H+H+H+\ldots+H}_{G\text{ ta}}$$

yoki

$$D - \underbrace{(H+H+H+H+\ldots+H}_{G\text{ ta}} = 0$$

Shuni e'tiborga olib N sonini i ga bo'lgandagi qoldiqni topish uchun quyidagi algoritmni tuzamiz:

```
o'tkaz N, Qoldiq N
TOKI Qoldiq N >=i BAJAR
    o'tkaz Qoldiq N - i, Qoldiq N
```

```
TAMOM
```

Endi bu algoritmni qo'llab masalani hal eta olamiz:

```
AGAR N = K
U HOLDA
        o'tkaz N, EKUB          {EKUB aniqlandi}
AKS HOLDA
        AGAR N>K    {sonlardan kichigini aniqlash}
        U HOLDA
                o'tkaz N, S
        AKS HOLDA
                o'tkaz K, S
        TAMOM
                o'tkaz 1, EKUB
                        {har qanday son 1 ga bo'linadi}
                2 DAN S GACHA BAJAR
                                {bo'luvchilar qadami}
                        o'tkaz N, Qoldiq N
                        TOKI Qoldiq N >=i BAJAR
                                o'tkaz Qoldiq N - i, Qoldiq N
                        TAMOM
                        o'tkaz K, Qoldiq K
                        TOKI Qoldiq K >=i BAJAR
                                o'tkaz Qoldiq K - i, Qoldiq K
                        TAMOM
                        AGAR Qoldiq N = 0 VA Qoldiq K = 0
                        U HOLDA
                                o'tkaz i, EKUB
                        TAMOM
                TAMOM
        TAMOM
```

Bu yerda S sonlardan kichigini aniqlaydi. Lekin algoritm juda uzun va samaradorligi past. EKUB topish muammo bo'lib qoldi-ku!

2-usul. Lekin muammoni eramizdan avvalgi III asrda yashagan matematik Evklid osongina hal qilib qo'ygan ekan. Uning algoritmi deyarli quyidagicha ifodalanadi:

Evklid algoritmi: agar N va K sonlar teng bo'lsa, u holda EKUB=N; aks holda kattasidan kichigini ayirib, kattasining o'rniga qabul qilamiz va algoritmni yana boshidan boshlaymiz.

Evklid algoritmini misollarda ko'ramiz:

N	K	Shart	Qiymati	Shart	ROST, ya'ni u holda	YOLG'ON, ya'ni aks holda
15	15	15<>15	YOLG'ON	EKUB=15		
N	K	Shart	Qiymati	Shart	ROST, ya'ni u holda	YOLG'ON, ya'ni aks holda
15	12	15<>12	ROST	15>12	N=15-12=3	–
3	12	3<>12	ROST	3>12	–	K=12-3=9
3	9	3<>9	ROST	3>9	–	K=9-3=6
3	6	3<>6	ROST	3>6	–	K=6-3=3
3	3	3=3	YOLG'ON	EKUB=3		
15	4	15<>16	ROST	15>4	N=15-4=11	-
11	4	11<>4	ROST	11>4	N=11-4=7	-
7	4	7<>4	ROST	7>4	N=7-4=3	-
3	4	3<>4	ROST	3>4	-	K=4-3=1
3	1	3<>1	ROST	3>1	N=3-1=2	-
2	1	2<>1	ROST	2>1	N=2-1=1	-
1	1	1=1	YOLG'ON	EKUB=1		

Mana bu boshqa gap. Faqat takrorlanish qadamini oldindan bilmaymiz, shuning uchun TOKI – BAJAR tuzilmasidan foydalanib tuzilgan Saralovchi M tushunadigan algoritm quyidagicha bo'ladi:

```
TOKI N <> K BAJAR
    AGAR N>K
    U HOLDA
        o'tkaz N-K, N
    AKS HOLDA
        o'tkaz K-N, K
    TAMOM
TAMOM
o'tkaz N, EKUB
```

Jadvalda va algoritmda takrorlash shartini Evklid algoritmidagi asosiy shartdan farqli teng emaslik sharti kabi yozilishi dasturning murakkablik darajasini kamaytiradi.

9.24-mashq

Evklid algoritmini algoritmdagi teng emaslik shartini tenglik shartiga almashtirib tuzing.

9.18-masala

Saralovchi M ikkita N va K sonlarning eng kichik umumiy karralisi EKUK(N, K) ni topsin.

Yechim. EKUB ning ta'rif bo'yicha topish algoritmini ko'rdingiz. EKUK ni ham ta'rif bo'yicha topish ham ancha murakkab. Shuning uchun, EKUB va EKUK ni quyidagi bog'lanishidan foydalanish maqsadga muvofiq:

$$EKUB(N, K) \cdot EKUK(N, K) = N \cdot K$$

Bu bog'lanishdan quyidagini hosil qilamiz:

$$EKUK(N, K) = N \cdot K / EKUB(N, K)$$

EKUB ni topishni Evklid algoritmidan foydalanib masalani hal etamiz:

```
o'tkaz N · K, S
TOKI N <> K BAJAR
    AGAR N>K
    U HOLDA
        o'tkaz N-K, N
    AKS HOLDA
        o'tkaz K-N, K
    TAMOM
TAMOM
o'tkaz N, EKUB
o'tkaz S / EKUB, EKUK
```

Algoritm bajarilish jarayonida N va K ning qiymati kamayib boradi, shuning uchun ularni boshlang'ich qiymatiga mos ko'paytmani S tokchada saqlab turdik.

9.25-mashq

Bo'yi 96 m, eni esa 88 m ga teng to'g'ri to'rtburchak shaklidagi kartonni teng kvadratlarga ajratishmoqchi. Shu ma'noda eng katta tomonli kvadratning tomoni uzunligi necha m ga teng bo'ladi?

Birdan farqli natural sonni faqat ikkita bo'luvchiga ega bo'lsa: o'zi va bir, u tub son deyiladi. Tub sonlarning birinchisi 2 ga teng.

Buni qarangki, 2 yakka-yu yagona juft tub son bo'lar ekan. Boshqa har qanday juft son tub bo'la olmaydi, chunki uning hech bo'lmaganda yana bir uchinchi bo'luvchisi 2 bor (o'zi va birdan tashqari).

Quyida 100 dan kichik tub sonlar keltirilgan:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97.

N va K o'zaro tub sonlar deyiladi, agar EKUB(N, K)=1 bo'lsa. Ma'lumki, har qanday ikkita tub son o'zaro tub bo'ladi. Shu yerda Suvchi uchun bir xossani aytib o'tmoqchimiz:

A litrli va B litrli idishlar bor. Suvchi faqat A va B dan oshmaydigan EKUB(A, B) ga karrali har qanday hajmdagi suvni o'lchab olishi mumkin.

Ya'ni, masalan, A=2 va B=8 bo'lsa, EKUB(2, 8)=2 va shuning uchun Suvchi 2, 4, 6, 8 litr suvni o'lchab olishi mumkin, 1, 3, 5, 7 litr suvni o'lchab ololmaydi.

9.19-masala

Saralovchi M berilgan N son tub bo'lsa, T tokchaga 1 ni, aks holda 0 ni o'tkazsin.

Yechim. Sonning tub ekanligini tekshirish uchun uni bo'luvchilar soni 2 ga teng yoki teng emasligini tekshirish kifoya. Buning uchun bo'linish shartini qoldiq ko'rinishida tekshiramiz:

```
o'tkaz 0, S
o'tkaz 0, T
1 DAN N GACHA BAJAR
                              {bo'luvchilar qadami}
    o'tkaz N, Qoldiq N
    TOKI QoldiqN >=i BAJAR
                              {qoldiqni aniqlash}
        o'tkaz Qoldiq N - i, Qoldiq N
    TAMOM
    AGAR Qoldiq N=0
                    {bo'linish alomatini tekshirish}
    U HOLDA
        o'tkaz S+1, S
    TAMOM
TAMOM
AGAR S=2                  {tub bo'lish alomati}
U HOLDA
```

o'tkaz 1, T
TAMOM

9.20-masala

Saralovchi M 100 dan kichik barcha tub sonlarni t1(*) ning tokchalariga yozib chiqsin.

Yo'llanma. Tub son bo'lish xossasini tekshirishni bilasiz. Endi uni 1 dan 99 gacha bo'lgan sonlar uchun takrorlash yetarli. Lekin 100 dan kichik tub sonlarning nechtaligi noma'lum, shuning uchun t1(*) ning tokchalariga murojaat qilishda TOKI – BAJAR takrorlash tuzilmasidan foydalanish maqsadga muvofiq.

9.21-masala

Saralovchi M 100 dan N va K sonlarining tub bo'luvchilarini t1(*) ning tokchalariga yozib chiqsin.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Saralovchi M imkoniyatlarini avvalgi saralovchilar bilan taqqoslab bering.*
2. *Saralovchi M ning Zt va Ek qurilmalari qanday imkoniyatlar beradi?*
3. *Qanday sonlar polindrom sonlar deyiladi? Misollar keltiring.*
4. *Iteratsiya usulini misollar orqali izohlang.*
5. *Qanday sonlar Fibonachi sonlari deb ataladi?*
6. *Qadamlarning yuqori chegarasi noma'lum bo'lsa, takrorlash qanday tashkil etiladi?*
7. *Qoldiq hisoblash algoritmini misollarda izohlang.*
8. *Evklid algoritmini misollarda ko'rsatib bering.*
9. *Ikki sonning EKUKini topish algoritmini izohlang.*
10. *Tub son ta'rifini misollar orqali izohlang.*
11. *Berilgan son tubligini tekshirish algoritmini izohlang.*
12. *Masalalarning algoritmini blok-sxema ko'rinishida tasvirlang.*
13. *Bobdagi barcha mashqlarni bajaring.*

Qo'shimcha masalalar

S-M-9.1. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) tokchalaridagi buyumlarni teskari tartibda joylashtirsin, ya'ni 1-tokchadagi buyumlarni N-tokchadagi buyumlar bilan, 2-tokchadagi buyumlarni (N-1)-tokchadagi buyumlar, 3-tokchadagi buyumlarni (N-2)-tokchadagi buyumlar bilan o'rnini almashtirsin.

S-M-9.2. N ta tokchali t1(*) tokchalarida yoki 1 ta kub yoki 2 ta kub yoki 3 ta kub bor. Saralovchi M t1(*) tokchalaridagi kublarni shunday

joylashtirsinki, avval faqat 1 ta kubli tokchalar, keyin faqat 2 ta kubli tokchalar, oxirida faqat 3 ta kubli tokchalar hosil bo'lsin.

S-M-9.3. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyum miqdori eng ko'p tokchasining buyumlarini N-tokchaga buyum miqdori eng kam bo'lgan tokchasini buyumlarini 1-tokchaga o'tkazsin.

S-M-9.4. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni buyum miqdori eng ko'p tokchasini buyumlarini barcha tokchalarga o'tkazsin.

S-M-9.5. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni juft tartib raqamli tokchalardagi buyum miqdori eng ko'p tokchasini toq tartib raqamli tokchalardagi buyum miqdori eng kam bo'lgan tokchasiga qo'shini Zt tokchaga o'tkazsin.

S-M-9.6. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalarini toq sonlar bilan o'sish tartibida to'ldirsin.

S-M-9.7. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalarini juft sonlar bilan kamayish tartibida to'ldirsin.

S-M-9.8. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalariga quyidagilarni tartib bilan joylasin:

$$1\cdot2,\ 2\cdot3,\ 3\cdot4,\ \ldots,\ N\ (N+1)$$

va ularning yig'indisini S tokchaga yig'sin.

S-M-9.9. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalariga quyidagilarni tartib bilan joylasin:

$$1\cdot2\cdot3,\ 2\cdot3\cdot4,\ 3\cdot4\cdot5,\ \ldots,\ N\cdot(N+1)\cdot(N+2)$$

va ularning yig'indisini S tokchaga yig'sin.

S-M-9.10. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalariga quyidagilarni tartib bilan joylasin:

$$1\cdot2\cdot3,\ 4\cdot5\cdot6,\ 7\cdot8\cdot9,\ \ldots,\ (3\cdot N-2)\cdot(3\cdot N-1)\cdot(3\cdot N)$$

va ularning yig'indisini S tokchaga yig'sin.

S-M-9.11. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalariga quyidagilarni tartib bilan joylasin:

$$(1\cdot2)2,\ (2\cdot3)2,\ (3\cdot4)^2,\ \ldots,\ (N\cdot(N+1))^2$$

va ularning yig'indisini S tokchaga yig'sin.

S-M-9.12. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) ni tokchalariga quyidagilarni tartib bilan joylasin:

$$(1 \cdot 2),\ (2 \cdot 3 \cdot 4),\ (3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6),\ \ldots.$$

va ularning yig'indisini S tokchaga yig'sin.

S-M-9.13. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) va t2(*) ni mos tartib raqamli tokchalarini yig'indisini, t3(*) qavatning mos tartib raqamli tokchalariga o'tkazsin, ya'ni t1(i) + t2(i) ni t3(i) ga o'tkazsin.

S-M-9.14. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) va t2(*) ni mos tartib raqamli tokchalarini taqqoslab, agar t1(i) > t2(i) shart bajarilsa t3(i) ga 1 ni, aks holda t3(i) ga 0 ni o'tkazsin.

S-M-9.15. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) va t2(*) ni mos tartib raqamli tokchalarini taqqoslab, t1(i) > t2(i) shart bajarilgan tokchalar sonini hisoblasin.

S-M-9.16. Saralovchi M N ta tokchali t1(*) va t2(*) ni tokchalaridagi sonlarni 2·N ta tokchali t3(*) qavatga quyidagicha tartib bilan joylasin:

t1(1), t2(1), t1(2), t2(2), t1(3), t2(3), ..., t1(N-1), t2(N-1), t1(N), t2(N).

S-M-9.17. Bekka ota-onasi shokoladlar berishdi. 1-kuni unga 14 ta shokolad berishdi. Keyingi kuni avvalgisiga nisbatan 2 barobar ko'p, uchinchi kun avvalgisiga nisbatan 3 barobar ko'p, to'rtinchi kun avvalgisiga nisbatan 4 barobar ko'p, va hokazo, shokolad berishdi. Bek bir kunda beriladigan shokoladlar soni K tadan oshguncha yemasdan yig'ib yurdi va ota-onasini mehmon qildi. U shokolad berishni boshlanganini nechanchi kuni ota-onasini mehmon qilgan?

S-M-9.18. Fibonachi sonlarini S tokchaga yiqqanda qaysi tartib raqamli tokchadagi sonni qo'shganda yig'indi berilgan K sonidan ortib ketadi.

S-M-9.19. Orasidagi masofa 300 km bo'lgan A va B shaharlardan bir vaqtning o'zida bir-biriga qarab ikki velosipedchi soatiga 50 km tezlik bilan yo'lga chiqdi. Shu zahoti 1-velosipedchining peshonasidagi pashsha soatiga 100 km tezlik bilan 2-velosipedchiga qarab uchdi. Pashsha 2-velosipedchining peshonasiga urilib ortga qaytdi. Va bu kabi urilish ikki velosipedchi uchrashguncha davom etdi. Saralovchi M velosipedchilar uchrashguncha pashshaning bosib o'tgan masofasini aniqlasin.

S-M-9.20. Saralovchi M 100 dan kichik Fibonachi sonlaridan nechtasi tub bo'lishini aniqlasin.

S-M-9.21. Saralovchi M 100 dan N va K sonlarining bo'luvchilarini t1(*) ni tokchalariga yozib chiqsin.

Tokchalar uchun ba'zi chegaralashlar

Shu vaqtgacha Saralovchi M ning tokchalariga istalgancha buyum qo'ygan edik, lekin «tokcha ko'tara olmasa-chi yoki tokchaga sig'masa-chi» degan savolni berganimiz yo'q edi. Hayotda har qanday tokcha qandaydir ma'noda chegaralangan bo'ladi. Ba'zan tokcha bir necha xil chegaralashga ega bo'ladi, ya'ni, masalan, shkaf tokchasi ham hajm jihatidan (5x6x7 metr o'lchamdagi quti qaysi shkaf tokchasiga sig'adi), ham og'irlik ko'tarish jihatidan (500 kg yukni qaysi shkaf tokchasi ko'tara oladi) ham buyum xususiyati jihatidan (suv yoki gazni shkafingiz tokchasida maxsus idishlarsiz saqlay olasizmi) chegaralangan. Bu chegaralashlar har xil tokchaga turli xil ko'rinishda bo'lgani uchun ularni Saralovchi M ni emas **tokchaning xususiyati** deb ataymiz. Tokchaning imkoniyati chegarasini bildirish uchun **yuqori chegarani** aniqlaymiz.

Oddiy bir misol qaraymiz. Faqat ikkita raqami bor Saralovchi M ning tokchalari faqat 0 yoki 1 birlik (masalan, 0 va 1 metr yoki 0 va 1 kub metr yoki 0 va 1 kg) o'lchamdagi buyum miqdorini saqlay olsin. U holda 1 birlikdan oshib ketsa-chi? Unda nima qilamiz?

Buni yo'li oson ekan, shunday qoida kiritamiz:

Agar tokchadagi buyum miqdori biror amaldan keyin yuqori chegaradan ortib ketsa, u holda bu tokchaga buyum miqdorini yuqori chegaraga bo'lgandagi qoldig'i o'tkaziladi va keyingi tartib raqamli tokchaga bo'lganda hosil bo'lgan butun qismga mos birlikda buyum miqdori qo'shiladi.

Bu Sizga yangilik emas, bu kabi ishni o'nlik sanoq sistemasida biror sonni ikkinchi songa qo'shganda yoki ko'paytirganda bajargansiz: biror xonadagi yig'indi yoki ko'paytmaning 10 dan kichik qismi (raqam) shu xonada qoldiriladi, dildagi (o'nga bo'lganda hosil bo'lgan butun) qism (raqam) keyingisiga qo'shiladi. Yuqoridagi misolda tokchaga 0 yoki 1 ta sig'adi. Agar tokcha to'lgan bo'lsa, ya'ni unda 1 bo'lsa, 1 ni qo'shsak

sig'maydi va bu tokcha 0 yozilib keyingisiga 1 o'tkaziladi. Quyidagi jadvalda ikkita raqamli tokchalarda qo'shish qanday olib borilishi ko'rsatilgan:

t1(1)	t1(2)	t1(3)	t1(4)	Amal
0				+1
1				+1
0	1			+1
1	1			+1
0	0	1		+1
1	0	1		+1
0	1	1		+1
1	1	1		+1
0	0	0	1	

Agar tokchalarga 3 ta raqam 0, 1, 2 sig'sa:

t1(1)	t1(2)	t1(3)	Amal
0			+1
1			+1
2			+1
0	1		+1
1	1		+1
2	1		+1
0	2		+1
1	2		
2	2		
0	0	1	

Ba'zan, quyi chegara haqida ham so'z yuritish mumkin, bu holda ayirish va bo'lish amallari yoki yana boshqa amallar haqida mulohaza qilish mumkin. Demak, tokchalarning xususiyatini belgilab turli maqsadlarda foydalanish mumkin ekan.

Dasturchilar shunday deyishadi: **algoritm tuzish yillab o'rganiladi, dasturlash tili esa 1 haftada.** Ushbu qo'llanmada ham asosiy e'tibor algoritm tuzishni o'rgatishga qaratilganini tushungan bo'lsangiz kerak.

Dastur va dasturlash tillari

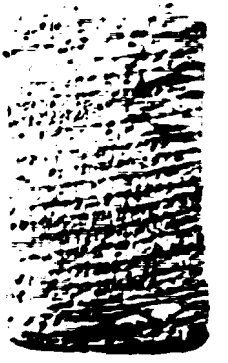
Ma'lumki, kompyuter texnikasidan samarali foydalanish ikki qism – texnik va dasturiy ta'minotning uzviyligini talab etadi. Bu uzviylik kompyuter texnik ta'minotining jadal sur'atlar bilan takomillashib borishiga mos dasturiy ta'minotni ham keskin sur'atlar bilan rivojlanishiga sabab bo'ladi, va aksincha. Buning sababi ma'lum, mos dasturiy ta'minotsiz har qanday kompyuter «qimmatbaho o'yinchoq» bo'lib qolaveradi.

Ma'lumki, kompyuterda biror masalani hal qilish uchun avval uning qandaydir nusxasi olinadi va algoritmi tuziladi, so'ng mazkur algoritm ma'lum bir qonun-qoidalar asosida kompyuter tushunadigan ko'rsatma va buyruqlar shaklida yoziladi. Hosil bo'lgan matn kompyuter tilida yozilgach, **dastur** deb ataladi. Demak, **dastur** – biror masalani yechish uchun kompyuter bajarishi mumkin bo'lgan ko'rsatmalarning izchil tartibi ekan.

Kompyuter uchun dastur tuzish jarayoni **dasturlash** va dastur tuzadigan kishi **dasturchi** deyiladi. Kompyuter tushunadigan «til» esa **dasturlash tili** deb ataladi.

Dasturlash tillarini shartli ravishda quyidagi uch guruhga ajratish mumkin:

Dasturlash tillari tarixidan. Dasturlash tillari, asosan, ikkinchi jahon urushidan keyin yaratila boshlandi. Ammo uning boshlanish tarixi ancha olis yillarga borib taqaladi.



Arxeologik qazilmalarda topilgan sopol taxtachada bundan 3800 yil oldin (eramizdan avvalgi 1800- yillar) Bobilda foiz bilan bog'liq murakkab amallar algoritmi keltirilgan. Unda aniq masala ishlangan bo'lib, agar bug'doy hosili yiliga 20% dan oshib borsa, uning miqdori ikki marta o'sishi uchun necha yil va oy kerak bo'lish algoritmi tuzilgan.

Charlz Bebbij

XIX asr fransuz kashfiyotchisi **Jozef Mari Jakkard** 1804- yilda yupqa mato ishlab chiqish jarayonida to'quv dastgohlari uchun perfokartani eslatuvchi tasma ishlatgan va shu bilan *perfokartaga* asos solgan edi.

1836- yilda ingliz olimi **Charlz Bebbij** hozirgi kompyuterlarning bevosita ajdodi bo'lmish analitik mashina ishlab chiqishga kirishdi va bu masalani nazariy hal qildi. Bu mashinaning asosiy xususiyati uning dastur asosida ishlashi va hisob-kitob natijalarini «eslab» qolishida edi.

Ada Bayron

1843- yilda ingliz matematigi Ogasta **Ada Bayron** (Lavleys) – shoir lord Bayronning qizi analitik mashina buyruqlar asosida ishlashi lozimligini ta'kidladi. U berilgan shartlar bajarilmagunga qadar qadamlar ketmaketligini ta'minlovchi buyruqlarni yozdi. Ana shu holat bilan u dasturlash tiliga asos soldi. Mazkur va boshqa kashfiyotlar kompyuter yaratilgach, ularni ishlatish uchun zarur bo'lgan til yaratilishini talab etdi.

Quyi darajadagi dasturlash tillari kompyuter qurilmalari bilan bevosita bog'liq bo'lib, buyruqlar maxsus raqamlar (kodlar) yordamida yoziladi. Bu kabi buyruqlardan tashkil topgan dasturlar katta hajmli bo'lib, ularni tahrir qilish ancha mushkul ish hisoblanadi. Dastlabki elektron hisoblash mashinalarida («ENIAK», «MESM» va boshqalar) masalalarni yechish uchun ana shunday buyruqlar yordamida dasturlar tuzilgan.

Misol tariqasida M-20 rusumidagi elektron hisoblash mashinasida qo'llanilgan tilda tuzilgan dasturni (dastur doira yuzini hisoblash amallarini o'z ichiga olgan) izoh bilan keltiramiz:

Buyruqning kodi	Buyruqqa izoh
01 022	R radiusning qiymati jamlagichga yuboriladi
20 000	Jamlagichdagi qiymat (R)ni bosmaga chiqarish
05 022	Jamlagichdagi R ning qiymati o'z-o'zigako'paytiriladi va natija yana jamlagichga yoziladi
05 020	020—021-yacheykalardagi π soniga jamlagichdagi qiymat (R^2) ko'paytiriladi

20 000	Olingan natija, ya'ni doira yuzasining qiymati bosmaga chiqariladi
04500 000	Tamom (Stop)

Ko'rinib turibdiki, bu tilda dastur tuzish ancha mashaqqatli ekan. Buning asosiy qiyinchiligi – bir tomondan buyruqlarning raqamlar yordamida ifodalanishi bo'lsa, ikkinchi tomondan dasturchidan har bir amalning bajarilishida jamlagichdagi sonli qiymatning qaysi o'zgaruvchiga tegishliligini va boshqa o'zgaruvchilarning qiymatlari qaysi adresda joylashganligini bilish talab etiladi. Dastur tuzishni osonlashtirish maqsadida inson tiliga yaqin bo'lgan buyruqlar tizimini tuzish va qo'llash masalasi qo'yildi hamda hal etildi. Bu kabi dasturlash tillari **o'rta darajadagi dasturlash tillari** (ba'zan **assembler**lar) deb yuritila boshlandi. Bunday tillarga **AVTOKOD-BEMSH**, **AVTOKOD-MADLEN** va boshqalar kiradi. Ular **BESM-6**, **Minsk-22**, **Minsk-32**, **IBM-360** elektron hisoblash mashinalarida ishlatildi. Masalan,

ST 5, BSUM

ifodada 5 raqami BSUM deb nomlangan yacheykaga joylashtirilsin (**ST**-store –joylashtirish), degan buyruq berilgan.

Assembler tillarida buyruqlar qisqartirilgan so'zlar yoki so'zlar majmuidan iborat bo'lib, ular **mnemokodlar** deb ham yuritiladi.

Ta'kidlash joizki, dasturlash davomida yo'l qo'yilgan biror xato salbiy natijalarga olib kelishi ham mumkin.

1981-yil 10-aprel. Amerika Qo'shma Shtatlarining Kanaravel kosmodromidan birinchi bor ko'p marta qo'llanilishga mo'ljallangan «Shatll» rusumidagi kosmik kemani uchishga tayyorlash vaqtida uni boshqarishga mo'ljallangan barcha kompyuterlar xatolik yuzaga kelganligi to'g'risida ma'lumot berdi. Bu kabi xatolikni kema bortida o'rnatilgan kompyuter ishini sinxron ravishda takrorlovchi boshqaruv Markazidagi kompyuter ham ko'rsatdi. Bu holatda kosmik kemani fazoga uchirish xavfli, albatta. Kemadagi barcha jarayonlar kompyuter yordamida boshqarilishga mo'ljallangan bo'lib, ulardagi dastur 500 mingdan ziyod turli buyruqlarni o'z ichiga olgan edi. Mutaxassislar tomonidan parvozni boshqarish uchun mo'ljallangan o'ndan ziyod sinxron ravishda ishlovchi kompyuterlarning amal bajarishi o'rtasidagi vaqtning farqi 30 mks ekanligi aniqlandi hamda buning, umuman olganda, xavfli emasligini hisobga olib, ikki kunga kechiktirilgan holda kema parvozi amalga oshirildi.

Yuqori darajali dasturlash tillaridagi ko'rsatmalar **inson tiliga** yaqin bo'lgan so'zlar majmuidan iborat. Ular yordamida amallarni bajarish quyi darajadagilaridan ko'ra yengil bo'lib, biror maxsus ko'rsatma bo'lmasa, dasturchidan adreslar, qurilmalar bilan bevosita bog'liq axborotlarni bilish talab etilmaydi. Bu tilda tuzilgan dasturlarni **translatorlar** deb nomlanuvchi maxsus dasturlar kompyuterlar bajara olishi uchun raqamli ko'rinishga o'tkazib beradi.

Keyingi yillarda juda ko'p yuqori darajadagi dasturlash tillari yaratilgan bo'lib, ular qatoriga **Paskal**, **dBase**, **Ada**, **KARAT**, **C++**, **Delphi**, **Visual Basic** va boshqa tillarni qo'shish mumkin. Hozirgi kunda yaratilayotgan dasturlash tillari biror yo'nalishdagi masalalarni hal qilishga mo'ljallangandir.

Quyidagi jadvalda dasturlash tili rivojlanishi tarixidan qisqacha ma'lumot berilgan.

Dasturlash tili	Yaratilgan yili
Plankalkyul	1946
Qisqakod	1949
Assembler «Edsak»	1950
AO	1950
Avtokod «Madlen»	1953
Tezkor kodlash	1955
A-2, Flou-metik	1956
IPL-1, Mat-metik	1957
Fortran	1958
Algol 58	1959
APT, LISP, Kobol, Algol-60	1960

Dasturlash tili	Yaratilgan yili
PL/1, Beysik	1964
Algol W	1965
Logo	1967
Algol 68	1968
APL	1969
Paskal	1970
Fort	1971
Prolog, Si	1972
Ada	1972
Smalltalk	1980

Shuni ham ta'kidlash kerakki, turli rusumdagi kompyuterlar uchun dasturlash tilining ularga moslashtirilgan naqllari ishlab chiqilgan bo'lib, ular bu tilning boshlang'ich naqlidan farq qilishi mumkin.

Yuqori darajadagi dastlabki dasturlash tili "**Plankalkyul**" deb nomlanib, u *1946- yilda olmon olimi **Konrad Suzi** tomonidan tuzildi. Bu til o'z vaqtida* ma'lum sabablarga (jumladan, ikkinchi jahon urushi oqibatlariga) ko'ra keng jamoatchilikka tanish emas edi. U 1972- yildan amalda qo'llanila boshlandi.

1949- yilda amerikalik **Jon Mouchli** dasturlashda 8 ta va 10 ta raqamli sanoq sistemalaridan foydalanmaslik taklifi bilan chiqdi. Ana shunga asoslangan dasturlash tili "Qisqacha kod"nomi bilan **Greys Holler** tomonidan yaratildi va dastlabki EHM larda ishlatildi.

Ijrochilar va dasturlash tillari

Avvalgi boblarda turli ijrochilar bilan tanishdik va algoritmlar tuzdik. Endi ba'zi dasturlash tillarida nomlar, ko'rsatmalar, tuzilmalar va boshqalar qanday bo'lishini ko'rib chiqamiz. Biz ko'rmoqchi bo'lgan dasturlash tillarida o'xshashliklar ko'p. Masalan, ularning alifbosi quyidagi asosiy qismlardan iborat:

Lotin alifbosining 26 ta harfi: Aa, Bb, Cc, Dd, Ee, Ff, Gg, Hh, Ii, Jj, Kk, Ll, Mm, Nn, Oo, Pp, Qq, Rr, Ss, Tt, Uu, Vv, Ww, Xx, Yy, Zz ;

O'nta arab raqami: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ;

Arifmetik amal belgilari: + *(qo'shish)*, − *(ayirish)*, * *(ko'paytirish)*, / *(bo'lish)*;

Munosabat belgilari: =*(teng)*, <> *(teng emas)*, < *(kichik)*, <= *(katta emas)*, > *(katta)*, >= *(kichik emas)*;

Maxsus belgilar: . *(nuqta)*, , *(vergul)*, ; *(nuqtali vergul)*, ' *(apostrof)*, « *(qo'shtirnoq)*, ! *(undov)*, ? *(so'roq)*, % *(foiz)*, $ *(dollar belgisi)*, @ *(tijorat belgisi)*, & *(ampersand)*, *(bo'shliq, ekranda tasvirlanmaydi)*, (,), {, }, [,] *(turli qavslar)*;

Mantiqiy amallar:

AND («VA» − mantiqiy ko'paytirish amali),
OR («YOKI» − mantiqiy qo'shish amali),
NOT («EMAS» − mantiqiy inkor amali).

Yodingizda bo'lsa, nom va qiymati o'zgaradigan miqdorlar haqida aytib o'tgan edik. Yana dasturlash tillarida quyidagilar qo'llaniladi:

Konstantalar (o'zgarmaslar) − dastur ishlashi davomida qiymati o'zgarmaydigan miqdorlar;

O'zgaruvchilar − dastur ishlashi davomida qiymati o'zgaradigan miqdorlar;

Algebraik ifodalar − arifmetik amallar bilan bog'langan o'zgarmaslar, o'zgaruvchilar va funksiyalar;

Operatorlar − dasturlash tilining biror tugallangan amalini berish uchun mo'ljallangan buyrug'i, operatorlar BASIC da «:» bilan, PASCAL va DELPHI da «;» bilan ajratiladi;

Funksiya va protseduralar – o'z nomiga ega bo'lgan alohida dastur qismlari (bloklari). Ularga asosiy dasturdan murojaat etiladi;

Nishonlar – dasturda boshqarish uzatilayotgan operatorni ko'rsatadi. Har bir dasturlash tili yuqoridagi tushunchalar bilan bog'liq o'z sintaksisiga, maxsus xizmatchi so'zlariga ega. Dastur yozishdan avval unda ishtirok etadigan miqdorlarni aniqlab olish, o'zgaruvchilarga nom berish va ularni tavsiflash (turini ko'rsatish) kerak bo'ladi. Shundan so'nggina dasturning asosiy qismi boshlanadi. Har qanday dasturlash tili, odatda, quyidagi ikki qismdan tashkil topadi:

- tavsiflash qismi, PASCAL va DELPHI da **VAR** xizmatchi so'zi bilan boshlanib va **BEGIN** xizmatchi so'zidan oldin tugaydi;
- asosiy qism, PASCAL va DELPHI da BEGIN xizmatchi so'zi bilan boshladi hamda **END** xizmatchi so'zi bian tugaydi.

Dasturlash tillarida asosan uch xil: o'zgarmas, o'zgaruvchi (masalan, A tokcha) va massiv (jadval, masalan, biz ishlatgan qavatli tokchalar) ko'rinishidagi miqdorlar qo'llaniladi. Ular belgili, satrli, mantiqiy va sonli turdagi qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

O'zgarmas miqdorlar

Belgili o'zgarmaslar ajratish belgisi ichiga olingan bitta belgi - harf, raqam yoki maxsus belgidan iborat. Masalan:

BASIC	PASCAL	DELPHI
«a»; «B»; «9»; «-» va hokazo	'a'; 'B'; '9'; '-' va hokazo	'a'; 'B'; '9'; '-' va hokazo

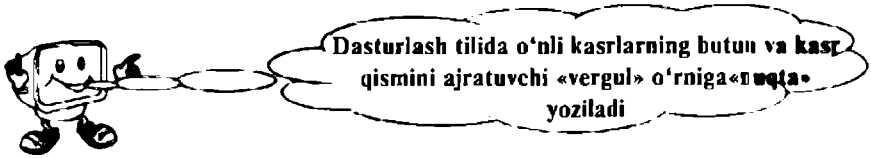
Satrli o'zgarmaslar uzunligi 255 ta belgidan oshmagan va apostrof ichiga olingan harf, raqam va maxsus belgilar ketma-ketligidan iborat. Masalan:

BASIC	PASCAL	DELPHI
«Toshkent»; «A 549»; «***.»; «37%»; «A = «; »..-...-« va hokazo	'Toshkent'; 'A 549'; '***.'; '37%'; 'A = '; '..-...-' va hokazo	'Toshkent'; 'A 549'; '***.'; '37%'; 'A = '; '..-...-' va hokazo

Mantiqiy o'zgarmaslar faqat True (rost) yoki False (yolg'on) qiymatlardan birini qabul qiladi.

Sonli o'zgarmaslar ikki turda – **butun** yoki **haqiqiy** bo'lishi mumkin. Haqiqiy sonlar o'z navbatida qo'zg'almas nuqtali va qo'zg'aluvchi nuqtali sonlarga bo'linadi.

Qo'zg'almas nuqtali sonlar – o'nli kasr ko'rinishidagi sonlardir. Masalan: – 2.753; 283.45; 0.517; – 0.0013.



Qo'zg'aluvchi nuqtali sonlar – eksponensial ko'rinishda ifodalangan sonlardir. Sonlarni bu usulda yozish juda kichik yoki juda katta sonlarni ifodalashda qo'l keladi. Masalan, $3400000000 = 3{,}4 \cdot 10^9$ soni 3.4E9 kabi eksponensial ko'rinishda yoziladi. **E** harfidan oldin yozilgan son mantissa, **E** harfidan keyin yozilgan son esa tartib deb ataladi. Mantissa butun yoki qo'zg'aluvchi nuqtali shaklda berilishi, tartib esa faqat butun son bo'lishi mumkin.

10.1-misol

37.3879 E-3 = 0.0373879; 5.31 E+5 = 531000;
- 0.075 E-5 = -0.00000075; -2.37 E-4 = -0.000237

O'zgaruvchi miqdorlar

Dasturning bajarilish jarayonida qiymati o'zgaradigan miqdorlar **o'zgaruvchi miqdorlar** yoki qisqacha **o'zgaruvchilar** deyiladi. O'zgaruvchilar barchasida kamida 1 ta belgi, BASIC da 40 ta belgidan oshmaydigan, PASCAL da 63 ta belgidan oshmaydigan, DELPHI da (nom va keyingi yozuvlar sig'ishiga qarab) 1000 ta belgidan ortiq o'z nomiga ega bo'ladi. O'zgaruvchi nomi uchalasida lotin harfi yoki PASCAL va DELPHI da tagchiziq belgisidan boshlanadi. O'zgaruvchi nomida faqatgina raqamlar, lotin harflari va aytib o'tilgan holda, tagchiziq belgisi qo'llanilishi mumkin. Masalan:

abc; son; mening_ismim; sinf_9.

Bu tillarda o'zgaruvchilarning nomida qo'llanilgan katta va kichik lotin harflari farqlanmaydi. Masalan, *karra*, *Karra*, *kArRa* nomlar bitta o'zgaruvchini bildiradi. Bunday yozish xizmatchi so'zlar uchun ham o'rinlidir.

PASCAL va DELPHI: o'zgaruvchilar dasturning tavsiflash qismida albatta tavsiflanishi, ya'ni ularning turi ko'rsatilgan

bo'lishi lozim. Dasturda o'zgaruvchilarni tavsiflash **Var** xizmatchi so'zi bilan boshlanadi.

BASIC, PASCAL va DELPHI: butun sonli qiymatlar qabul qiladigan o'zgaruvchilar **butun sonli o'zgaruvchilar** deyiladi. PASCAL va DELPHI da o'xshash 5 tur o'zgaruvchi bo'lib, bir-biridan qabul qiladigan qiymatlarining chegarasi (diapazoni) va kompyuter xotirasidan egallaydigan joyi (hajmi) bilan farq-lanadi. Quyidagi jadvallarda butun sonli o'zgaruvchilarni tavsiflash uchun maxsus so'zlar, ularga mos qiymatlar chegarasi va egallaydigan xotira hajmi keltirilgan:

PASCAL da	Qiymatlar chegarasi	Egallaydigan xotira hajmi
ShortInt	-128 ...127	8 bit
Integer	-32768 ...32767	16 bit
LongInt	-2147483648 ..2147483647	32 bit
Byte	0 ...255	8 bit
Word	0 ...65535	16 bit

DELPHI da	Qiymatlar chegarasi	Egallaydigan xotira hajmi
ShortInt	-128 ...127	8 bit
Smallint	-32768 ...32767	16 bit
Integer	-2147483648 ...2147483647	16 bit
LongInt	-2147483648 ...2147483647	32 bit
Int64	-9223372036854775808 ... 9223372036854775807	64 bit
Byte	0 ...255	8 bit
Word	0 ...65535	16 bit
Longword	0...4294967295	32 bit

10.2-misol

```
Var
   N, k : Integer;
   tartib_raqam : Byte;
```

PASCAL va DELPHI: haqiqiy sonli qiymatlar qabul qiladigan o'zgaruvchilar **haqiqiy sonli o'zgaruvchilar** deyiladi. Ularning turlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

PASCAL da	Qiymatlar chegarasi	Razradi	Egallaydigan xotira hajmi
Real	$-2{,}9\cdot10^{39}$ ...$1{,}7\cdot10^{38}$	11-12	6 bayt
Single	$-1{,}5\cdot10^{45}$ ...$3{,}4\cdot10^{38}$	7-8	4 bayt

Double	$-5,0\cdot10^{324}$ ... $1,7\cdot10^{308}$	15-16	8 bayt
Extended	$-3,4\cdot10^{4932}$ ... $1,1\cdot10^{4932}$	19-20	10 bayt
Comp	$-9,2\cdot10^{18}$ ... $9,2\cdot10^{18}$	19-20	8 bayt

DELPHI da	Qiymatlar chegarasi	Razradi	Egallaydigan xotira hajmi
Real48	$-2,9\ 10^{39}$... $1,7\cdot10^{38}$	11-12	6 bayt
Single	$-1,5\ 10^{45}$ ... $3,4\ 10^{38}$	7-8	4 bayt
Real	$-5,0\cdot103^{24}$ ... $1,7\cdot10^{308}$	15-16	8 bayt
Double	$-5,0\cdot10^{324}$ ... $1,7\cdot10^{308}$	15-16	8 bayt
Extended	$-3,6\cdot10^{4951}$ ... $1,1\cdot10^{4932}$	19-20	10 bayt
Comp	$-9,2\ 10^{18}$ ... $9,2\cdot10^{18}$	19-20	8 bayt
Currency	-922337203685477.5808 ... 922337203685477.5807	19-20	8 bayt

Jadvaldagi «Razradi» sonning aniq raqamlari sonini bildiradi. Juda ko'p hollarda real turidagi o'zgaruvchilardan foydalanish yetarli bo'ladi.

PASCAL va DELPHI: satrli o'zgaruvchilarni tavsiflash uchun **String** maxsus so'zi qo'llaniladi. Bunday o'zgaruvchilar uchun PASCALda kompyuter xotirasidan 256 bayt (256 ta belgi uchun) joy ajratiladi. DELPHI da esa bu ko'rsatkich 2 Gbayt gacha bo'lishi mumkin. Agar satrli o'zgaruvchi qabul qiladigan satrdagi belgilar soni dastur ishlashi davomida ma'lum miqdordan, masalan, 10 ta belgidan oshmasa, kompyuter xotirasini tejash maqsadida, uni String[10] orqali tavsiflash maqsadga muvofiq.

10.3-misol

```
var
  qator : String;  {qator nomli o'zgaruvchiga xotiradan 256 bayt ajratildi}
  _satr : String[24]; {_satr nomli o'zgaruvchiga xotiradan 24 bayt ajratildi}
```

PASCAL va DELPHI: mantiqiy o'zgaruvchilar Paskalning **Boolean** maxsus so'zi orqali tavsiflanadi.

10.4-misol

```
var
  natija : Boolean;
  katta, kichik : Boolean;
```

BASIC: o'zgaruvchilar tavsiflanishi shart emas, agar tavsiflash zarurati bo'lsa o'zgaruvchini qo'llashdan avval tavsiflanadi, masalan:

```
DIM N AS INTEGER
DIM B AS DOUBLE
```

Butun sonli o'zgaruvchilar tavsiflanmasdan **nom%** kabi ham qo'llanilaveradi. Chegaralashlar quyidagicha:

Turi	Qiymatlar chegarasi
Butun	-32768 ...32767
Uzun butun	-2147483648...2147483647
Oddiy musbat haqiqiy	$2.802597 \cdot 10^{-45}$...$3.402823 \cdot 10^{38}$
Oddiy manfiy haqiqiy	$-2.802597 \cdot 10^{-45}$ ...$-3.402823 \cdot 10^{38}$
Ikkilangan musbat haqiqiy	$4.940656458412465 \cdot 10^{-324}$ ... $1.79769313486231 \cdot 10^{308}$
Ikkilangan manfiy haqiqiy	$-4.940656458412465 \cdot 10^{-324}$... $-1.79769313486231 \cdot 10^{308}$

BASIC: belgili – satrli o'zgaruvchilarning oxirida $ yoziladi, ular uchun kompyuter xotirasidan 0 baytdan 32767 baytgacha joy ajratiladi; **mantiqiy o'zgaruvchilar**ni tavsiflash shart emas.

Bu yerda bob boshida aytib o'tilgan tokchaning xususiyati o'zgaruvchining turi bilan mos tushmoqda. Agar o'zgaruvchi qiymati quyi chegaradan kichik bo'lsa, yoki yuqori chegaradan katta bo'lsa, xato natijaga olib keladi yoki INKOR holat yuzaga keladi.

Jadval ko'rinishidagi miqdorlar

Kundalik hayotimizda ko'p turdagi jadvallardan foydalanamiz: dars jadvali, shaxmat yoki futbol o'yinlari bo'yicha musobaqa jadvali, lotereya jadvali, karra jadvali, matematik jadval va boshqalar. Biz foydalangan tokchalar ham jadvalga misol bo'ladi. Jadvalni tashkil etuvchilar uning **elementlari** deyiladi.

Jadval ko'rinishidagi miqdorlar bir o'lchovli (chiziqli), ikki o'lchovli (to'g'ri to'rtburchakli), uch o'lchovli va hokazo bo'ladi. Biz, odatda, chiziqli va to'g'ri to'rtburchakli jadvallardan foydalanamiz. Chiziqli jadvallar satr yoki ustun shaklida ifodalanadi. Masalan, sinfingizdagi o'quvchilar ro'yxati sinf jurnalida ustun

shaklidagi jadval ko'rinishida yozilgan. O'quvchilarning familiyalari bu jadvalning elementlarini tashkil etadi. Ularning har biri o'z tartib raqamiga ega va har bir tartib raqamga faqat bitta o'quvchining familiyasi mos keladi.

Ikki o'lchovli jadvallar ustunlar va satrlardan tashkil topadi (elektron jadvallarga oid mavzularni eslang). Ularning elementlari ustun va satrlar kesishgan kataklarda joylashadi. Bunday jadvallarda biror elementni ko'rsatish uchun uning nechanchi satr va nechanchi ustunda joylashganligini, ya'ni satr va ustun bo'yicha tartib raqamlarini bilish kerak bo'ladi. Demak, ikki o'lchovli jadvalning har bir elementiga ikkita tartib raqami (satr va ustun bo'yicha) mos keladi.

10.5-misol

Guruhlardagi a'lochi o'quvchilar sonini ifodalovchi jadval tuzing.

semestr / guruh	I	II
1011	5	6
1012	4	5
1013	5	4

Dasturlash tillarida jadvallar bilan ishlash uchun **massiv** tushunchasi kiritilgan. **Massiv** – jadval ko'rinishidagi miqdor bo'lib, u ma'lum (aniq) sondagi bir turli va tartiblangan (tartib raqamiga ega) elementlar majmuidan iborat. Massiv elementlarining tartib raqami butun sonlarda ifodalanadi. Ular **BASIC** da **manfiy emas**, **PASCAL** va **DELPHI** da **manfiy** bo'lishi ham mumkin.

Dasturlash tillarida har bir massiv o'z nomiga ega bo'lib, ularni nomlash o'zgaruvchilarni nomlash kabidir. Masalan: a5, dars_jadvali, tub_sonlar.

Massiv element (tokcha) larning tartib raqami indeks deb ataladi. Indeks BASIC da oddiy qavs, **PASCAL** va **DELPHI** da kvadrat qavs ichida ko'rsatiladi. Masalan, **PASCAL** va **DELPHI** da a[5] yozuvi – a nomli massivning beshinchi elementini bildiradi.

10.6-misol

A nomli 7 ta elementdan iborat chiziqli jadvalni tasvirlang.

Tartib raqami	1	2	3	4	5	6	7
Qiymati	3 A[1]	-7 A[2]	4 A[3]	1 A[4]	-1 A[5]	0 A[6]	5 A[7]

Ikki o'lchovli massiv elementlari ikkita indeks orqali aniqlanib, ular o'zaro vergul bilan ajratib yoziladi va birinchi indeks satr tartib raqamini, ikkinchi indeks ustun tartib raqamini bildiradi. Masalan, *jadval*[12,8] yozuvi – jadval nomli massivning 12-satri va 8-ustuni kesishgan katakda joylashgan elementini bildiradi.

10.7-misol

S nomli 4x5 elementdan iborat to'g'ri to'rtburchakli jadvalni tasvirlang.

	Ustun bo'yicha tartib raqami					
Satr bo'yicha tartib raqami		1	2	3	4	5
	1	3.2 S[1,1]	1.37 S[1,2]	-1.25 S[1,3]	7.12 S[1,4]	-11.4 S[1,5]
	2	0,5 S[2,1]	1.1 S[2,2]	1.2 S[2,3]	-1,1 S[2,4]	4.22 S[2,5]
	3	-0.1 S[3,1]	1.01 S[3,2]	71.2 S[3,3]	4.1 S[3,4]	-4.11 S[3,5]
	4	6.3 S[4,1]	-7.01 S[4,2]	1.5 S[4,3]	7.5 S[4,4]	-1.09 S[4,5]

Dasturlash tillarida massivlar o'zgaruvchilar kabi tavsiflanishi zarur. Buning uchun **BASIC** ning **DIM**, **PASCAL** va **DELPHI** ning ***Array*** – xizmatchi so'zi qo'llaniladi. **BASIC** da DIM so'zidan keyin massiv nomi va qavs ichida birinchi hamda oxirgi elementlarning tartib raqamlari yoki oxirgi elementning tartib raqami (bu holda hisob 0 dan boshlanadi) yoziladi. Masalan:

DIM A(1 TO 100) yoki Dim A(5) yoki DIM B(N).

Array so'zidan keyin **PASCAL** va **DELPHI** da kvadrat qavs ichida massivning birinchi hamda oxirgi elementlarining tartib raqamlari o'zaro ikkita nuqta bilan ajratib yoziladi. Davomida *Of* – xizmatchi so'zi, undan keyin massiv elementlarining turi yoziladi. Masalan:

var

alifbo: *array[1..29] of Char; {1 dan 29 gacha tartib raqamli elementlari belgili miqdorli bo'lgan alifbo nomli massiv}*

b5: Array[-2..100] of integer; {b5: -2 dan 100 gacha tartib raqamli butun sonli massiv}

bma: array[1..10,1..20] of string; {bma - satrli miqdorlardan iborat ikki o'lchamli massiv}

Demak, massiv (jadval ko'rinishidagi miqdor) deganda, *yagona nom bilan belgilangan, bir turdagi, tartiblangan miqdorlarning majmui* tushuniladi.

10.8-misol

Bir o'lchovli A jadval beshta elementga ega bo'lsin:

Tartib raqami	1	2	3	4	5
Qiymati	3	2	12	10	-8

PASCAL va **DELPHI** da bu jadval elementlari quyidagicha tasvirlanadi:

a[1] := 3; a[2] := 2; a[3] := 12; a[4] := 10; a[5] := -8;

Massiv elementlari indeksini biror butun qiymatli o'zgaruvchi (masalan, i) orqali ifodalash mumkin. Agar i = 3 bo'lsa, a[i] = 12, i = 5 bo'lsa, a[i] = -8 bo'ladi va hokazo.

10.9-misol

Ikki o'lchovli butun sonli qiymatlar qabul qiluvchi B massiv berilgan bo'lsin:

$$B = \begin{bmatrix} B_{00} & B_{01} & B_{02} \\ B_{10} & B_{11} & B_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 10 & 5 \\ 2 & 7 & 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{ij} \end{bmatrix}$$

bu yerda $i = 0, 1$ va $j = 0, 1, 2$ (i – satr tartib raqami, j – ustun tartib raqami). U Paskalda quyidagicha tavsiflanadi:

var b: array[0..1,0..2] of Integer;

Massivning elementlari B[0,0], B[0,1], B[0,2], B[1,0], ... kabi yoziladi. Umumiy holda indeks sifatida o'zgaruvchi yoki ifoda qo'llaniladi. Masalan, I = 0, J = 2 bo'lsa, B[I,J] = 5, B[I+1, J−2] = 2 bo'ladi.

Biz jadvallarning faqat chiziqli va to'g'ri to'rtburchakli shakllari bilan tanishdik. Aslida **PASCAL** va **DELPHI** tilida ko'p o'lchovli (255 tagacha) jadval ko'rinishidagi miqdorlardan ham foydalanish mumkin. Bunday jadvallarni tavsiflashga bir necha misollar keltiramiz.

1) *var s: array[1..4, 1..7, 0..10] of Byte; {s - Byte turli 3 o'lchovli jadval}*

2) *var t, k: array [1..100, 1..80, 1..50] of string; {t va k — 3 o'lchovli satrli jadvallar}*

3) *var f: array [-5..10, 0..10, 2..10] of char; {f — 3 o'lchovli belgili jadval}*

Shuni ta'kidlash joizki, dasturlash tillarida juda ko'p masalalarni hal etishda massivlardan foydalanish dasturchiga katta imkoniyatlar ochib beradi.

Ba'zi standart funksiyalar va algebraik ifodalar

Funksiya tushunchasi sizga matematika fanidan ma'lum. Funksiyalarning xususiyatlariga qarab turli sinflarga ajratgansiz. Masalan, chiziqli, kvadratik, trigonometrik va hokazo. Shunday funksiyalarning ba'zilaridan dasturlash tillarida ham foydalaniladi. Dastur «tushunadigan» funksiyalar **standart funksiyalar** deb yuritiladi.

Quyida ba'zi standart funksiyalarni keltiramiz:

PASCAL va DELPHI	Izoh	BASIC
abs(x)	«x» ning absolut qiymati (moduli) - |x|	abs(x)
sin(x)	«x» ning sinusi (radian o'.b.) -sin x	sin(x)
cos(x)	«x» ning kosinusi (radian o'.b.) -cos x	cos(x)
sqrt(x)	«x» ning kvadrat ildizi - $\sqrt{x}$	sqr(x)
sqr(x)	«x» ning kvadrati - x^2	x^2
exp(x)	e^x (e = 2.718282...)	exp(x)
round(x)	«x» ning yaxlitlangan butun qismi [x]	int(x)
trunc(x)	«x» ning yaxlitlanmagan butun qismi	fix(x)

Dasturlash tilida **algebraik ifodalar** arifmetik amallar bilan bog'langan o'zgarmas va o'zgaruvchi miqdorlar, funksiyalar yordamida tashkil topadi va bir satrda yoziladi. Satrdan pastga tushirib yoki yuqoriga ko'tarib yozish mumkin emas.

Masalan, $3ab^2$ ifoda **3*a*sqr(b)** kabi yozilsa, $\frac{a}{b^2}$ ifoda **a/ sqr(b)** kabi yoziladi.

Ifodalarni yozishda amallarni bajarish tartibini ko'rsatish uchun faqat kichik qavslar qo'llaniladi. Qavs ichidagi amallarni bajarish chapdan o'ngga qarab, matematikada qabul qilingan odatdagi tartib saqlangan holda ketma-ket amalga oshiriladi:

- funksiya qiymatlari hisoblanadi;
- ko'raytirish va bo'lish amallari bajariladi;
- qo'shish va ayirish amallari bajariladi.

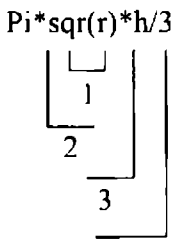
Masalan, $\frac{a+b}{c}$ arifmetik ifodaning yozilishi **(a+b)/c** kabi bo'lib, uni hisoblashda dastlab qavs ichidagi amal, ya'ni **a+b** bajariladi, so'ngra natija **c** ga bo'linadi.

10.10-misol

R va H o'zgaruvchilarning ma'lum qiymatlarida quyidagi ifodaning qiymati hisoblansin:

$$\frac{1}{3}\pi R^2 H$$

Bu ifoda **Pi*sqr(r)*h/3** kabi yoziladi. Bunda amallar quyidagi tartibda bajariladi:



1. **sqr(r)**
2. **Pi*sqr(r)**
3. **Pi*sqr(r)*h**
4. **Pi*sqr(r)*h/3**

Shuni eslatib o'tish lozimki, ikkita amal ketma-ket kelganda ifodani qavssiz yozish mumkin emas. Masalan, $\sqrt{a^2 - b^2}$ ifodani **sqrt(sqr(a) − sqr(b))** kabi, |x + tgx| ifoda **abs(x + tan(x))** ko'rinishida yoziladi. Ba'zi hollarda dasturlash tilida yozilgan ifodani odatdagi matematik ko'rinishda yozish talab etiladi.

Masalan, **0.5*(sin(x)+ cos(x))** dasturlash tilida yozilgan ifoda matematik ko'rinishda quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{1}{3}(\sin x + \cos x).$$

Daraja bilan ishlash biroz farqlanadi. **PASCAL** va **DELPHI** da a^3 ifodani **a*a*a** yoki **sqr(a)*a** ko'rinishida, a^4 ifodani esa

sqr(sqr(a)) ko'rinishida yozishga to'g'ri keladi. BASIC da a^n ifodani **a^n** ko'rinishida yozish mumkin.

Umuman, a^b ko'rinishdagi ifoda uchun matematikada $a^b = e^{b \cdot \ln a}$ formula o'rinli. Shuning uchun **PASCAL** va **DELPHI** da u **exp(b*ln(a))** ko'rinishda yoziladi.

10.11-misol

$\frac{x-y}{x^5-y^3}$ algebraik ifodani dasturlash tilida yozing.

Yechish: Bu ifodani **PASCAL** va **DELPHI** da bir necha xil usulda tasvirlash mumkin. Shulardan bittasi quyidagicha:

(x-y)/(exp(5*ln(x))-sqr(y)*y).

O'zlashtirish va ma'lumotlarni ekranga chiqarish operatorlari

Dasturlash tillaridagi o'zlashtirish operatorlarini taqqoslaymiz:

O'zlashtirish operatorlari		
Algoritmik tilimizda	BASIC	PASCAL va DELPHI
o'tkaz <ifoda>, o'zgaruvchi	o'zgaruvchi = <ifoda>	o'zgaruvchi := <ifoda>;
Misollar		
o'tkaz 1, K	K = 1	K := 1;
o'tkaz 1+N, K	K = N+1	K := N+1;
o'tkaz a·5, b	b = a*5	b := a*5;

Endi ma'lumotlarni ekranga chiqarish operatorlarini taqqoslaymiz:

Ma'lumotlarni ekranga chiqarish operatorlari		
Algoritmik tilimizda shart emas edi	BASIC	PASCAL va DELPHI
	Print <chiqarish ro'yxati>	Write(chiqarish ro'yxati); yoki Writeln(chiqarish ro'yxati);
	Misol	
	K = 55/11: b="K=1 mantiqiy ifoda" Print 0; "-son" Print K, K= 1; Print b	K:=55/11; b='K=1 mantiqiy ifoda'; Writeln(0, '-son'); Write(K, ' ', K= 1); Writeln(b);

Algoritmik tilimizda shart emas edi	Ekranda	
	0-son 5 0 K=1 mantiqiy ifoda	0-son 5 0K=1 mantiqiy ifoda
	Misol	
	Print 7: Print: Print 21	Writeln(7); Writeln; Writeln(21);
	Ekranda	
	7 21	7 21

BASIC: ***Print*** operatori ro'yxatdagi o'zgaruvchilar orasida ";" qo'yilgan bo'lsa, o'zgaruvchilar qiymati orasiga bitta belgi sig'adigan bo'sh joy qoldiradi; ","qo'yilgan bo'lsa, o'zgaruvchilar qiymati orasiga 17 belgi sig'adigan bo'sh joy qoldirib ekranga chiqaradi.

Agar ro'yxat oxirida ";" yoki "," yozilgan bo'lsa, u holda keyingi ***Print*** ro'yxatidagi qiymat shu satr davomidan mos bo'sh joy qoldirib chiqariladi.

Agar ro'yxatsiz ***Print*** (yoki bo'sh ***Print*** ham deyishadi) yozilgan bo'lsa, u holda bo'sh satr qoldirish uchun yoki agar avvalgi ***Print*** ro'yxati oxirida ";" yoki "," yozilgan bo'lsa, satrni to'lgan hisoblanishi uchun qo'llaniladi. ***Print*** o'rniga "?" belgisini yozish ham mumkin.

PASCAL va DELPHI: ***Write*** va ***Writeln*** operatorlarining farqi shundaki, ***Write*** operatori yordamida ma'lumotlar ekranga chiqarilgach yurgich ekranning shu satrida qoladi, ya'ni ekranga keyingi chiqariladigan ma'lumotlar shu satrga (yurgich turgan joydan) chiqariladi.

Writeln operatorida esa ma'lumotlar ekranga chiqarilgach yurgich keyingi satr boshiga o'tadi.

Ma'lumotlarni xotiraga muloqot usulida kiritish operatori

Ma'lumotlarni ekranga chiqarish operatorlari		
	BASIC	PASCAL va DELPHI
	Input < kiritish ro'yxati> yoki Input ""izoh"" < kiritish ro'yxati>	Read(kiritish ro'yxati); yoki Readln(kiritish ro'yxati);

Algoritmik tilimizda shart emas edi	Misol	
	Input a,b,d Input "Kiriting a,b,d: ",a,b,d Input "Kiriting a,b,d: ";a,b,d	Readln(a,b,d); Writeln('Kiriting: a,b,d: '); Read(a,b,d); Write('Kiriting: a,b,d: '); Read(a,b,d);
	Ekranda	
	1,2,3 Kiriting a,b,d: 1,2,3 Kiriting a,b,d: ? 1,2,3	123 Kiriting a,b,d: 1,2,3 Kiriting a,b,d: 1,2,3
	Misol	
	Input a Input "b=";b Input "d="; d	Readln(a); Write('b='); Readln(b); Write('d='); Read(d);
	Ekranda	
	1 b=2 d=3	1 b=2 d=3

Kiritish operatori dastur ishlashini to'xtatadi va ro'yxatdagi o'zgaruvchilarga klaviatura orqali qiymat berilishini kutadi. Agar ro'yxatda bir nechta o'zgaruvchi bo'lsa, ularning qiymatlari kiritib bo'lingach <ENTER> klavishi bosiladi.

BASIC: Agar ro'yxatda bir nechta o'zgaruvchi bo'lsa, ularning qiymatlari o'zaro "," bilan ajratib kiritiladi. ***Input*** operatorining izohli holida kiritilayotgan qiymatlarga mos izoh berish mumkin bo'ladi.

PASCAL va DELPHI: Agar ro'yxatda bir nechta o'zgaruvchi bo'lsa, ularning qiymatlari o'zaro probel (bo'sh joy) bilan ajratib kiritiladi. ***Read*** va ***Readln*** operatorlarining farqi shundaki, ***Read*** operatori yordamida ma'lumotlar kiritilgach yurgich ekranning shu satrida qoladi, ya'ni kiritiladigan ma'lumotlar shu satrda (yurgich turgan joyda) kiritiladi. ***Readln*** operatorida esa ma'lumotlar kiritilib bo'lingach, yurgich keyingi satr boshiga o'tadi.

Chiziqli dasturlar tuzish

Dasturlash tillari imkoniyatlari va operatorlari haqida ko'p gapirish mumkin. Har bir dasturlash tili uchun alohida qo'llanmalar yozish mumkin.

Siz zerikib qolmasligingiz uchun dastur tuzishni o'rganishni boshlaymiz, yo'q, unday emas, yozgan algoritmlaringizning ko'rinishini kompyuter tushunadigan qilib o'zgartirishni boshlaymiz. Chiziqli algoritmlarning dastur shaklida yozilishi **chiziqli dastur** deb ataladi.

Demak, chiziqli dasturdagi amallarni bajarishda hech qanday shart tekshirilmaydi, barcha operatorlar (algoritmdagi ko'rsatmalar) kelish tartibida bajariladi. Yana shuni yodda tutingki, biz DELPHI tilini PASCAL ga o'xshab ketadigan **Console Application** ilovasida dastur tuzamiz.

Shuni inobatga olgan holda dasturning boshida **{$apptype console}** direktivasi yozilgan bo'lishi kerak.

10.1-masala

Berilgan a va b sonlarda $S=a+b\cdot a-a\cdot(21-b):7$ ifodaning qiymatini hisoblang.

Javob. PASCAL va DELPHI da o'zgaruvchilarni tavsiflash shart. Kiritilayotgan qiymatlar haqida hech nima aytilmagan bo'lsa, ularni, odatda, haqiqiy, ya'ni **REAL** turli deb olinadi. O'zimizga oson bo'lishi uchun oraliq o'zgaruvchilar d va g ni kiritib dasturlarni taqqoslash jadvalini yozamiz:

Algoritmik tilimizda	BASIC	PASCAL va DELPHI

o'tkaz 21-7, d
o'tkaz b·a, g
o'tkaz a·d, d
o'tkaz d/7, d
o'tkaz a+g-d, S
	INPUT a
	INPUT b
	d=21-b
	g=b*a
	d=a*d
	d=d/7
	S=a+g-d
	Print S
		var s, a, b: real;
		g, d: real;
		begin
		Read(a);
		Read (b);
		d:=21-b;
		g:=b*a;
		d:=a*d;
		d:=d/7;
		S:=a+g-d;
		Write(S);
		end

Dasturni ishga tushirish	**F5**	**PASCAL: Ctrl+F9;** **DELPHI: F9**

10.2-masala

Radiusi butun R bo'lgan aylananing uzunligini hisoblash dasturi tuzilsin.

Yechim: Aylananing uzunligini hisoblash formulasini esga olamiz: $L=2\pi R$. Dasturlash tilida esa o'ng tomondagi ifoda **2*3.14*R** ko'rinishga yoziladi. Dasturda ikkita o'zgaruvchi qatnashadi: **R** va **L**. Masala shartiga ko'ra butun son. Shu sababli R o'zgaruvchi turini **Integer** deb olamiz. Aylananing uzunligi L esa ko'paytmada π qatnashgani uchun, albatta haqiqiy **(Real)** turli bo'ladi. Aytilganlarni hisobga olib quyidagi algoritm va dasturlarni tuzamiz:

Algoritmik tilimizda	BASIC	PASCAL va DELPHI
o'tkaz 2·3.14, L o'tkaz L·R, L	INPUT "R ni kiriting ", R L = 2*3.14*R Print "L="; L ; "birlik"	**Var** R: Integer; L: Real; **Begin** Write('R ni kiriting '); ReadLn(R); L := 2*3.14*R; WriteLn('L=', L,'birlik.'); **End.**
Dasturni ishga tushirish	**F5**	**PASCAL: Ctrl+F9;** **DELPHI: F9**

11.3-masala

Tomonlari mos ravishda, juft natural a, b, c son bo'lgan ixtiyoriy uchburchak yuzining kvadratini Geron formulasi orqali hisoblash dasturini tuzing.

Yechim. Uchburchak yuzining kvadratini hisoblash uchun yarim perimetr va Geron formulasini yozib olamiz:

$$p = \frac{a+b+c}{2},$$

$$G^2 = \left(\sqrt{p\cdot(p-a)\cdot(p-b)\cdot(p-c)}\right)^2 = p\cdot(p-a)\cdot(p-b)\cdot(p-c).$$

Dastur tuzishda BASIC da muammo yo'q-ku, lekin PASCAL va DELPHI da yana o'zgaruvchilarning turini aniqlab olishimiz shart. Berilgan a, b, c sonlar natural (demak, butun) hamda juft.

U holda P ham juft va 2 ga bo'lganda butun son hosil bo'ladi. Geron formulasida faqat ayirma va ko'paytmalar bor, demak, uning qiymatining kvadrati ham butun. Lekin, PASCAL va DELPHI tillari bo'lish natijasini doim **haqiqiy** deb hisoblaydi. Shuning

uchun, P ham G ham haqiqiy (REAL) turdagi o'zgaruvchi deb tavsiflanadi.

Algoritmik tilimizda	BASIC	PASCAL va DELPHI
o'tkaz a+b, p o'tkaz c+p, p o'tkaz p/2, p o'tkaz p-a, a o'tkaz p-b, b o'tkaz p-c, c o'tkaz p·a, G o'tkaz G·b, G o'tkaz G·c, G	INPUT "ani kiriting ", a INPUT "b ni kiriting ", b INPUT "c ni kiriting ", c P=(a+b+c)/2 Gkv= p*(p-a)*(p-b)* (p-c) Print " G kvadrat="; Gkv	**Var** a, b, c: Integer; P, Gkv: Real; **Begin** Write('ani kiriting '); ReadLn(a); Write('b ni kiriting ');ReadLn(b); Write('c ni kiriting ');ReadLn(c); P:=(a+b+c)/2; Gkv:=p*(p-a)*(p-b)*(p-c); WriteLn('G kvadrat=', Gkv); **End.**

Dastur tuzish oson tuyilayotgan bo'lsa, quyidagi masalani hal eting.

10.4-masala

A va *B* sonlar berilgan. Qo'shimcha o'zgaruvchi kiritmasdan *A* va *B* sonlarning qiymatini almashtiring ya'ni, masalan, $A = 7$ va $B = 21$ bo'lsa, dastur ishlaganidan keyin $A = 21$ va $B = 7$ bo'lishi kerak.

O'tish va tarmoqlanish operatorlari

Biz hozirgacha chiziqli, ya'ni buyruqlari ketma-ket bajariladigan dasturlar bilan tanishdik. Lekin ko'pincha berilgan masalani hal qilishda operatorlarning bajarilish tartibini buzishga, ya'ni boshqarishni dastur bo'yicha orqaga yoki oldinga o'tkazish zarur bo'ladi. Buning uchun dasturning boshqarish uzatilayotgan operatoriga **nishon** qo'yiladi. Nishon o'zgaruvchining nomi kabi lotin harflari va raqamlar yordamida hosil qilinadi. Masalan, 7, N1, nishon2 va hokazo. Dasturda qo'llaniladigan nishonlar PASCAL va DELPHI tilida (BASIC da emas) dasturning tavsif qismida **Label** xizmatchi so'zi yordamida ko'rsatilishi shart.

Nishonlardan dasturda ***o'tish operatori*** qo'llanilsagina foydalaniladi. O'tish operatori quyidagi ko'rinishga ega:

GOTO <nishon>

Bu **GOTO** (ing. – "o'tilsin") operatori boshqarishni dasturning **nishon** qo'yilgan operatoriga uzatadi.

10.12-misol

Algoritmik tilimizda shart emas edi	BASIC	PASCAL va DELPHI

	a=15
	b=13
	c=a+b
	GoTo N1
	c=a-b
	N1 Print c
		Label N1;
		Var a,b,c:Integer;
		Begin
		a:=15; b:=13;
		c:=a+b; GoTo N1;
		c:=a-b;
		N1: WriteLn(c);
		End.

Bu dasturlarning ishlashi natijasida ekranda hosil bo'lgan c ning qiymati 28 ga tengdir. Chunki, boshqarish N1 nishonli chiqarish operatoriga uzatilgani uchun BASIC da **c = a−b** amalni, PASCAL va DELPHI da **c: = a−b** amalni bajarmasdan o'tkazib yuboriladi.

O'tish operatorida hech qanday shart tekshirilmasdan boshqarish ko'rsatilgan nishonli operatorga uzatiladi. Lekin aksariyat masalalarni hal etishda biror shartning bajarilishiga qarab u yoki bu amallar ketma-ketligini bajarish kerak bo'ladi. Masalan, Kamaytiruvchi **musbat** yoki **juft** shartini, Robot biror yo'nalishni **bo'sh** ekanligi shartini tekshirib, xulosa asosida u yoki bu ko'rsatmalarni bajarishgan edi. Shu kabi masalalarni hal qilish uchun algoritmik tilimizdagi shartli tuzilmaga mos dasturlash tillarida **tarmoqlanish operatori** qo'llaniladi. Bu operatorning umumiy shakli quyidagicha:

BASIC:

If <shart> **Then** <operator yoki operatorlar> **Else** <operator yoki operatorlar>

PASCAL va DELPHI:

If <shart> **Then** <operator yoki operatorlar> **Else** <operator yoki operatorlar>;

Bu yerda ***if, then*** va ***else*** dasturlash tilining xizmatchi so'zlari bo'lib, quyida ularning o'qilishi va ma'nosi keltirilgan:

- **If** (if) − "agar", **Then** (zen) − "u holda", **Else** (elz) − "aks holda";
- <shart> − rost yoki yolg'on qiymatlardan birini qabul qiluvchi mantiqiy ifoda;
- <operator yoki operatorlar> − dasturlash tilining ixtiyoriy operatori yoki operatorlari ketma-ketligi bo'lishi mumkin.

Bu tarmoqlanish operatori qo'llanmaning V bobida keltirilgan shartli tuzilmaning ikkinchi ko'rinishining xuddi o'zi. Yodingizda bo'lsa shartli tuzilmaning birinchi ko'rinishi ham bor edi. Dasturlash tillarida ham bor bo'lib, tarmoqlanish operatorining qisqa ko'rinishi deb ataladi:

BASIC:

If <shart> **Then** <operator yoki operatorlar>

PASCAL va DELPHI:

If <shart> **Then** <operator yoki operatorlar>;

Bu operatorlarda ham birikkan shartlardan foydalanish mumkin. *Faqat ba'zi qoidalarga rioya qilinishi shart.*

10.13-misol

Parol to'g'ri kiritilganini tekshiruvchi dastur tuzing.

Yechish: Parol "informatika" bo'lsin, u holda dastur quyidagicha bo'ladi:

BASIC	PASCAL va DELPHI

Input "Parolni kiriting: ", parol
IF parol="informatika" THEN
Print("Parol to'g'ri")
ELSE
Print ("Parol noto'g'ri")
END IF
	Var parol:String;
	Begin
	Write('Parolni kiriting: ');
	ReadLn(parol);
	IF parol='informatika' THEN
	WriteLn('Parol to'g'ri')
	ELSE
	WriteLn('Parol noto'g'ri');
	End.

Sintaksis qoidalari:

- BASIC: agar IF - THEN - ELSE bir satrga yozilsa END IF ning keragi bo'lmaydi, lekin bu holda operatorlar guruhi yozilsa ba'zan xatolikka olib kelishi mumkin; birikkan shartlar orasiga VA, YOKI, EMAS so'zlarining ingliz varianti (dastur alifbosiga qarang) yoziladi.
- PASCAL va DELPHI: agar THEN yoki ELSE so'zlaridan keyin operatorlar guruhi yozilsa, u holda bu guruh **BEGIN** va **END**; ichida yoziladi; agar ELSE qism yozilsa, u holda undan oldingi nuqtali vergul yozilmaydi; birikkan shartlarda har bir shart alohida qavsga olinadi va ular orasiga VA, YOKI, EMAS so'zlarining ingliz varianti (dastur alifbosiga qarang) yoziladi.

10.14-misol

Uchta sondan kattasini topish (UKT) dasturini tuzing.

Yechish. Bu masalani hal etishda birikkan shartlardan foydalanamiz:

Algoritmik tilimizda

```
AGAR A>=B vaA>=C        {A>=B vaA>=C}
U HOLDA
o'tkaz A, KATTA
TAMOM
AGAR B>=C vaB>=A        {B>=C vaB>=A}
U HOLDA
o'tkaz B, KATTA
TAMOM
AGAR C>=A vaC>=B        {C>=A vaC>=B}
U HOLDA
o'tkaz C, KATTA
TAMOM
```

BASIC

```
Input "A= ", A
Input "B= ", B
Input "C= ", C
If A>=B AND A>=C Then KATTA=A: GOTO javob
If B>=A AND B>=C Then KATTA=B: GOTO javob
KATTA=C
javob: Print "Sonlardan kattasi "; KATTA; "ga teng"
```

PASCAL va DELPHI

```
Label javob;
Var A,B,C, KATTA:Real;
Begin
Write('A= '); ReadLn(A);
Write('B= '); ReadLn(B);
Write('C= '); ReadLn(C);
If (A>=B) AND (A>=C) Then begin KATTA:=A; goto javob; end;
If (B>=A) AND (B>=C) Then begin KATTA:=A; goto javob; end;
KATTA:=C;
javob: Write('Sonlardan kattasi ', KATTA, 'ga teng');
End.
```

Avvalgi boblardagi masalalarni dasturlash tillariga o'tkazing, shu usulda tarmoqlanish operatorini tushunib olish oson bo'ladi.

Takrorlash operatorlari

Bu bo'limda algoritmik tilimizda ko'rib o'tgan takrorlash tuzilmalarini taqqoslash yo'li bilan dasturlash tillaridagi ifodasini izohlab beramiz.

Parametrli takrorlash
Algoritmik tilimizda
N1 DAN N2 GACHA BAJAR **<takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar>** **TAMOM** bu tuzilmada sanoq **N1** dan boshlanadi va toki sanoq **N2** ga yetguncha bittalab oshirib boriladi. Har qadamda BAJAR va TAMOM orasidagi takrorlanishi lozim bo'lgan ko'rsatmalar bajariladi.
BASIC
For I = N1 To N2 Step N3 **<operator> Next I** bu yerda **For** (uchun), **To** (gacha) va **Next I** (keyingi I) xizmatchi so'zlar; **I** – haqiqiy turdagi ixtiyoriy o'zgaruvchi bo'lib, u **N3** talab oshirib (kamaytirib) boriladi va **takrorlash parametri** deyiladi; **N1** – takrorlash parametrining qabul qiladigan boshlang'ich qiymati; **N2** – takrorlash parametrining qabul qilishi mumkin bo'lgan oxirgi qiymati; **<operator>** – takrorlanishi lozim bo'lgan operator yoki operatorlar ketma-ketligi bo'lib, u **takrorlash tanasi** deyiladi. Takrorlash parametrining boshlang'ich va oxirgi qiymatlari o'zgarmas, o'zgaruvchi yoki ifoda ko'rinishida bo'lishi mumkin. Agar N3=1 bo'lsa, Step 1 ni yozish shart emas, N3 manfiy ham bo'lishi mumkin bu holda **I** ning qiymati kamayib boradi.
PASCAL va DELPHI
For I: = N1 To N2 Do <operator>; bu yerda **For** (uchun), **To** (gacha) va **Do** (bajar) xizmatchi so'zlar; **I** - butun turdagi ixtiyoriy o'zgaruvchi bo'lib, u bittalab oshirib boriladi va takrorlash parametri deyiladi; **N1** - takrorlash parametrining qabul qiladigan boshlang'ich butun qiymati; **N2** - takrorlash parametrining qabul qiladigan oxirgi butun qiymati; **<operator>** - takrorlanishi lozim bo'lgan operator yoki operatorlar ketma-ketligi bo'lib, u **takrorlash tanasi** deyiladi. Takrorlash tanasini operatorlar ketma-ketligi tashkil etgan bo'lsa, ular albatta **begin** ko'rsatmasi bilan boshlanib, **end**; ko'rsatmasi bilan tugallanadi. Takrorlash parametrining boshlang'ich va oxirgi qiymatlari o'zgarmas, o'zgaruvchi yoki ifoda ko'rinishida bo'lishi mumkin. For operatorida takrorlash parametri katta qiymatdan kichik qiymatga qarab bittalab kamayib borishi ham mumkin. Buning uchun **Do** xizmatchi so'zi o'rniga **Downto** xizmatchi so'zi qo'llaniladi: **For I: = N1 Downto N2 Do <operator>;**

Shart bo'yicha takrorlash
Algoritmik tilimizda
TOKI <shart> BAJAR **<ko'rsatmalar guruhi>** **TAMOM** Bu tuzilma qanday ishlashini ko'rib chiqamiz. Avval **TOKI** so'zidan keyingi javobi **ROST** yoki **YOLG'ON** chiqadigan savol beriladi. Agar javob **ROST** bo'lsa, **BAJAR** va **TAMOM** so'zlari orasidagi ko'rsatmalar guruhi bajariladi. Bajarish jarayoni tugagandan so'ng yana **TOKI** so'zidan keyin yozilgan savol beriladi. Agar javob **ROST** bo'lsa, yana (**BAJAR** va **TAMOM** so'zlari orasidagi) ko'rsatmalar guruhi bajariladi. Shundan keyin uchinchi marta, to'rtinchi marta va hokazo marta savolga takrorlanadi. Bu takrorlanish jarayoni savolga javob **YOLG'ON** bo'lguncha davom etaveradi va javob **YOLG'ON** bo'lgandan keyingina to'xtaydi.
BASIC
Do While <shart> **<operator>** **Loop** Bu yerda Do, While (toki) va **Loop** xizmatchi so'zlar; <shart> - oddiy yoki murakkab mantiqiy ifoda; **<operator>** - takrorlash tanasini tashkil etuvchi operator yoki operatorlar ketma-ketligi. Mazkur takrorlanish operatori quyidagicha ishlaydi: avval **<shart>** tekshiriladi, agar uning qiymati "rost" bo'lsa, takrorlash tanasini tashkil etuvchi operatorlar ishlaydi va yana<shart> teksiriladi. Bu jarayon shart "yolg'on" qiymat qabul qilgunga qadar davom etadi. **Do Until <shart>** **<operator>** **Loop** Mazkur takrorlanish operatori quyidagicha ishlaydi: avval **<shart>** tekshiriladi, agar uning qiymati "yolg'on" bo'lsa, takrorlash tanasini tashkil etuvchi operatorlar ishlaydi va yana<shart> teksiriladi. Bu jarayon shart "rost" qiymat qabul qilgunga qadar davom etadi. **While <shart>** **<operator>** **Wend** Bu yerda **While** (toki) va **Wend** xizmatchi so'zlar; <shart> - oddiy yoki murakkab mantiqiy ifoda; **<operator>** - takrorlash tanasini tashkil etuvchi operator yoki operatorlar ketma-ketligi. Mazkur takrorlanish operatori quyidagicha ishlaydi: avval <shart> tekshiriladi, agar uning qiymati **"rost"** bo'lsa, takrorlash tanasini tashkil etuvchi operatorlar ishlaydi, va yana<shart> teksiriladi. Bu jarayon shart "yolg'on" qiymat qabul qilgunga qadar davom etadi.

Shart bo'yicha takrorlash
PASCAL va DELPHI
While <shart> Do <operator>; Bu yerda**While** (toki) va **Do** xizmatchi so'zlar; **<shart>** - oddiy yoki murakkab mantiqiy ifoda; **<operator>** - takrorlash tanasini tashkil etuvchi operator yoki operatorlar ketma-ketligi. Agar takrorlash tanasida operatorlar ketma-ketligi yozilsa, ular begin bilan boshlanib, **end;** bilan yakunlanadi. "Mazkur takrorlanish operatori quyidagicha ishlaydi: avval <shart> tekshiriladi, agar uning qiymati "rost" bo'lsa, takrorlash tanasini tashkil etuvchi operatorlar ishlaydi va yana<shart> teksiriladi. Bu jarayon shart "yolg'on" qiymat qabul qilgunga qadar davom etadi. **Repeat** **<operator>** **Until <shart>** Bu yerdaRepeat (takrorla) vaUntil xizmatchi so'zlar bo'lib, Repeat - takrorlash boshi, Until - takrorlash oxirini bildiradi; <shart> - mantiqiy ifoda; <operator> - takrorlash tanasini tashkil etuvchi operator yoki operatorlar ketma-ketligi. Agar takrorlash tanasida operatorlar ketma-ketligi yozilsa, ular begin bilan boshlanib, end; bilan yakunlanadi. Ular <shart> bajarilmaguncha (rost qiymat qabul qilmaguncha) takrorlanaveradi.

10.5-masala

1 dan N gacha tartiblangan aylana shaklida joylashtirilgan likobchalarga bittadan olma qo'yilgan. Mirkamol sanoqni 1-likobchadan boshladi va aylana bo'ylab soat mili yo'nalishida yurib, har K-olmani yedi. Sanoqda olmasi yeyilgan likobcha ishtirok etmaydi. Agar Mirkamol olmaga to'ygandan keyin M ta olma qolgan bo'lsa, qaysi likobchalardagi olmalar yeyilganini topuvchi dastur tuzing. Bu masalani algoritmik tilimizda, BASIC, PASCAL, DELPHI da o'zingiz hal eting.

Takrorlanish operatorini tushunib olish uchun avvalgi boblardagi masalalarni yechib ko'rishni maslahat beramiz.

Protseduralar

PASCAL va DELPHI
Procedure <protsedura nomi>(<o'zgaruvchilar>: <o'zgaruvchilar turi>); Protsedura bu kichik qism dasturi bo'lib, asosiy dasturning **begin** xizmatchi so'zidan oldin yoziladi. Protseduraham dastur kabi **begin** xizmatchi so'zi bilan boshlanadi va **end**; bilan tugaydi.

Protsedurada ham asosiy dastur kabi lokal (ichki) o'zgaruvchilar, o'zgarmaslar va nishonlardan foydalanish mumkin. Bunda asosiy dasturdagi (global) o'zgaruvchilarning qiymatlari o'zgarmasdan qoladi. Agar <o'zgaruvchilar> dan oldin **var** xizmatchi so'zi qo'yilsa, berilgan o'zgaruvchilarning qiymatlari asosiy dasturga o'zgarib qaytishi mumkin.

BASIC

Gosub <nishon>

BASIC daprotseduralar nishon orqali o'tiladigan qism dastur ko'rinishida tashkil etiladi. Bunda asosiy dasturdagi o'zgaruvchilar qism dasturida ham foydalaniladi vaqiymati o'zgarishi mumkin. Protseduraasosiy dasturdan keyin yoziladi. Shu sababli asosiy dastur oxirida END operatori yozilishi shart! Protsedura oxirida RETURN operatori yoziladi. U boshqaruvni asosiy dasturdagi GOSUB operatoridan keyingi operatorga uzatadi.

10.6-masala

Berilgan *M* va *N* sonlarning EKUB ini hisoblash dasturini PASCAL da tuzing.

Yechim. Dasturni Evklid algoritmiga asoslangan protsedura yordamida tuzamiz.

```
var javob,m,n:integer;
 procedure ekub(a,b:integer);
  begin
   if a > b then ekub(a-b,b);
   if b > a then ekub(a,b-a);
   if a=b then javob:=b;
  end;
begin
readln(m,n);
ekub(m,n);
writeln(javob);
end.
```

Agar bu protseduraga e'tibor bergan bo'lsangiz, protsedura o'zini o'zi chaqirmoqda, ya'ni biz tuzgan dasturimizda rekursiv protsedura ishtirok etmoqda. Qo'llanmada berilgan ma'lumotlar yordamida dasturlashning boshlang'ich qismi bilan tanishdingiz. Murakkab masalalarini hal etish uchun bu ma'lumotlar kamlik qiladi. Lekin murakkab dasturlar ham shu qismlar asosida tuziladi. Algoritmlar va dasturlash tillarining turlari nihoyatda ko'p bo'lganligi sababli har bir yo'nalishdagi algoritmlar yoki dasturlash tillarining imkoniyatlarini ochib berish uchun alohida

qo'llanmalar kerak bo'ladi. Dasturlashni chuqur o'rganmoqchi bo'lsangiz bu kabi qo'llanmalarni o'rganib chiqing.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. *Dastur deb nimaga aytiladi?*
2. *Dasturlash tili deganda nimani tushunasiz?*
3. *Dasturlash tilining asoschisi deb kim tan olingan?*
4. *Quyi va yuqori darajadagi dasturlash tillari qanday xususiyatlari bilan o'zaro farqlanadi?*
5. *Bugungacha ma'lum bo'lgan eng qadimgi algoritmda qanday masala hal qilingan?*
6. *Dasturlash tillari elektron hisoblash mashinalarining turlariga bog'liq bo'ladimi? Javobingizni asoslang.*
7. *Yuqori darajadagi dastlabki dasturlash tilining nomi nima va u kim tomonidan yaratilgan?*
8. *Dasturlash tilining alifbosi haqida so'zlab bering.*
9. *Operator nima?*
10. *O'zgarmas va o'zgaruvchan miqdorlar haqida so'zlab bering.*
11. *Dastur qanday qismlardan tashkil topadi?*
12. *Dasturning tavsiflash qismida nimalar tavsiflanadi?*
13. *Miqdorlar qanday turdagi qiymatlarni qabul qilishi mumkin?*
14. *Belgili o'zgarmas deganda nimani tushunasiz? Misollar keltiring.*
15. *Satrli o'zgarmaslarning belgili o'zgarmaslardan farqi nimada?*
16. *Sonli o'zgarmaslarning qanday turlarini bilasiz?*
17. *Mantiqiy o'zgarmaslar qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin?*
18. *O'zgaruvchilarning o'zgarmaslardan farqi nimada?*
19. *O'zgaruvchilarni tavsiflash uchun Paskalning qaysi xizmatchi so'zidan foydalaniladi?*
20. *Sonli o'zgaruvchilar necha turga bo'linadi?*
21. *Butun sonli o'zgaruvchilarning turlariga misollar keltiring.*
22. *Haqiqiy sonli o'zgaruvchilarning turlariga misollar keltiring.*
23. *Belgili o'zgaruvchilar qanday tavsiflanadi? Misollar keltiring.*
24. *Satrli o'zgaruvchilar qanday tavsiflanishi mumkin? Misollar keltiring.*
25. *Hayotda uchraydigan jadval ko'rinishidagi miqdorlarga misollar keltiring.*
26. *Chiziqli massiv qanday o'lchovlarda bo'ladi?*
27. *Massivda indeks nima uchun zarur?*
28. *Massiv elementlarining indekslari qanday qiymatlar qabul qilishi mumkin?*
29. *Jadval ko'rinishidagi miqdorlarning turlarini qanday ajratish mumkin?*
30. *Qanday funksiyalar standart funksiya deyiladi?*
31. *Standart funksiyalarning odatdagi va dasturlash tilida yozilishining qanday farqi bor?*
32. *Standart funksiyalarning qaysilarini bilasiz? Sanab bering.*
33. *Algebraik ifodalar nimalardan tashkil topadi?*
34. *Arifmetik amallarning bajarilish tartibi qanday?*

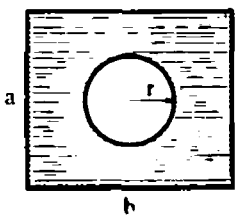
35. Biror ifodada bir xil amallar qatnashsa, ularning bajarilish tartibi qanday bo'ladi?
36. Amallarni bajarish tartibini o'zgartirish uchun nimalardan foydalaniladi?
37. Input, Print, Read, Write so'zlari qanday ma'no beradi?
38. Ma'lumotlarni muloqot holida kiritish operatorining vazifasini aytib bering.
39. Ma'lumotlarni kiritish operatorining necha xil ko'rinishi bor? Ularning farqi nimada?
40. O'zgaruvchilarga qiymat berishda o'zlashtirish operatorining qulaylik tomonini tushuntiring.
41. O'zgaruvchilarga qiymat berishda kiritish operatorining qulaylik tomonini tushuntiring.
42. O'tish operatori nima uchun qo'llaniladi?
43. O'tish operatorining umumiy ko'rinishi qanday?
44. Dasturda nishonlar nima uchun qo'llaniladi?
45. Nishonlar qo'llanilgan dasturda o'tish operatori qo'llanilmasligi mumkinmi?
46. O'tish operatori qo'llanilgan dasturda nishonlar qo'llanilmasligi mumkinmi?
47. Tarmoqlanish operatori nima uchun qo'llaniladi?
48. Tarmoqlanish operatorida operatorlar ketma-ketligi ishtirok etsa, ular qanday so'zlar orasida yoziladi?
49. Tarmoqlanish operatorining qisqa va to'liq ko'rinishlari haqida nimalar bilasiz?
50. Qaysi operatordan keyin nuqtali vergul yozilmaydi?
51. Takrorlanuvchi algoritmlarga misollar keltiring.
52. Parametrli takrorlash operatorining ko'rinishi qanday?
53. Parametrli takrorlash operatori qachon qo'llaniladi?
54. Takrorlash parametri qanday qiymatlarni qabul qiladi?
55. Takrorlash parametrining qiymatlari chegaralanganmi?
56. Takrorlash operatorini qo'llanilishini tushuntiring.
57. Qanday holatda Do yoki Downto xizmatchi so'zlari qo'llaniladi?
58. Shart bo'yicha takrorlash operatorining parametrli takrorlash operatoridan asosiy farqi nimada?
59. Shart bo'yicha takrorlash operatorlardan qaysilarini bilasiz?
60. While operatorining qo'llanilishini tushuntiring.
61. Repeat operatorining qo'llanilishini tushuntiring.
62. Takrorlash operatorlarini qo'llash qulay bo'lgan hollarga mos qilib tushuntiring.
63. Qanday holda takrorlash tanasida begin va end; yozilishi zarur?

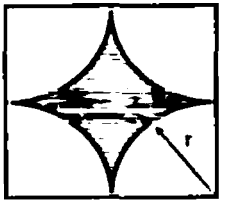
Qo'shimcha masalalar

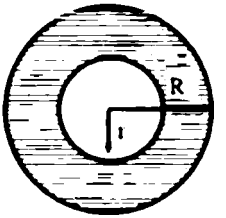
DT-10.1. Uchburchakning tomonlari a, b va ular orasidagi burchak α berilgan. Uchburchakning yuzini hisoblash dasturini tuzing.

DT-10.2. Quyida berilgan shakllarning shtrixlangan sohalarining yuzalarini hisoblash dasturini tuzing.

DT-10.3. Istagan butun sonni 17 ga qoldiqsiz bo'linishi yoki bo'linmasligini aniqlovchi dastur tuzing.







DT-10.4. $ax+b=0$ chiziqli tenglamaning yechish dasturini tuzing.

DT-10.5. Yildagi oylarning kunlari miqdorini aniqlab beruvchi dastur tuzing.

DT-10.6. Oldingi dastur ko'magida tug'ilganingizdan beri necha kun yashaganingizni aniqlang.

DT-10.7. Kvadratlari berilgan natural N sondan katta bo'lmagan natural sonlarni chiqaruvchi dastur tuzing.

DT-10.8. $a_1, a_2 \ldots, a_N$ butun sonlar ketma-ketligi berilgan. Ularni ketma-ket qo'shib borib, yig'indi berilgan N butun sondan ortishi bilan ekranga chiqaruvchi dastur tuzing. Agar barcha sonlar yig'indisi N dan ortmasa, bu haqda xabar chiqarilsin.

DT-10.9. $y = x \cdot \sin x$ funksiyaning qiymatlarini $[-\pi, \pi]$ oraliqda 0,3 qadam bilan hisoblash dasturini tuzing.

DT-10.10. Quyidagi yig'indining qiymati berilgan M natural sondan ortiq bo'lguncha hisoblash dasturini tuzing:

$$y = \frac{1}{3} - \frac{1}{10} + \frac{1}{21} - \ldots + \frac{(-1)^{N+1}}{N*(2*N+1)}.$$

DT-10.11. Avvalgi masalani parametrli shart bo'yicha takrorlash operatorlari yordamida yeching.

DT-10.12. Hisoblash dasturini tuzing:

$$y = \sqrt{2 + \sqrt{4 + \sqrt{6 + \ldots + \sqrt{98 + \sqrt{100}}}}}$$

DT-10.13. Hisoblash dasturini tuzing:

$$y = \underbrace{\sqrt{5 + \sqrt{5 + \sqrt{5 + \ldots + \sqrt{5}}}}}_{n}$$

DT-10.14. n natural son berilgan. $p = (1-1/2^2)(1-1/3^2)\ldots(1-1/n^2)$ ni hisoblash dasturini tuzing, bunda $n>2$.

DT-10.15. n natural son berilgan. $P=\frac{1}{2}*\frac{1}{3}*\frac{1}{4}*...*\frac{1}{n}$ ko'paytmani hisoblash dasturini tuzing.

DT-10.16. n natural son berilgan. $p=\left(1+\frac{1}{1^2}\right)\left(1+\frac{1}{2^2}\right)...\left(1+\frac{1}{n^2}\right)$ ni hisoblovchi dastur tuzing.

DT-10.17. n natural son berilgan. $P=\frac{1}{2}*\frac{3}{4}*\frac{5}{6}*...*\frac{2n-1}{2*n}$ ko'paytmani topuvchi dastur tuzing.

DT-10.18. n natural son berilgan. $P=\frac{1}{1}*\frac{3}{2}*\frac{5}{3}*...*\frac{2n-1}{n}$ ko'paytmani topuvchi dastur tuzing.

DT-10.19. $P=1-\frac{1}{2}+\frac{1}{3}-...+\frac{1}{9999}-\frac{1}{10000}$ yig'indini hisoblovchi dastur tuzing.

DT-10.20. N natural son berilgan. Bu sonning barcha tub bo'luvchilarini topuvchi dastur tuzing.

DT-10.21. a, b natural sonlar berilgan ($a\le b$). $a<p<b$ shartni qanoatlantiradigan barcha tub p sonlarni topuvchi dastur tuzing.

DT-10.22. Birinchi 100 ta tub sonlarni aniqlovchi dastur tuzing.

DT-10.23. N, m natural son berilgan. Raqamlar yig'indisining kvadrati m ga teng va N sondan kichik bo'lgan barcha sonlarni topuvchi dastur tuzing.

DT-10.24. Natural son mukammal son deyiladi, agar bu son o'zining bo'luvchilari yig'indisiga teng bo'lsa. 6 son mukammal son, chunki uning bo'luvchilari 1, 2, 3 ga teng va ularning yig'indisi $6=1+2+3$ ga teng. 8 esa $8\neq 1+2+4$). N natural son berilgan. Ushbu sondan kichik bo'lgan barcha mukammal sonlarni topuvchi dastur tuzing.

DT-10.25. n natural son berilgan. Ushbu sonni uchta natural sonlar kvadratlari yig'indisi orqali ifoda etish mumkinmi ($n=x^2+y^2+z^2$)? Agar mumkin bo'lsa, u holda $n=x^2+y^2+z^2$ tenglik o'rinli bo'ladigan barcha x, y, z sonlar uchligini aniqlovchi dastur tuzing.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Kulakov A.G., Lando S.K., Semyonov A.L., Shen A.X.* Algoritmika. V–VII sinflar. Moskva: Drofa, 1997.

2. *Boltayev B., Abduqodirov A., Taylaqov N., Mahkamov M., Azamatov A., Xafizov S.* Informatika va hisoblash texnikasi asoslari. 9-sinf. T.: Cho'lpon, 2006.

3. *Boltayev B., Mahkamov M., Azamatov A.* Informatikadan olimpiada masalalarini yechish. Metodik qo'llanma, T.: 2004.

4. *Boltayev B., Mahkamov M., Azamatov A.* Informatikadan olimpiada masalalarini yechish-2. Metodik qo'llanma, Toshkent, 2004.

5. *B.Boltayev, A.Abduqodirov, N.Taylaqov, M.Mahkamov, A.Azamatov, S.Xafizov.* Informatika va hisoblash texnikasi asoslari. 9-sinf. T.: Cho'lpon, 2006.

6. *B.Boltayev, Mahkamov M., Azamatov A., Abduqodirov A., Daliyev A., Azlarov T., Taylaqov N.* 8-sinf. T.: O'qituvchi, 2006.

7. *B.Boltayev, M.Mahkamov, A.Azamatov.* 8-sinf masalalar to'plami va ularni yechish usullari. Metodik qo'llanma. T.: 2005.

8. *B.Boltayev, Mahkamov M., Azamatov A.* Paskal dasturlash tili. Metodik qo'llanma. T.: 2007.

9. *B.Boltayev, Mahkamov M., Azamatov A., Rahmonqulova S.* Informatika. 7-sinf. T.: 2006.

MUNDARIJA

I bob. ALGORITMLAR

Algoritm tushunchasi....3
Ijrochi....6
Algoritmning xossalari....8
Algoritmni tasvirlash usullari....13
Algoritmning asos turlari....16

II bob. IJROCHILAR VA ULARNING KO'RSATMALARI

Algoritmik tillar olamiga kirish....21
Ijrochi Dehqon....24
Masalani o'yin kabi ifodalash....26
Ijrochi Suvchi....27
Ijrochi Oshiruvchi....29
Ijrochi Chigirtka....31
Algoritmlashni qanday yengillashtirish mumkin....33
Ijrochi Baqa....36
Qo'shimcha masalalar....38
Oshiruvchi uchun....41
Baqa uchun....47

III bob. PROTSEDURALAR – YANGI KO'RSATMALAR....49
Qo'shimcha masalalar....54
Chigirtka uchun....55

IV bob. TAKRORLANISH TUZILMASI

Askarlar va qayiq....56
Yangi tuzilma....57
Yangi tuzilmani qo'llash: Chigirtka....60
Yangi tuzilmani qo'llash: Oshiruvchi....62
Yangi tuzilmani qo'llash: Baqa....63
Nima uchun bosh harflar....66
Samaradorlik va murakkablik....66
Samarador Oshiruvchi....70
Oshiruvchi uchun algoritmni yaxshilash....73
Qo'shimcha masalalar....74

V bob. MANTIQ ELEMENTLARI VA SHARTLAR

Mantiq elementlari....75
Qiziqarli mantiqiy masalalar....78
Takomillashtirilgan Kamaytiruvchi....80
Tarmoqlanuvchi algoritmlar blok-sxemalari....84

VI bob. IJROCHI ROBOT

Robot qayerda yashaydi?....93
Robotning imkoniyatlari bilan tanishuv....95
Takrorlanuvchi holatlar....104

Qiziqarli masalalar....111
Birikkan shartlar....117
Birikkan shartli algoritmlar....118
Murakkab algoritm namunasi....122
Qo'shimcha masalalar....125

VII bob. REKURSIYA

O'zini chaqiradigan protseduralar....129
Rekursiyadan chiqish....133
Qachon rekursiyasiz ishlash mumkin....135
Oraliq protsedura orqali rekursiv chaqirish....136
Qo'shimcha masalalar....137

VIII bob. SARALOVCHI UCHUN MASALALAR

Saralovchi tarixi....139
O'tkazish masalalari....141
Tanlash masalalari....146
Yangi Saralovchi sari....152
Ichma-ich joylashgan sikllar....155
Saralash usullari....157
Qo'shimcha masalalar....168

IX bob. MUKAMMAL SARALOVCHI

Yangi imkoniyatlar....170
Sodda masalalar....172
Qiyinroq masalalar....179
Qo'shimcha masalalar....186
Qo'shimcha masalalar....192

X bob. DASTURLASH ASOSLARI

Tokchalar uchun ba'zi chegaralashlar....195
Dastur va dasturlash tillari....197
Ijrochilar va dasturlash tillari....201
O'zgaruvchi miqdorlar....203
Jadval ko'rinishidagi miqdorlar....206
Ba'zi standart funksiyalar va algebraik ifodalar....210
O'zlashtirish va ma'lumotlarni ekranga chiqarish operatorlari....212
Ma'lumotlarni xotiraga muloqot usulida kiritish operatori....213
Chiziqli dasturlar tuzish....214
O'tish va tarmoqlanish operatorlari....217
Takrorlash operatorlari....221
Qo'shimcha masalalar....226
Foydalanilgan adabiyotlar....229

AXAT RAXMATOVICH AZAMATOV

ALGORITMLASH VA DASTURLASH ASOSLARI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

To'rtinchi nashri

Muharrir ***Xudoyberdi Po'latxo'jayev***
Badiiy muharrir ***Alyona Tulkinova***
Texnik muharrir ***Yelena Tolochko***
Kichik muharrir ***Gulbayra Yeraliyeva***
Musahhih ***Umida Rajahova***
Kompyuterda sahifalovchi ***Gulbayra Yeraliyeva***

Litzenziya raqami AI № 163. 09.11.2009. Bosishga 2013-yil 12-noyabrda ruxsat etildi. Bichimi 60×90$^{1}/_{16}$ Tayms TAD garniturasi. Shartli bosma tabog'i 14,5. Nashr tabog'i 14,35. Shartnoma № 81–2013. Adadi 1413 nusxada. Buyurtma № 457

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 100129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30.
Telefon: (371) 244-10-45. Faks (371) 244-58-55.

G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi hamda
XK "PAPER MAX" bosmaxonasi hamkorligida chop etildi.
Toshkent shahar, Shayxontohur ko'chasi, 86-uy.
Toshkent shahar, Shayxontohur tumani, Navoiy ko'chasi, 30-uy
www.gglit.uz, e-mail: iptdgulom@sarkor.uz