

I BOB Graf ma'lumotlar tuzilmasi

Ma'lumotlar elementlari ketma-ket bo'lmagan ma'lumotlar tuzilmalari chiziqli bo'lmagan ma'lumotlar tuzilmalari deb ataladi. Chiziqli bo'lmagan ma'lumotlar tuzilishida bitta qatlam ishtirok etmaydi. Shuning uchun biz barcha elementlarni faqat bitta o'tishta ko'ra olmaymiz. Chiziqli bo'lmagan ma'lumotlar tuzilmalarini chiziqli ma'lumotlar tuzilishi bilan solishtirganda amalga oshirish murakkabroq. U chiziqli ma'lumotlar tuzilishi bilan taqqoslaganda kompyuter xotirasidan samarali foydalanadi. Bu ma'lumotlar tuzilmalariga daraxtlar va graflar misol bo'la oladi.

1. Graflar ma'lumotlar tuzilmasiga kirish

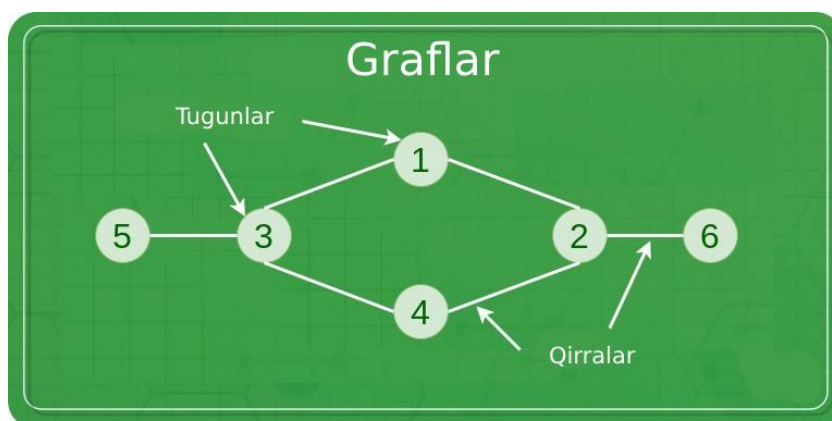
Graf-bu tugunlar va qirralardan tashkil topgan chiziqli bo'lmagan ma'lumotlar tuzilishi. Tugunlar ba'zan uchlar deb ham ataladi va qirralar grafdagi har qanday ikkita tugunni bog'laydigan chiziqlar yoki yoyli bo'ladi. Rasmiy ravishda, Graf tugunlar to'plami (V) va qirralar to'plami (E) qilib belgilanadi. Graf $g(V, E)$ bilan belgilanadi.

Graf ma'lumotlar tuzilmalari ob'ektlar yoki ob'ektlar o'rtasidagi murakkab munosabatlarni ifodalash va tahlil qilish uchun kuchli vositadir. Ular, ayniqsa, ijtimoiy tarmoqlarni tahlil qilish, tavsiya tizimlari va kompyuter tarmoqlari kabi sohalarda foydalidir. Sport ma'lumotlarida Graf ma'lumotlar tuzilmalari jamoaning ishlash dinamikasini va maydondagi o'yinchilarning o'zaro ta'sirini tahlil qilish va tushunish uchun ishlatilishi mumkin. Futbol o'yinini aloqalar tarmog'i sifatida tasavvur qiling, bu erda o'yinchilar tugunlar va ularning maydondagi o'zaro ta'siri qirralardir. Ushbu aloqalar tarmog'i ma'lumotlarning graf tuzilishi aynan shunday va bu jamoaning samaradorligini va sportdagi o'yinchilarning dinamikasini tushunishning kalitidir.

1.1 Grafning asosiy komponentlari

Tugunlar: tugunlar grafning asosiy birliklari. Ba'zan chekkalar yoki tugmalar deb ham ataladi. Har bir tugun belgilanishi yoki belgilanmasligi mumkin.

Qirralar: qirralar chizilgan yoki grafning ikkita tugunini birlashtirish uchun ishlatiladi. Bu yo'naltirilgan grafdagi tartiblangan tugun juftligi bo'lishi mumkin. Qirralar har qanday ikkita tugunni har qanday yo'l bilan bog'lashi mumkin. Qoidalar yo'q. Ba'zan qovurg'alar yoylar deb ham ataladi.

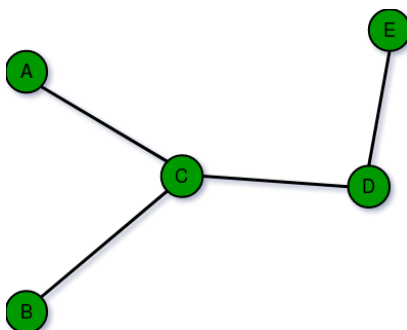


Rasm- 1 Graf ma'lumotlar tuzilmasi

1.2 Graf turlari

1. Yakuniy graflar (Finite Graphs)

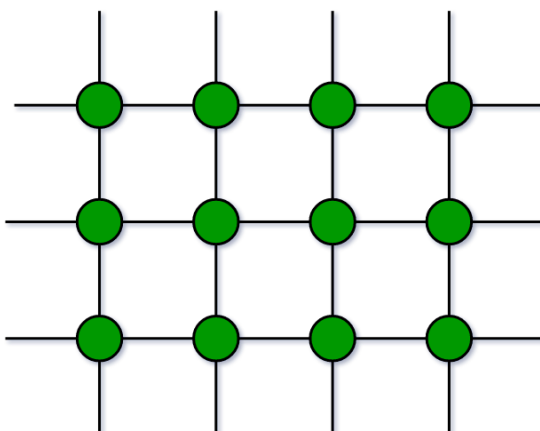
Agar graf cheklangan sonli tugunlar va cheklangan sonli qirralarga ega bo'lsa, graf cheklangan deb ataladi. Cheklangan graf-bu cheklangan sonli tugunlar va qirralarning graf. Boshqacha qilib aytganda, yakuniy grafdagi tugunlar soni ham, qirralarning soni ham cheklangan va ularni hisoblash mumkin. Cheklangan graflar ko'pincha cheklangan miqdordagi ob'ektlar va ular orasidagi aloqalar mavjud bo'lgan haqiqiy vaziyatlarini modellashtirish uchun ishlatiladi.



Rasm- 2 Yakuniy graflar (Finite Graphs)

2. Cheksiz graf: (infinite graphs)

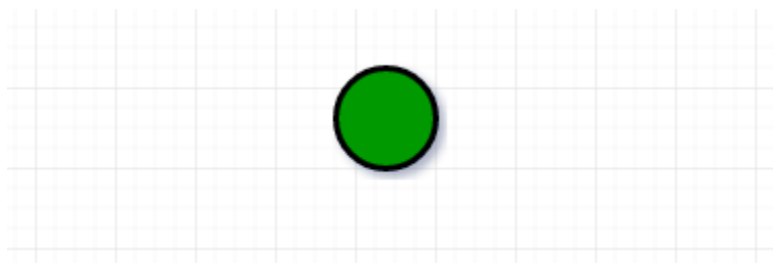
Agar u cheksiz sonli tugunlarga, shuningdek cheksiz sonli qirralarga ega bo'lsa, graf cheksiz deb ataladi.



Rasm- 3 Cheksiz graf: (infinite graphs)

3. Trivial graf (Trivial Graph):

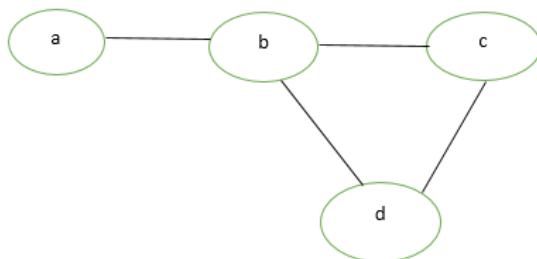
Agar cheklangan grafda faqat bitta tugun bo'lsa va qirralari bo'lmasa, graf Trivial deb ataladi.



Rasm- 4 Trivial graf (Trivial Graph):

4. Oddiy Graf:

Oddiy graf-bu tugunlar juftligi o'rtasida bir nechta chekka bo'lmagan tuzoq. Turli shaharlarni bog'laydigan oddiy temir yo'l oddiy grafga misoldir.

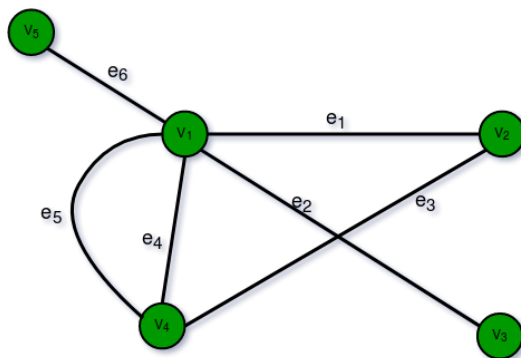


Rasm- 5 Oddiy Graf

5. Multi Graf:

Ba'zi parallel qirralarni o'z ichiga olgan, ammo o'z-o'zidan aylanmaydigan har qanday graf multigraf deb ataladi. Masalan, yo'l xaritasi.

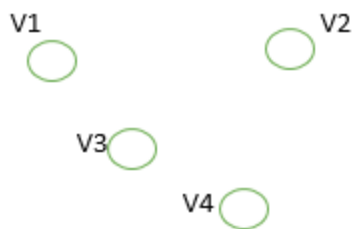
Parallel qirralar: agar ikkita tugunlar bir nechta qirralar bilan bog'langan bo'lsa, unda bunday qirralar parallel qirralar deb ataladi, ular ko'p marshrutlar, lekin bitta manzil.



Rasm- 6 Multi Graf

6. Null graf:

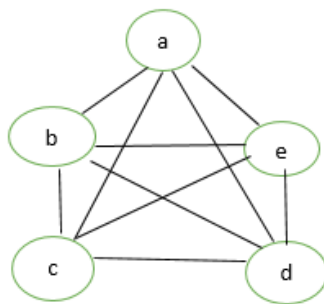
N tartibli va nol o'lchamdagi graf-bu har qanday juft tugunni bog'laydigan qirralarsiz faqat izolyatsiya qilingan tugunlarga ega bo'lgan graf. Null graf-bu qirralari bo'lmagan graf. Boshqacha qilib aytganda, bu faqat tugunlar bilan va ular orasidagi bog'lanishlarsiz graf. Nulll grafni chegarasiz graf, ajratilgan graf yoki diskret graf deb ham atash mumkin.



Rasm- 7 Null graf

7. To'liq graf:

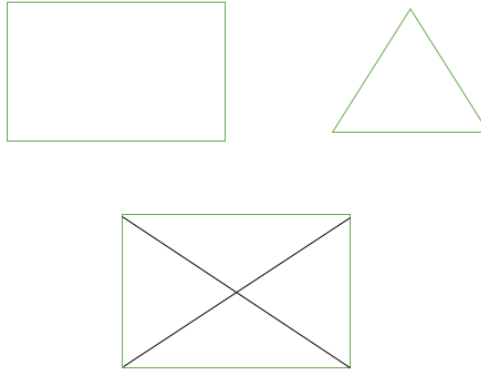
Agar har bir tugun $n-1$ kuchiga ega bo'lsa, ya'ni bitta tugun $n-1$ qirralarga yoki grafdagi qolgan cho'qqilarga biriktirilgan bo'lsa, n -tugunlarga ega bo'lgan oddiy graf to'liq graf deb ataladi.



Rasm- 8 To'liq graf

9. Muntazam graf:

Agar G grafigining barcha tepalari bir xil darajaga ega bo'lsa, oddiy graf muntazam deb ataladi. Barcha to'liq graflar muntazam, ammo aksincha mumkin emas. Muntazam graf-bu yo'naltirilmagan grafning bir turi bo'lib, unda har bir tepalik bir xil miqdordagi qirralar yoki qo'shnilar ega. Boshqacha qilib aytganda, agar graf to'g'ri bo'lsa, unda har bir tepalik bir xil darajaga ega.



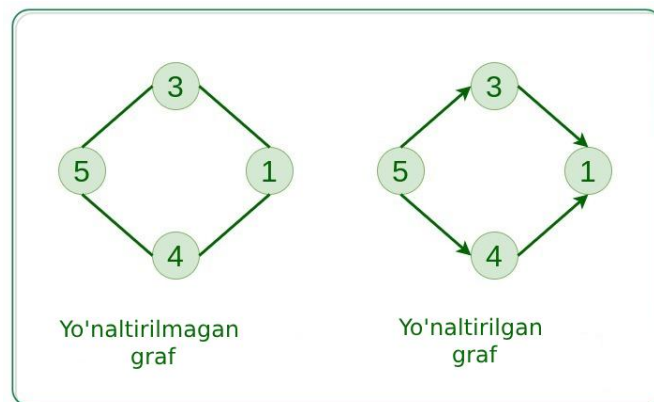
Rasm- 9 Muntazam graf

10. Yo‘naltirilmagan Graf

Qirralarning yo‘nalishi bo‘lmagan graf. Ya‘ni tugunlar har bir chekka ta‘rifida tartibsiz juftlikta joylashadi.

11. Yo‘naltirilgan Graf

Qirlari yo‘nalishga ega bo‘lgan graf. Ya‘ni tugunlar har bir chekka ta‘rifida juftlarga yo‘naltirilgan.



Rasm- 10 Yo‘naltirilmagan va yo‘naltirilgan graflar

1.3 Grafni tasvirlash usullari

Grafni ifodalashning eng keng tarqalgan ikkita usuli :

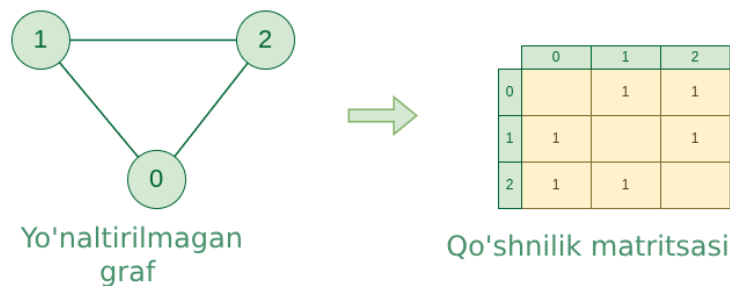
- Qo‘shnilik matritsasi;
- Qo‘shnilik ro‘yxati;

Agar i dan j gacha bo‘lgan qirra bo‘lsa, $Mat[i][j]$ ni 1 deb belgilang.

Agar i dan j gacha bo'lgan chekka bo'lmasa, $Mat[i][j]$ ni 0 deb belgilang.

Qo'shni matritsada yo'naltirilmagan grafni ko'rsatish:

Quyidagi rasmda yo'naltirilmagan graf ko'rsatilgan. Dastlab, butun matritsa 0 qiymati bilan boshlanadi. Agar manbadan manzilga qirra bor bo'lsa, biz ikkala holatda ham 1 ni kiritamiz ($adjMat[manzil]$ va $adjMat[manzil]$), chunki biz har ikki yo'nalishda ham borishimiz mumkin.

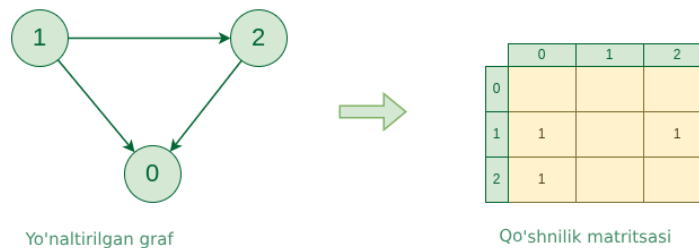


Yo'naltirilmagan grafning qo'shnilik matritsada tasvirlanishi

Rasm- 11 Yo 'naltirilmagan grafning qo 'shnilik matritsada tasvirlanishi

Qo'shni matritsada yo'naltirilgan grafni ko'rsatish:

Quyidagi rasmda yo'naltirilgan graf ko'rsatilgan. Dastlab, butun matritsa 0 qiymati bilan boshlanadi. Agar manbadan manzilga qirra bor bo'lsa, biz ushbu maxsus $adjMat[destination]$ uchun 1 ni joylashtiramiz.



Yo'naltirilgan grafning qo'shnilik matritsada tasvirlanishi

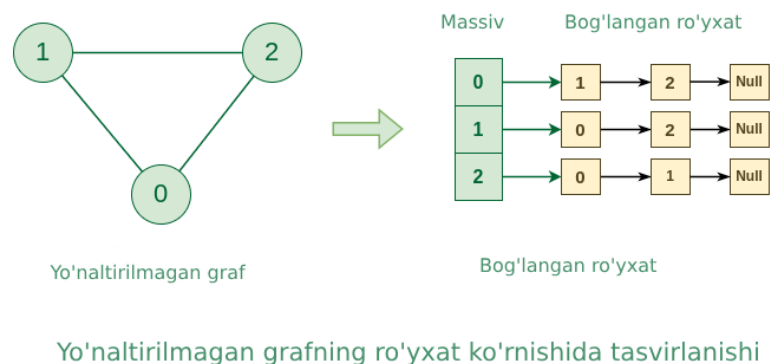
Rasm- 12 Yo 'naltirilgan grafning qo 'shnilik matritsada tasvirlanishi

Qo'shni ro'yxat

Ro'yxatlar qatori ikki tugun orasidagi qirralarni saqlash uchun ishlatiladi. Massivning kattaligi tugunlar soniga teng (ya'ni n). Ushbu massivdagi har bir indeks grafdagi ma'lum bir tugunni ifodalaydi. Massivning i indeksiga ega bo'lgan ushbu yozuv i qirraga ulashgan tugunlarni o'z ichiga olgan bog'langan ro'yxatni o'z ichiga oladi.

Qo'shni ro'yxatda yo'naltirilmagan grafni ko'rsatish:

Quyidagi yo'naltirilmagan grafda 3 ta tugun mavjud. Shunday qilib, har bir indeks tugunlarni ifodalovchi 3 o'lchamli Last massivi yaratiladi. Endi qirra 0 ikkita qo'shniga ega (ya'ni 1 va 2). Shunday qilib, massivning 0 indekslari bilan 1 va 2 qirralarni ulang. Xuddi shunday, 1-tepalik uchun uning ikkita qo'shnisi bor (ya'ni 2 va 0). Shunday qilib, 2 va 0 tepaliklarni 1 qator indekslari bilan joylashtiring. Xuddi shunday, top 2 uchun qo'shnilarini ro'yxat qatoriga joylashtiring.

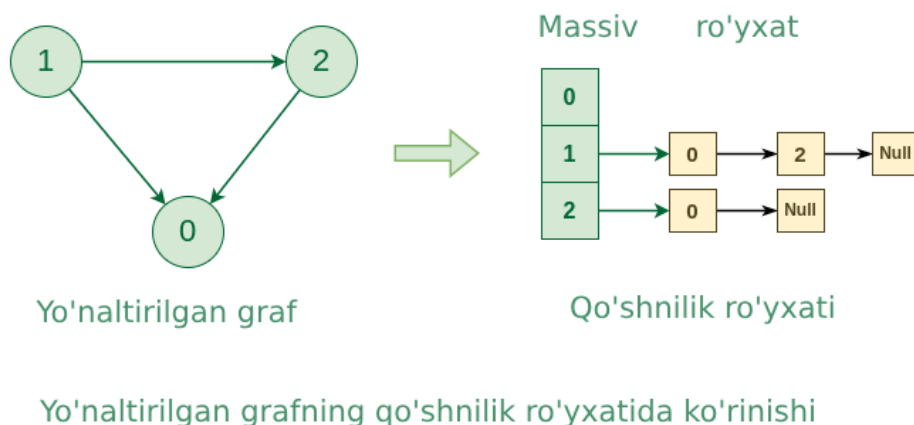


Rasm- 13 Yo'naltirilmagan grafning ro'yxat ko'rinishida tasvirlanishi

Qo'shnilik ro'yxatida yo'naltirilgan grafni ko'rsatish:

Quyidagi yo'naltirilgan grafda 3 ta tugunlar mavjud. Shunday qilib, har bir indeks tepaliklarni ifodalovchi 3 o'lchamli Last massivi yaratiladi. Endi 0-sammitda qo'shnilar yo'q. 1-tepalik uchun uning ikkita qo'shnisi bor (ya'ni 0 va 2), shuning

uchun 0 va 2-tepaliklarni massivning 1-indeksiga joylashtiring. Xuddi shunday, top 2 uchun qo'shnilarini ro'yxat qatoriga joylashtiriladi.



Rasm- 14 Yo 'naltirilgan grafning ro 'yxat ko 'rinishida tasvirlanishi

1.4 Grafning asosiy xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- **Tugunlar (nodes):** grafdagi qirralarning birlashadigan nuqtalari tepaliklar yoki tugunlar deb nomlanadi. Tugunlar jismoniy ob'ektni, kontseptsiyani yoki mavhum mavjudotni ifodalashi mumkin.

- **Qirralar:** tepaliklar orasidagi bog'lanishlar qirralar deb nomlanadi. Ular yo'naltirilmagan (ikki tomonlama) yoki yo'naltirilgan (bir tomonlama) bo'lishi mumkin.

- **Og'irligi:** ikki tepalik orasidagi qiymat yoki masofani ifodalovchi og'irlik chekkaga berilishi mumkin. Vaznli graf-bu qirralarning og'irligi bo'lgan graf.

- **Daraja:** tugun darajasi-bu unga bog'langan qirralarning soni. Yo'naltirilgan grafda tugunning ichki darajasi uni ko'rsatadigan qirralarning soni, tashqi daraja esa undan boshlanadigan qirralarning soni.

- **Yo'l:** yo'l-bu qirralar bilan bog'langan tepaliklarning ketma-ketligi. Oddiy yo'lda takrorlanadigan tepaliklar yoki qirralar mavjud emas.

- **Sikl:** sikl-bu bir xil tepada boshlanadigan va tugaydigan yo'l. Oddiy siklda takrorlanadigan tepaliklar yoki qirralar mavjud emas.

- **Bog'lanish:** Agar har qanday ikkita tepalik o'rtasida yo'l bo'lsa, graf bog'langan deb ataladi. Bog'lanmagan graf-bu bog'lanmagan graf.

- **Tekislik:** graf tekis deb ataladi, agar uni tekislikda bir-birini kesib o'tmasdan chizish mumkin bo'lsa.

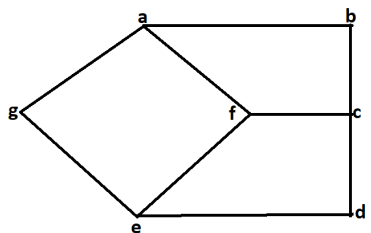
- **Ikki tomonlama:** Agar uning tepalari bir-biriga to'g'ri kelmaydigan ikkita to'plamga bo'linishi mumkin bo'lsa, graf ikki tomonlama deb ataladi, shunda bir xil to'plamdagi ikkita tepalik chekka bilan bog'lanmaydi.

Graf xususiyatlari asosan graflarni tuzilishiga qarab tavsiflash uchun ishlatiladi. Biz bu xususiyatlarni graf nazariyasi sohasiga tegishli aniq atamalarda aniqladik. Ushbu maqolada biz graflarning ba'zi xususiyatlarini muhokama qilamiz, xususan:

Ikki tugunlar orasidagi masofa:

Asosan, bu a cho'qqisi va b cho'qqisi orasidagi eng qisqa yo'lda mavjud bo'lgan qirralarning soni, agar ikkita tepalikni bog'lash uchun ishlatiladigan bir nechta qirralar bo'lsa, unda biz asosan eng qisqa yo'lni ushbu ikki tepalik orasidagi masofa deb hisobladik.

Amaldagi belgilar : $d(A, B)$, bu erda funktsiya asosan a tuguni va b tuguni orasidagi masofani ko'rsatadi.



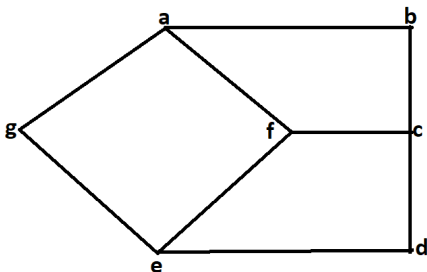
Rasm- 15 Amaldagi belgilar

Yuqoridagi diagrammada keling, tepaliklar b va d orasidagi masofani topishga harakat qilaylik . $d(b, d)$ Biz b cho‘qqisidan d cho‘qqisiga turli yo‘llar bilan o‘tishimiz mumkin, masalan

- 1.ba, af, fe, ed, bu yerda $d(b, d)$ 4 ga teng bo‘ladi.
- 2.ba , af, fc, cd bu erda $d(b, d)$ 4 ga teng bo‘ladi.
- 3.bc, cf, fe, ed, bu erda $d(b, d)$ 4 ga teng bo‘ladi.
- 4.bc, cd bu erda $d(b, d)$ 2 ga teng bo‘ladi.

shuning uchun b cho‘qqisi va d cho‘qqisi orasidagi minimal masofa 2 ga teng bo‘ladi.

Tepalikning ekssentrikligi: tepalikdan boshqa barcha tepaliklarga maksimal masofa shu tepalikning ekssentrikligi deb hisoblanadi.



Rasm- 16 Tepalikning ekssentrikligi

Yuqoridagi diagrammadan b tepaligining ekssentrikligini topishga harakat qilaylik.

$e(b)$

$d(b, a)=1$

$d(b, c)=1$

$d(b, d) = 2$

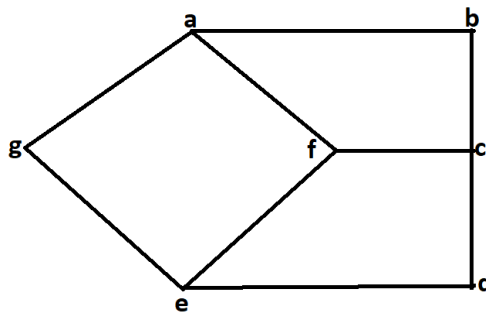
$d(b, e)=3$

$d(b, f)=2$

$d(b, g)=2$

Shuning uchun b cho'qqisining ekssentrikligi 3 ga teng

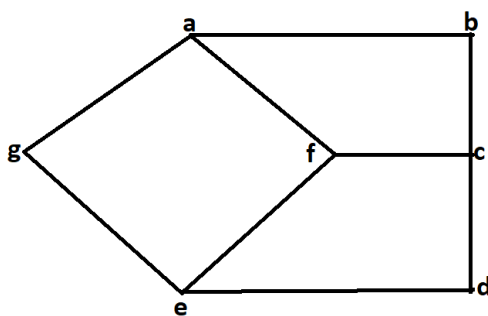
Bog'langan graf radiusi: barcha tepaliklarning minimal elektr qiymati asosan bog'langan graf radiusi sifatida qaraladi.



Rasm- 17 Bog'langan graf radiusi

Yuqoridagi diagrammadan: $r(G)=2$ hisoblanadi. Chunki barcha tepaliklardan ekssentriklikning minimal qiymati 2 ga teng.

Bog'langan grafning diametri: bog'langan grafning radiusidan farqli o'laroq, bu erda biz grafning diametrini aniqlash uchun asosan barcha tepaliklarning maksimal ekssentriklik qiymatidan foydalanamiz.

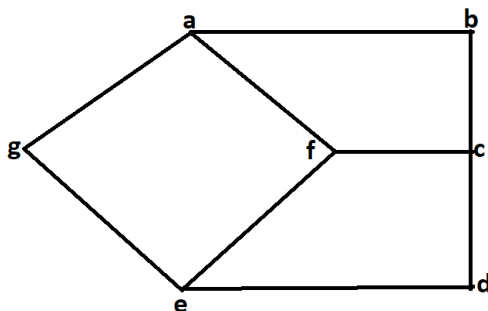


Rasm- 18 Bog'langan grafning diametri.

Yuqoridagi diagrammadan: $d(G)=3$ hisoblanadi. Chunki barcha tepaliklardan ekssentriklikning maksimal qiymati 3 ga teng.

Markaziy nuqta va markazlashtirish: minimal ekssentriklikka ega bo'lgan tepalik grafning markaziy nuqtasi sifatida qaraladi va barcha markaziy nuqtalar to'plami grafning markazi sifatida qaraladi.

Agar $e(v)=r(G)$ u holda v Markaziy nuqta.



Rasm- 19 Markaziy nuqta va markazlashtirish

Yuqoridagi diagrammada Markaziy nuqta bo'ladi f chunki $e(f)=r(G)=2$ shuning uchun f grafning markaziy nuqtasi sifatida qaraladi.

1.5 Graflarning real hayotta qo'llanilishi, afzalliklari kamchiliklari:

Graflarning real hayotta qo'llanilishi

Ijtimoiy media tahlili: ijtimoiy media platformalari real vaqt rejimida juda ko'p miqdordagi ma'lumotlarni ishlab chiqaradi, ularni tendentsiyalar, hissiyotlar va

asosiy ta'sir ko'rsatuvchilarni aniqlash uchun graflar yordamida tahlil qilish mumkin. Bu marketing, mijozlarga xizmat ko'rsatish va obro'ni boshqarish uchun foydali bo'lishi mumkin.

Tarmoq monitoringi: graflar tarmoq ma'murlariga mumkin bo'lgan to'siqlarni, xavfsizlikka tahdidlarni va boshqa muammolarni aniqlashga imkon beradigan Real vaqt rejimida tarmoq trafiginini kuzatish uchun ishlatilishi mumkin. Bu murakkab tarmoqlarning uzluksiz ishlashini ta'minlash uchun juda muhimdir.

Moliyaviy savdo: graflar Real vaqtda moliyaviy ma'lumotlarni tahlil qilish, masalan, aktsiyalar narxi va bozor tendentsiyalari, naqshlarni aniqlash va savdo qarorlarini qabul qilish uchun ishlatilishi mumkin. Bu, ayniqsa, kichik kechikishlar ham daromadga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan yuqori chastotali savdo uchun juda muhimdir.

Internet of Things (IoT) boshqaruvi: IoT qurilmalari Real vaqt rejimida katta hajmdagi ma'lumotlarni ishlab chiqaradi, ularni naqshlarni aniqlash, ishlashni optimallashtirish va anomaliyalarni aniqlash uchun graflar yordamida tahlil qilish mumkin. Bu keng ko'lamli IoT tarqatilishini boshqarish uchun muhimdir.

Avtonom transport vositalari: graflar avtonom transport vositalari atrofidagi Real vaqtda muhitni modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin, bu ularga xavfsiz va samarali harakat qilish imkonini beradi. Buning uchun sensorlar va boshqa manbalardan Real vaqtda ma'lumotlarni talab qiladi, ularni graf algoritmlari yordamida qayta ishlash mumkin.

Kasalliklarni kuzatish: graflar yuqumli kasalliklar tarqalishini real vaqt rejimida modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin, bu sog'liqni saqlash xodimlariga epidemiyalarni aniqlash va samarali saqlash strategiyasini amalga oshirishga imkon beradi. Bu pandemiya yoki boshqa sog'liqni saqlash favqulodda vaziyatlarda ayniqsa muhimdir.

Haqiqiy dunyodagi graflarning eng yaxshi namunasi-Facebook. Facebook-dagi har bir kishi tugun bo‘lib, qirralar orqali ulanadi. Shunday qilib, A B ning do‘sti, B C ning do‘sti va hokazo.

Graflarning afzalliklari:

Murakkab ma’lumotlarni taqdim etish: graflar murakkab ma’lumotlarni taqdim etishning samarali vositasidir, ayniqsa ma’lumotlar nuqtalari o‘rtasidagi munosabatlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri bo‘lmasa. Ular boshqa usullar bilan ko‘rish qiyin bo‘lishi mumkin bo‘lgan naqshlar, tendentsiyalar va g‘oyalarni aniqlashga yordam beradi.

Ma’lumotlarni samarali qayta ishlash: graflarni graf ma’lumotlar tuzilmalari bilan ishlash uchun maxsus ishlab chiqilgan graf algoritmlar yordamida samarali qayta ishlash mumkin. Bu katta ma’lumotlar to‘plamlari bilan murakkab operatsiyalarni tez va samarali bajarishga imkon beradi.

Tarmoq tahlili: graflar odatda tarmoq tahlilida shaxslar yoki tashkilotlar o‘rtasidagi munosabatlarni o‘rganish va tarmoqdagi muhim tugunlar va qirralarni aniqlash uchun ishlatiladi. Bu ijtimoiy fanlar, biznes va marketing kabi turli sohalarda foydalidir.

Yo‘lni qidirish: graflar yordamida kompyuter fanlari, logistika va transportni rejalashtirishda keng tarqalgan muammo bo‘lgan ikki nuqta orasidagi eng qisqa yo‘lni topish mumkin.

Vizualizatsiya: graf yuqori ko‘rinishga ega bo‘lib, murakkab ma’lumotlar va munosabatlarni aniq va ixcham shaklda uzatishni osonlashtiradi. Bu ularni taqdimotlar, hisobotlar va ma’lumotlarni tahlil qilish uchun foydali qiladi.

Mashinani o‘rganish: graflar mashinani o‘rganishda o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi murakkab munosabatlarni modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin, masalan, tavsiya qilish tizimlari yoki firibgarlikni aniqlash.

Veb-sahifalar World Wide web-ning tepalari deb nomlanadi. Aytaylik, a sahifasidan b sahifasiga chekka bo‘lishi mumkin bo‘lgan havola mavjud. ushbu ilova yo‘naltirilgan grafning rasmidir.

Grafning kamchiliklari:

Cheklangan vakillik: graflar faqat ob’ektlar o‘rtasidagi munosabatlarni aks ettirishi mumkin, ularning xususiyatlari yoki atributlari emas. Bu shuni anglatadiki, ma’lumotlarni to‘liq tushunish uchun grafni qo‘shimcha ma’lumotlar bilan to‘ldirish kerak bo‘lishi mumkin.

Izohlashning murakkabligi: graflarni talqin qilish qiyin bo‘lishi mumkin, ayniqsa ular katta yoki murakkab bo‘lsa. Bu ma’lumotlardan mazmunli ma’lumotlarni olishni qiyinlashtirishi mumkin va ilg‘or tahliliy usullar yoki mavzu bo‘yicha bilimlarni talab qilishi mumkin.

Miqyoslilik muammolari: grafdagi tugunlar va qirralarning soni oshgani sayin, uni tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan ishlov berish vaqti va xotira hajmi ham oshadi. Bu katta yoki murakkab graflar bilan ishlashni qiyinlashtirishi mumkin.

Ma’lumotlar sifati bilan bog‘liq muammolar: graflar ular asoslangan ma’lumotlar kabi yaxshi va agar ma’lumotlar to‘liq bo‘lmasa, qarama-qarshi yoki noto‘g‘ri bo‘lsa, graf ob’ektlar o‘rtasidagi munosabatlarni noto‘g‘ri aks ettirishi mumkin.

Standartlashtirishning etishmasligi: har xil turdagi jadvallar mavjud va ularning har biri o‘zining kuchli va zaif tomonlariga ega. Bu turli manbalardan olingan graflarni taqqoslashni yoki ma’lum bir tahlil uchun eng yaxshi graf turini tanlashni qiyinlashtirishi mumkin.

Maxfiylik masalalari: jadvallar jismoniy shaxslar yoki tashkilotlar haqidagi maxfiy ma’lumotlarni oshkor qilishi mumkin, bu maxfiylik bilan bog‘liq muammolarni keltirib chiqarishi mumkin, ayniqsa ijtimoiy tarmoqlarni tahlil qilish yoki marketing paytida.

Mavzu yuzasidan savollar

1. Graf ma'lumotlar tuzilmasi nima
2. Grafning asosiy komponentlari
3. Graf turlari
4. Graflarning asosiy xususiyatlari
5. Graflarning hayotta qo'llanishi