

گراف:

بFS، DFS، بحث شسگ را ف بھاٹا

: کراں تال و پریم و سولس MST

لکھا تھرین میں ہم بیدا در را ف فنل دیر : بہمن فوری - دیسٹر (کھسترا) -

لکھا تھرین میں ہر دروس : خلوید - بیہتہ متریب - جانسون

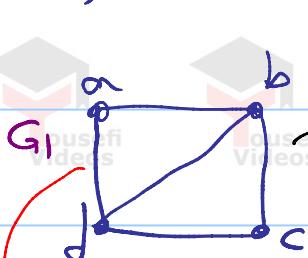
سما ریتینہ : مفرد فو نلدرعن - ادمونز کارپ

گراف : ارز تعدادی نقطہ (یال) و پارہ خط (یال) تجھیں تندہ

۱- ماتریس مجاہری : $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$

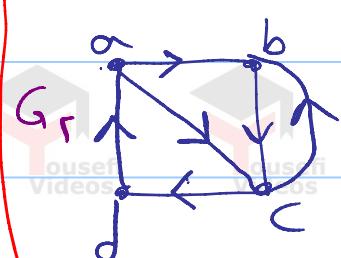
جھبڈر عن جھبڈر

۲- لسٹ مجاہری : L



$$A = \begin{bmatrix} a & b & c & d \\ a & 0 & 1 & 0 & 1 \\ b & 1 & 0 & 1 & 1 \\ c & 0 & 1 & 0 & 1 \\ d & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} a & b \\ b & a \end{bmatrix}$$



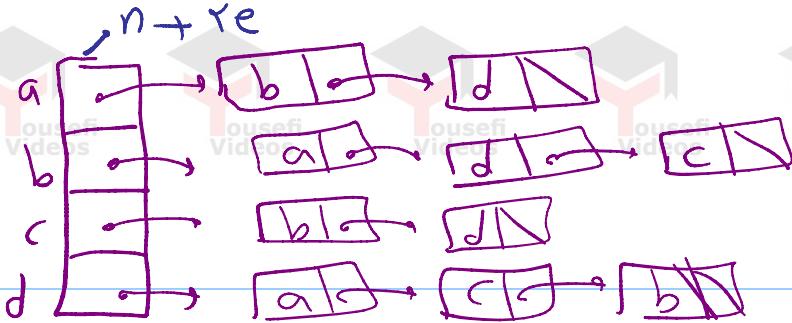
$$A = \begin{bmatrix} a & b & c & d \\ a & 0 & 1 & 1 & 0 \\ b & 0 & 0 & 1 & 0 \\ c & 0 & 0 & 0 & 1 \\ d & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

بظول K

در اسی همار A تعداد میکریں دروس را تحلیل کر دهند

میکریں از طبق میکریں : abab, adab, abdb, abcba, dcba

G_1 :



$$\begin{aligned} G_2 &: \begin{matrix} a : b, c \\ b : c \\ c : b, d \\ d : a \end{matrix} \end{aligned}$$

حافظه ماتریس مبارکی $\Theta(n^2)$ ایسے. حافظه لایت میادری عنصری دوڑھا دی رہے ہیں

وہی خیلی بڑا طالع $n+e$ کے لئے $\Theta(n+e)$ ایسے نہیں، بلکہ $n+e$ کے لئے $\Theta(n^2)$ کے لئے

حوالہ: حافظہ مصروفی ماتریس پر لائے کو اگر بھٹاؤ؟

$$e \leq \binom{n}{r} = \frac{n(n-1)}{r}$$

حل: ترا فاٹھلوں $e \in \Theta(n)$ (مبارکہ)

ترا فاٹے کے جمع در $e \leq n(n-1)$ $e \in \Theta(n^2)$: $e \in \Theta(n)$ (مکمل مجموع)

$$n-1 \leq e \leq \frac{n(n-1)}{r}$$

$$n-1 \leq e \leq n(n-1)$$

$$\begin{aligned} \Theta(n) &\stackrel{\text{جواب}}{\Rightarrow} \Theta(n+e) \\ &\stackrel{\text{متوجہ}}{\Rightarrow} \Theta(n) \end{aligned}$$

حوالہ: می خواہیم برکت نہیں رہوں (نہ باہم مبارکہ متنبہ دیا صد در ماتریس دلیے از صورتی رکھیں)

$$\Theta(\deg(i))$$

دلیے

$$\Theta(n) \quad \text{حل: ماتریس } (\mathbf{A})$$

حوالہ: عرض خواہیم ہے رہوں مبارکہ راس? را جا کر ستم، ماتریس دلیے ارجیح بھیہ رکھیں؟

$$\Theta(\deg(i))$$

$$\Theta(n) \quad \text{حل: ماتریس } (\mathbf{A})$$

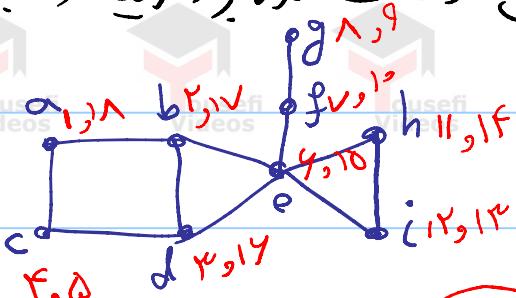
بازگشتی (پتہ) مختصر تراف : عجی (DFS)

عرضی (BFS) سطحی (DFS Breadth)

از یک راس شروع کن کلی از رئوس مجاور آن را ملاقات کن تا حال هنین عمل

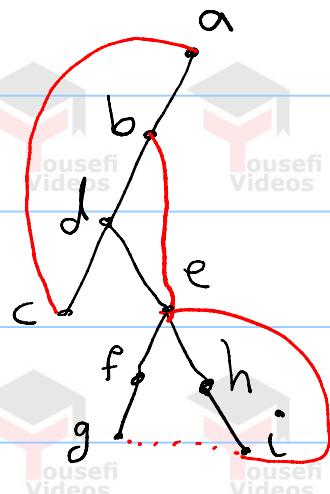
ردیابی در جهاد اندیشه آن را بین بسته رسانید که برای رسیدن اهداف وجود

نماید. بین بسته رسانید که مجاورین ملات بسته بودند یک مرحله بیکعب



درخت پوستار (فرانسیس)

DFS: حملہ



$\rightarrow abdc\text{efghi}$

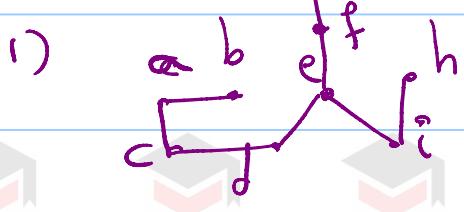
عجی =

۱) feichdcabg

۲) ebdcacfg

X۳) abcdefghi

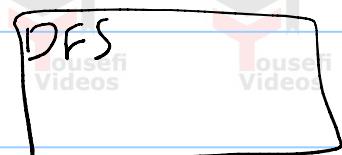
۴) abeihdcfg



نتیجہ: بین مختصر تراف عنصر تجدید ریالیتی همیشہ جیسا نظر دارد.

$$d(x) : (x \quad f(x) : x)$$

نکتہ: با این ترتیب درخت بزرگتر



abcdcfg



(a(b(ee)b)(dd)a)(c(f(gg)f)c)

انواع کل: در درخت ۴ نوع کل وجود دارد. که با توجه به ترتیب پیش فروخت می شوند.

tree edge: ab, be, ad, cf, fg
مخصوص رکوند

back edge (پس سوچنے کے ea)

forward - eg (پیش سوچنے کے)

Cross (چھپ سوچنے کے) - صفر بردار - عبور - عبور

سوال: آئی درخت کے حد اقصیٰ کے طبق درخت میں کیا کامیابی ممکن ہے؟



جز خارج

a b c

نتیجہ: سطر لارمود کا میں برداشت نہ کر فرمایا قد سیل باند ان کے سیل کے کامیابی ممکن ہے۔ back

time

Mousefi
Videos

time

discovery time (d)

finish time (f)

$$1 \leq d(x) < f(x) \leq 2n$$

نکتہ: برہر راس x، y، z، طالے زم وہو دد رہا:

$$(d(z) < d(y) < f(y) < f(z)) \Leftrightarrow \text{رجیل خالص ایسا ہے}$$

اسے کوئی

$$\text{کوئی } x > y \Leftrightarrow d(y) < d(x) < f(x) < f(y) \quad (1)$$

$$\text{کوئی } y > z \Leftrightarrow [d(z), f(z)] \cap [d(y), f(y)] = \emptyset \quad (2)$$

کوئی بین x، y، z، کوئی cross جل

$$d(z) < f(z) < d(y) < f(y) \rightarrow \text{کوئی cross جل} (y, z) \text{ کوئی}$$

$$d(y) < f(y) < d(z) < f(z) \rightarrow \dots \dots \dots (z, y) \text{ کوئی}$$

$$d(x) < d(y) < f(x) < f(y)$$

([])

DFS(G)

```

{for (each u ∈ V) {color[u] = WHITE ; π[u] = NIL}
time = 0;
for(each u ∈ V )if (color [u]= WHITE ) DFS VISIT(u);}

```

DFS_VISIT(u)

```

{color[u] = GRAY; time = time + \; d[u] = time;
for (each v ∈ Adj[u]) if (color[v] == WHITE) {π[v] = u ; DFS_VISIT(v) ;
color[u] = BLACK; time = time + \; f[u] = time ;}

```

نکتہ : هندام یا ملائش عقہ نفعی یا ل (L,L) را میتوارم سئنس پر راد.

اگر رنڈ پر سینڈ بائسٹری ہو جائے پھر ملائم سے نو دس ماں (y, x) (رضیٰ گلزار)

اُنہر رنڈ پر خاکہ مر مانڈیں گے اُن (y) دیس سو (back) کے۔

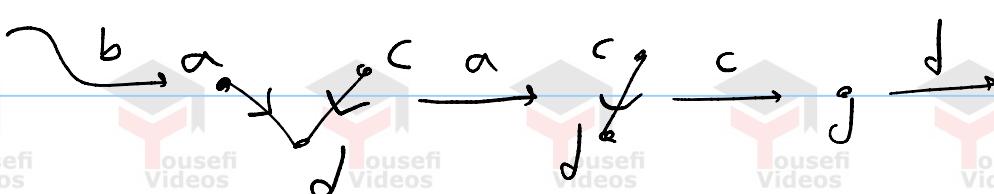
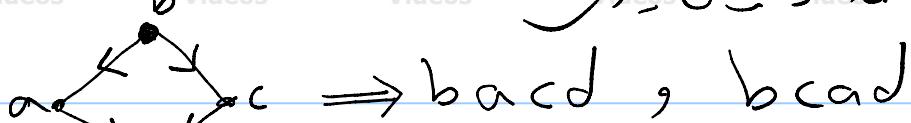
آخر تکمیل مادر آنداه ($y > x$) که درس یا فوروارد کمال آندر
وآخر ($x < y$) که درس سو و آخر ($x > y$) که درس کمال فوروارد است.

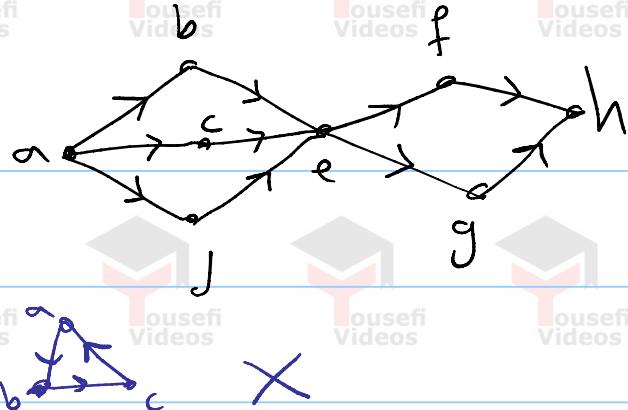
کاربرد های یکه ترمعق

١- تَرِيْبَتْ تُوْبُرْ لُورْلِي ٢- مُولِفَهارِسَلْ مُوْر ٣- نَفَطْ اِنْتِعَال

تریست کوچک لورڈیک : درایاف حجج دار بودن سینگل dag : directed acyclic graph

رتوس گراف، امریکا نے صورت میں یہ رز



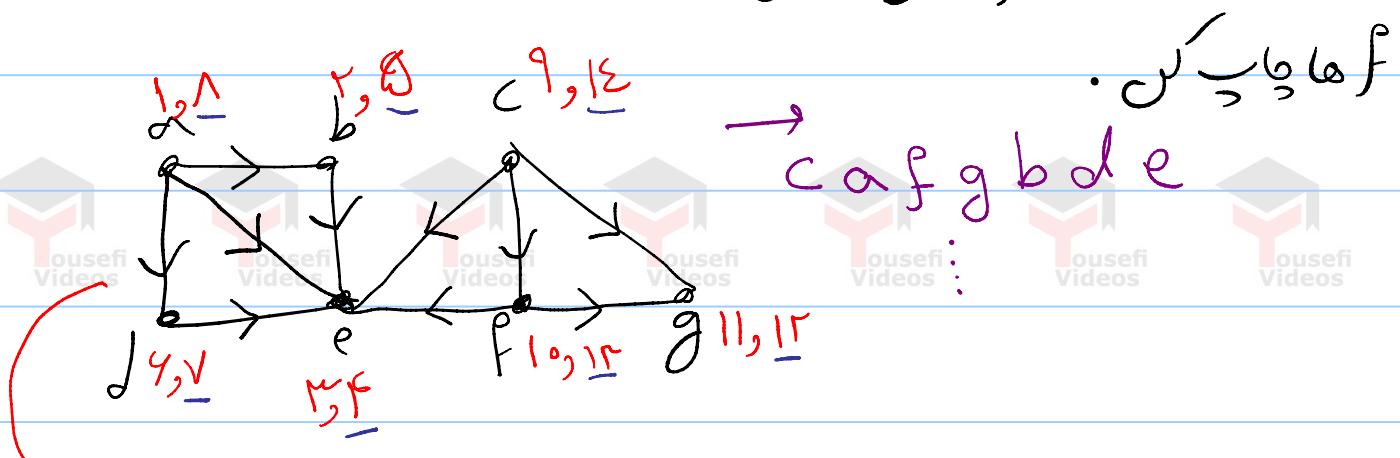


$$a [b \underline{c} \underline{d}] e [\underline{f} \underline{g}] h$$

$\times 2! \times 2! = 12$



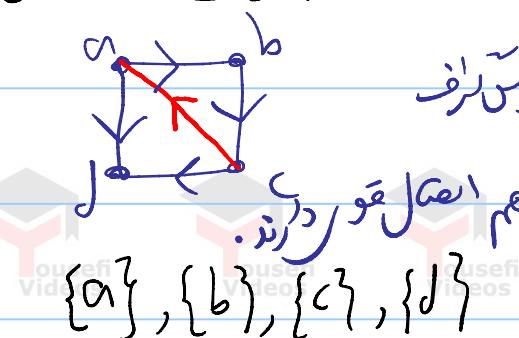
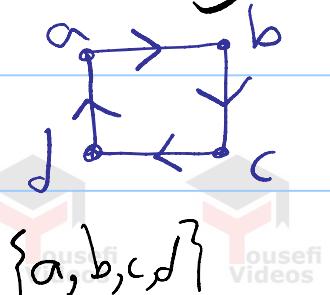
* باری مانن یک ترتیب توبوگرافی در را در اینجا به ترتیب دلخواه یعنی ترتیب اجرا کر، f را برای هر اس سبت کن سپس روش راه ترتیب نزدیکی



c f g a d b e

۲- مولفه های مصلقه مصلقه مکرر دار

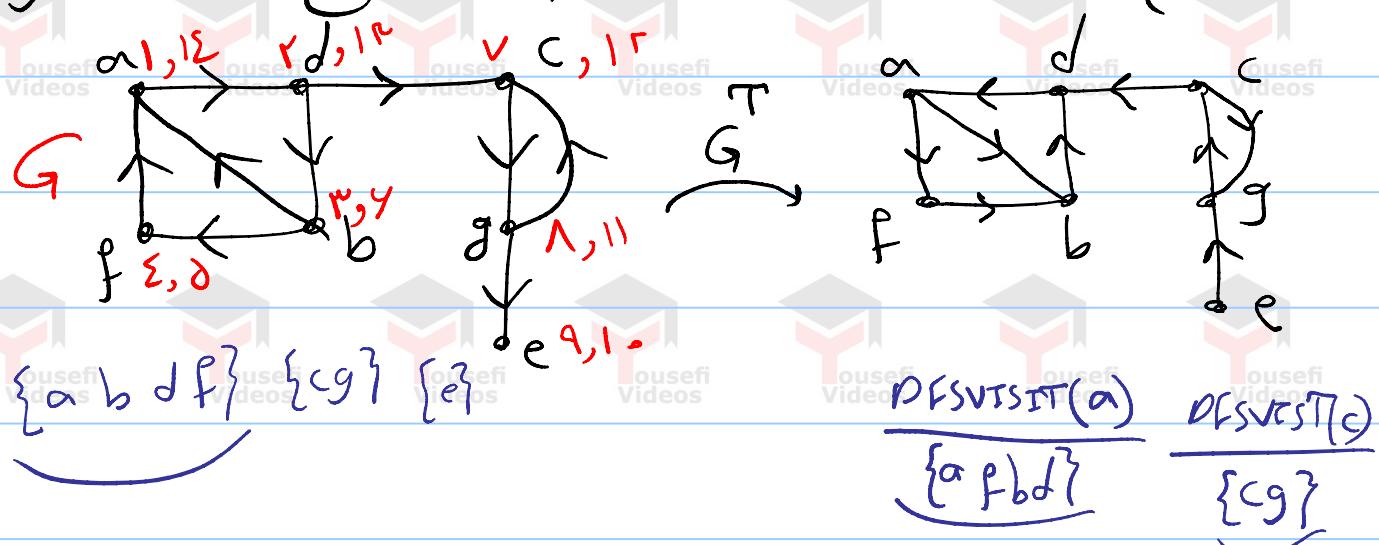
گراف حمیب داری را مصلقه کویند که از هر یک یا چند نویس تا مصلقه باشد.



مولفه های مصلقه افراز نتوانند

بنابراین $\{a, b, c\}, \{d\}$

* در ریاضیات و لغتی هر مسئله قدر در کرافت یک ترکیب بهم ترتیب دلخواه این آنست
و f, d, c, b, a, e, g را در ترتیب f, d, c, b, a, g, e نمایم. صعب ترکیب f با a است
لئن حال در کرافت جدید d, c, b, a, g, e نمایم این باره ترتیب ترتیب f است.
لئن a, b, d, f میتوانند طرف اخذ شون c, g, e, g, a, b, d, f را میتوانند طرف اخذ شون.



DFSVISIT-(a)
{a, f, b, d}

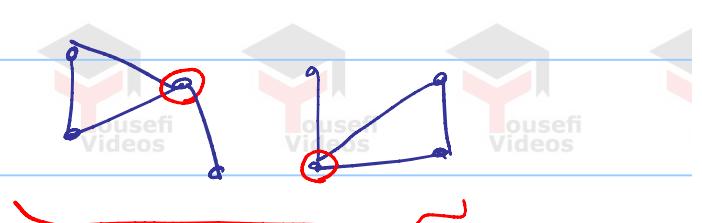
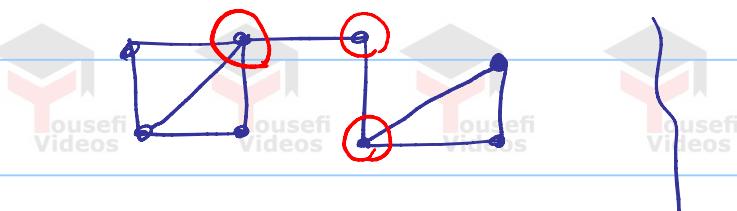
DFSVST-(c)
{c, g}

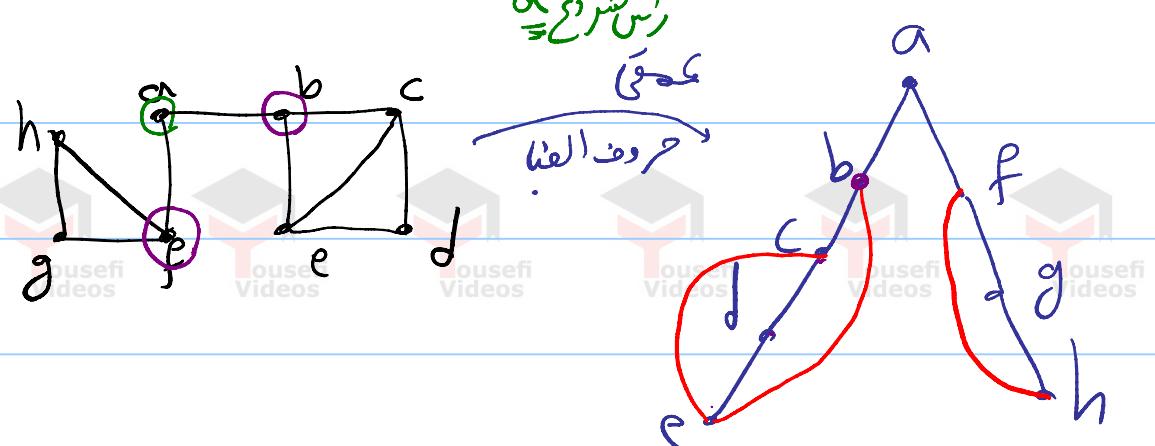
DFSVT-(e)
{e}

۳- نقطه انتقال articulation point در کرافت عنجهندر

نقطه انتقال (کارهای حرکتی) ممکن نباشند اگر کرافت میگردد.

حرکت آن را میتوان برآورد نکرد، تعداد مولفه ها بسته شود.





راس شروع در جمله حاصل آن در جای از لست برآورد یعنی انتقال فرمی.

راس شروع یعنی بشرطی انتقال اسے که و مزید نباید باشد؛ ز

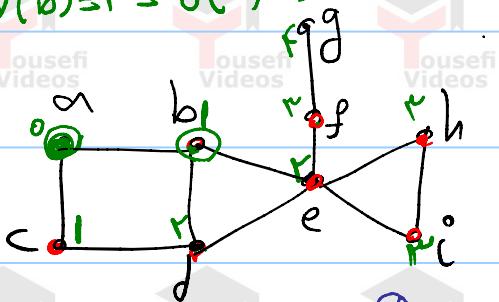
با اینواده هر رز به اجرای مخفی λ نباشد.



BFS برای سطح

ارسی، راس شروع کن و مجموعه حاوی را امداد سے کن مارهیں علی را

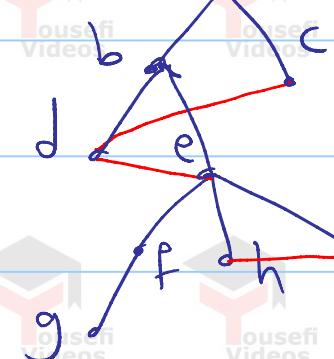
$$d(b)=1 = \delta(a, b)$$



هر سرمهای سندی دیر است بدینجا ابتدا مجهد

$\rightarrow abcdefhig$

a : b, c
b : a, d, e
c : a, d
d :
e :
f :
g :
h :
i :



پس از پنجمین موردنادرد.

ترفید.

۱) fegihdabc
۲) edihbfcag
۳) bacdefcicihg

۴) acbedfhig



نتیجہ: کاربر (اصلی) یعنی ترسیطی یا ختن نو تاہtron میں ہمار ہم میدا سبب بہی راس لکھ

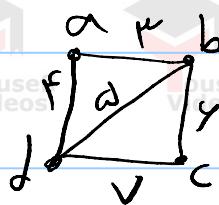
درکاریت بدول ورنے سے

نکاح: محتوا لے کر اسے ترسیطی دو جنی بودل ترکفرا سکھنے والا۔

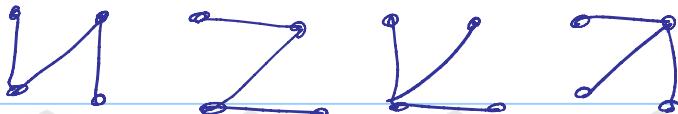
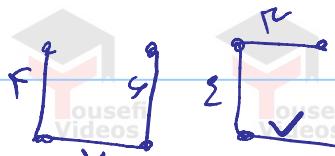
Min Spanning Tree (MST)

دخت بوسار کینه

گراف غیر حمبود، متعال وزن داریم. \leftarrow MST



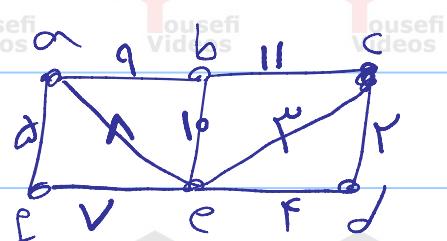
دخت بوسار



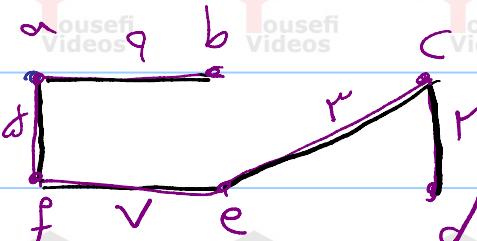
کراسکال - ریم سولین (بروفدا)

کراسکال یا همراه از سبدترین و نیز اثبات کن (حریعنم) فقط با اثبات مریل

حواله ای نه سیر تجدید نه آورت می شود اگر باشد



MST



$\{cd\}, \{ce\}, \{de\}, \{af\}, \{fe\}, \{ae\}, \{ab\}, \{be\}, \{bc\}$

وزنی = ۴۴

$\{af\} \quad \{eb\} \quad \{cf\} \quad \{dh\} \quad \{eg\} \quad \{fj\}$

$\{c, d, f\}$

$\{c, d, e, f\} \quad \{a, f\}$

$\{b, c, d, e, a, f\} \quad \{c, d, e, a, f\}$

$$A = \{\}$$

Sort E increasing order

e. lge

for (each vertex v)
makeset(v);

+
n

e. d(n)

for (each edge (u, v) from sorted ordered)

if (Find(u) ≠ Find(v))

{
A = A ∪ {(u, v)}

union(u, v)

}

return A;

$$O(e \lg e + n + e \cdot \alpha) = O(e \lg e) = O(e \lg n)$$

$$\Theta(n) \leq e \leq \Theta(n^r) \rightarrow \Theta(\lg n) \leq \lg e \leq \Theta(r \lg n)$$

$$\lg e = \Theta(\lg n)$$

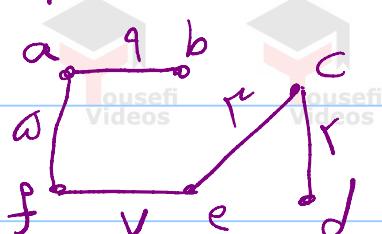
(Prim) مکرر

از کد راں سورج فیلڈ میں رسمی اصطلاح سے میں لند کہ بار اس سورج مجاہر اسے وزنیاں

کہتے اس درجہ بعد رسمی اصطلاح سے رند کہ باحد اقلیاں ازرنوس ملا جاتے ہوں۔

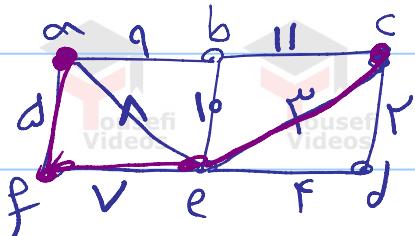
مجاور اسے وزنیاں لینیاں سے بھین ترتیب، هر طبقہ کی رسمی دفعہ ملا جاتے

prim(a)



مرحود

\rightarrow ترتیب بخ



PRIM(G, W, r)

for (each $u \in V$)

{key[u] = ∞ ; $\pi[u] = \text{NIL}$ }

key[r] = 0 , $Q = V$; $\rightarrow O(n)$

while ($Q \neq \emptyset$) \rightarrow !n

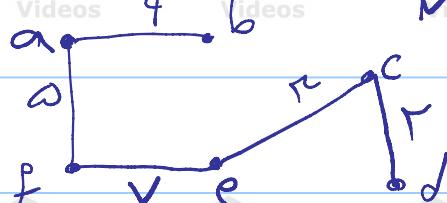
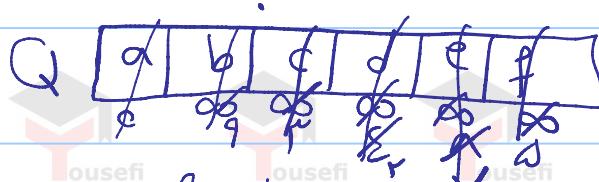
{ $u = \text{EXTRACT-MIN}(Q)$ }

for (each $v \in \text{Adj}[u]$) \rightarrow !n

if ($v \in Q$ and $w(u, v) < \text{key}[v]$)

{ $\pi[v] = u$; $\text{key}[v] = w(u, v)$ }

lg n decrease



n.lgn

$O(n + n \lg n + eln)$

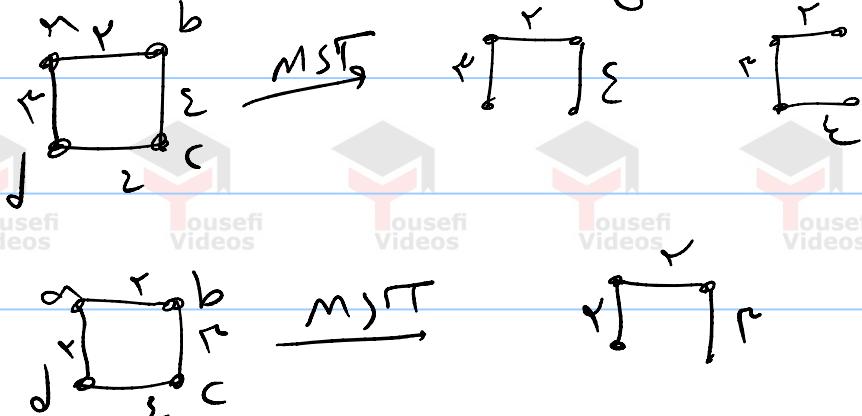
$a \rightarrow \dots =$
 $b \rightarrow \dots =$
 $c \rightarrow \dots =$
 $d \rightarrow \dots =$

e.lgn

$O(eln)$

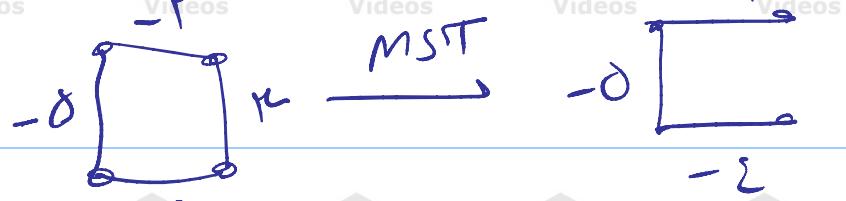
* آنرصف اولویت با هر کمینه با یعنی ساخته شود آنها مرتبه بود
 (نحو) نه با کل هم مرتبه نیست. آنرا با هر کمینه قبیلاً ای
 ساخته شود آنها مرتبه بود ای.

* آنروزن بالا تخلیخ باشند آنها MST منحصر به مرد اس و نه کل و بعزم
 درخت تکیاں توسلی کند. ولی آنروزن هاریکار فیور داشته باشند
 آنها همچنان ساختن MST داشته باشند سرمهی ای ریتم
 درخت هر مقداری توسعه کنند که لب هر زینه دیگران داشته باشند

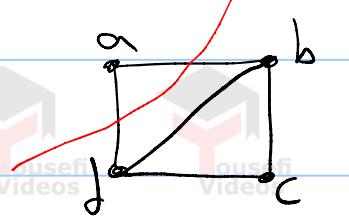


* آنروزن هم بالا هارا باید دفعه نیم یا درین عرضه ای قدر بگیرند
 MST عوض نمی شود.

* آنروزن بالا نباشند و برقرار رفع برند MST عوض نمی شود
 * آنروزن بالا بسیار مرد برند MST عوض نمی شود



Cut: افزایش توشیخ را به دنبال می‌کنیم $(S, V-S)$



$$V = \{a, b, c, d\}$$

$$C_1: (\{a\}, \{b, c, d\})$$

$$(\{a, b\}, \{c, d\})$$

$$(\{b\}, \{a, c, d\})$$

$$(\{c, d\}, \{a, b\})$$

$$(\{c\}, \{a, b, d\})$$

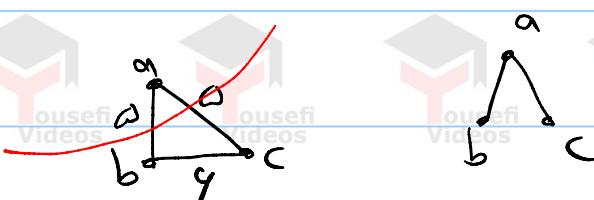
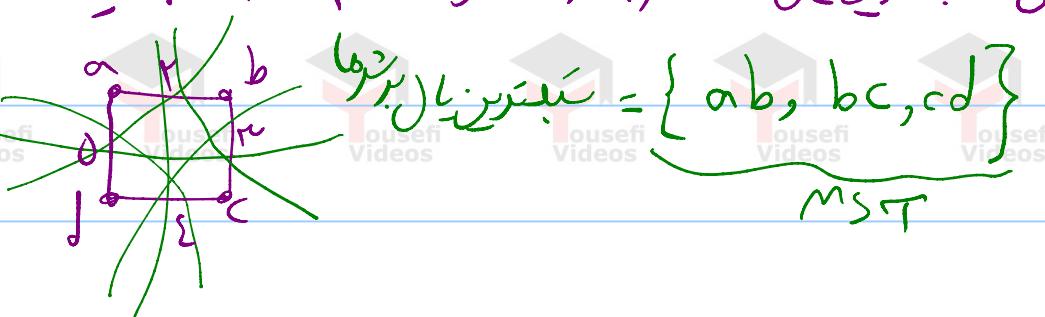
$$(\{a, d\}, \{b, c\})$$

$$(\{d\}, \{a, b, c\})$$

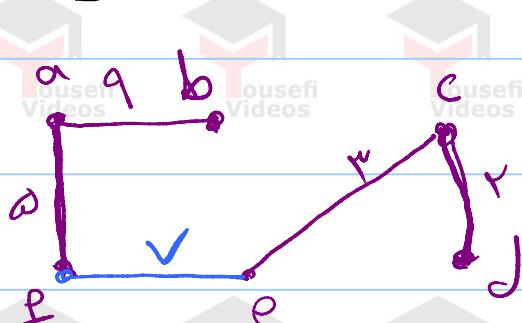
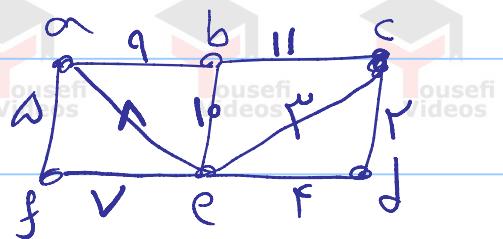
$n-1$

-1

* اگر در هر یکی از مجموعه های زیر باشد \leftarrow مجموعه مینیممی MST



سوال (بروفکا): الگوریتم اسبر را فن MST



به روش سید عین کمال مصلح تا اینجا بود:

مروج (a,f) , (b,a) (c,d) , (d,c) , (e,c) , (f,g)

$\{(a,f), (b,a)\}$ $\{(c,d), (e,c)\}$
 $\{(f,g)\}$ $\{(e,f)\}$

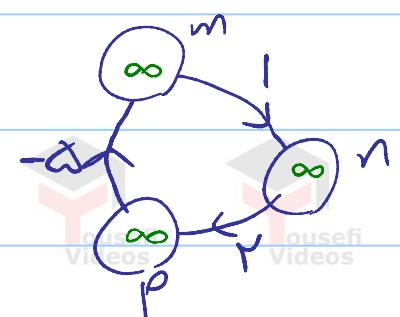
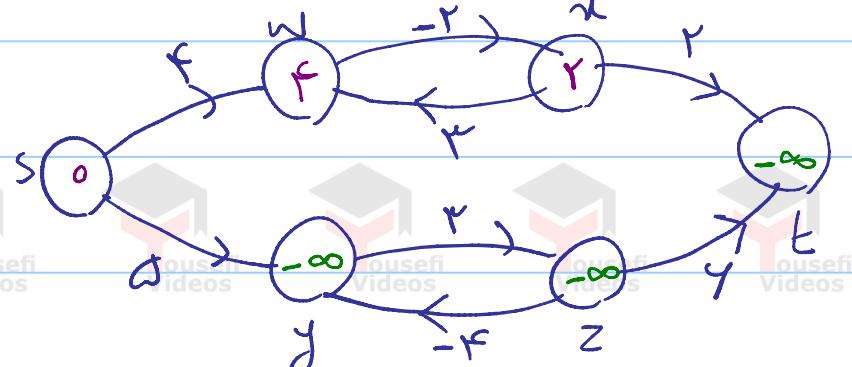
دسته سوال

$O(e \cdot \lg n)$



یافتن کوتاهترین مسیر از یک منبع

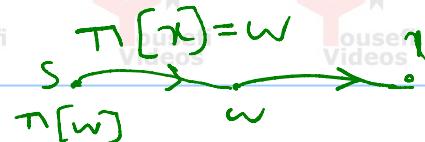
در گراف همچنانه وزن در نسبت به یک رسم کوچک می‌شود و خواهیم داشت



d	s	w	y	x	z	t	m	n	p
	0	∞							

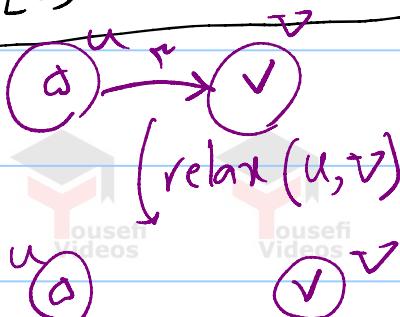
$$d[y] = \delta(s, y)$$

π	s	w	y	x	z	t	m	n	p
	nil	s	nil	w	nil	m	nil	nil	-



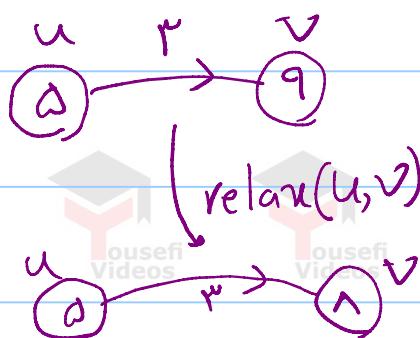
$\delta(s, y) = \infty$ است اما $d[y] < \infty$ است، بنابراین $d[y] = \delta(s, y)$

```
init(s)
for (each vertex v)
    {  $d[v] = \infty$ 
       $\pi[v] = \text{nil}$ 
    }
   $d[s] = 0$ 
```



$\text{relax}(u, v)$

```
if ( $d[v] > d[u] + w(u, v)$ )
  {  $d[v] = d[u] + w(u, v)$ 
     $\pi[v] = u$ 
  }
```



بان مورد : بر هر گراف جهت داری که با وزن منفی و ممکن با وزن شبکه

جوبیته و سعیل منفی روئه رزس د فیل دسترسی اسے و فهمه

و املاک او لند. ۱-۱ بار و هر بار همه یالها را به ترتیب دلخواه

init(s) \rightarrow n . می کند relax

for ($i=1$ to $n-1$) $+ n.e$

for (each edge (u,v))
relax(u,v);

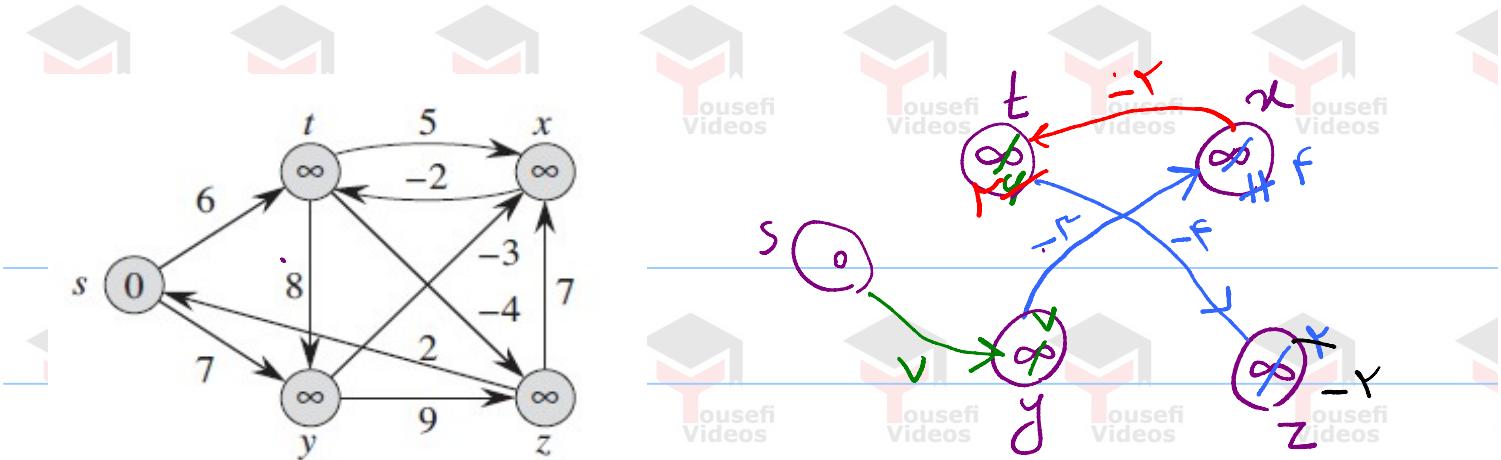
for (each edge (u,v)) $\rightarrow e$

if ($d[v] > d[u] + w(u,v)$)

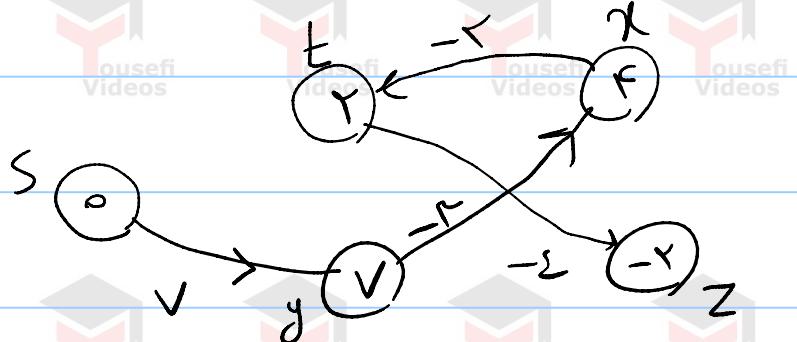
return False;

$O(n.e)$

return True;



$t\pi, ty, tz, xt, y\pi, yz, zx, zs, st, sy$

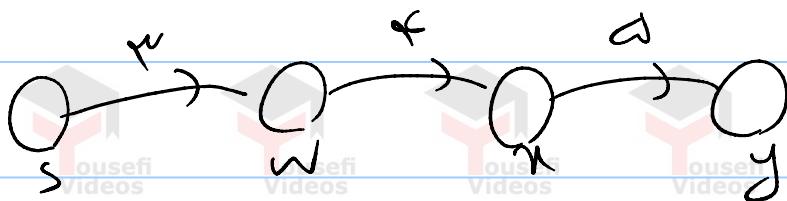


* در کوچترین مسافتین در راس هیگر باید باشند

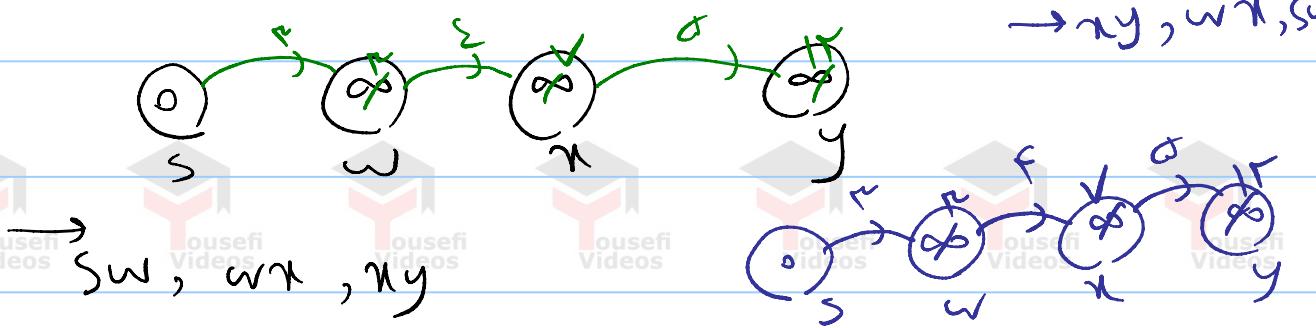


در ادامه نمایم که (x+y) y < x است، در کوچترین مسافتی، در اینجا از عبارت $x+y$ برای عبارت x استفاده شود.

نحوه اثبات:



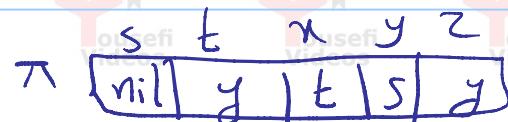
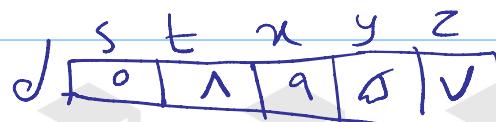
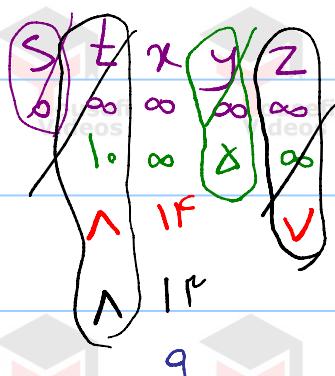
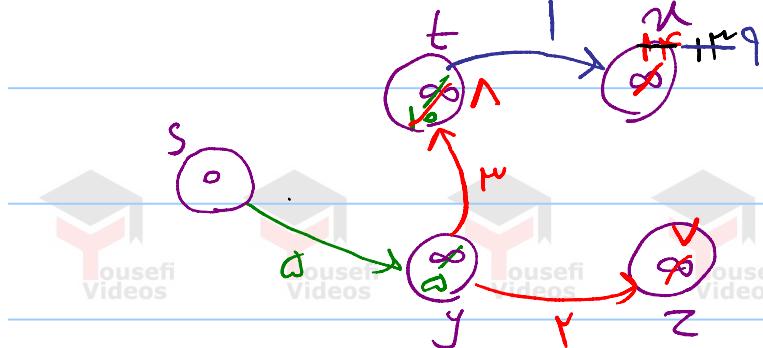
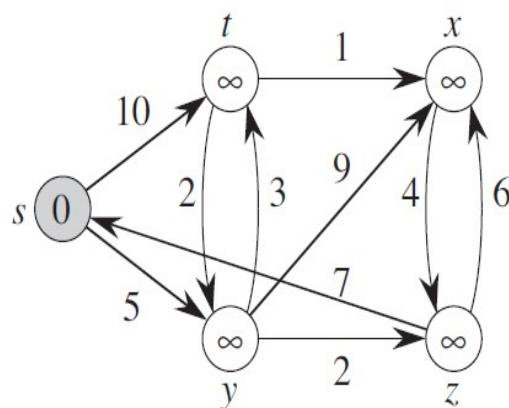
$\rightarrow xy, w\pi, sw$



دایکسترا (Dijkstra) - دیکسترا

برای درج محدود زدن منفی. دایکسترا همیا از قاعده دلار را برگزیند.

وله این بار نظم دارد. به ترتیب از تم بزرگ. به مردم کم سمع نسبت دارد (نحو) صفر سایرین بی نهایت هستند و تو سر اور رید صفت او را داشتند. و به ترتیب منضم را رصف حفظ کنند و خود جی هار آن را اخراج کنند و کوچک کرده خواهند شد (یاد رسان صفت کنند).



دایکسترا میتواند بسیار سریع باشد



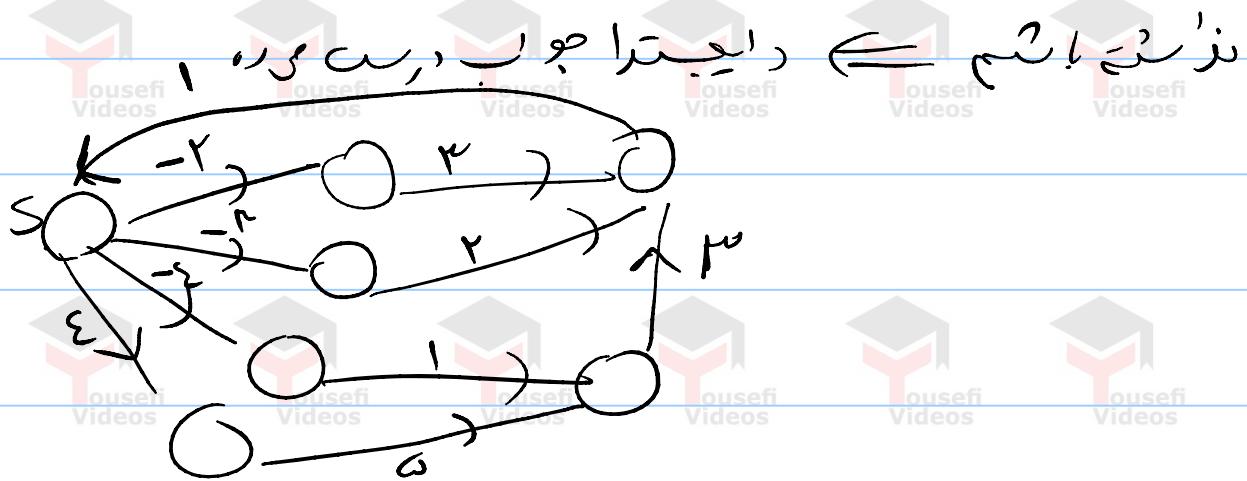
$O(n \times \text{extractmin} + e \times \text{decreasekey})$ میتواند دایکسترا میتواند بسیار سریع باشد

fibonacci heap
fibonacci binary heap

binary heap
fibonacci heap

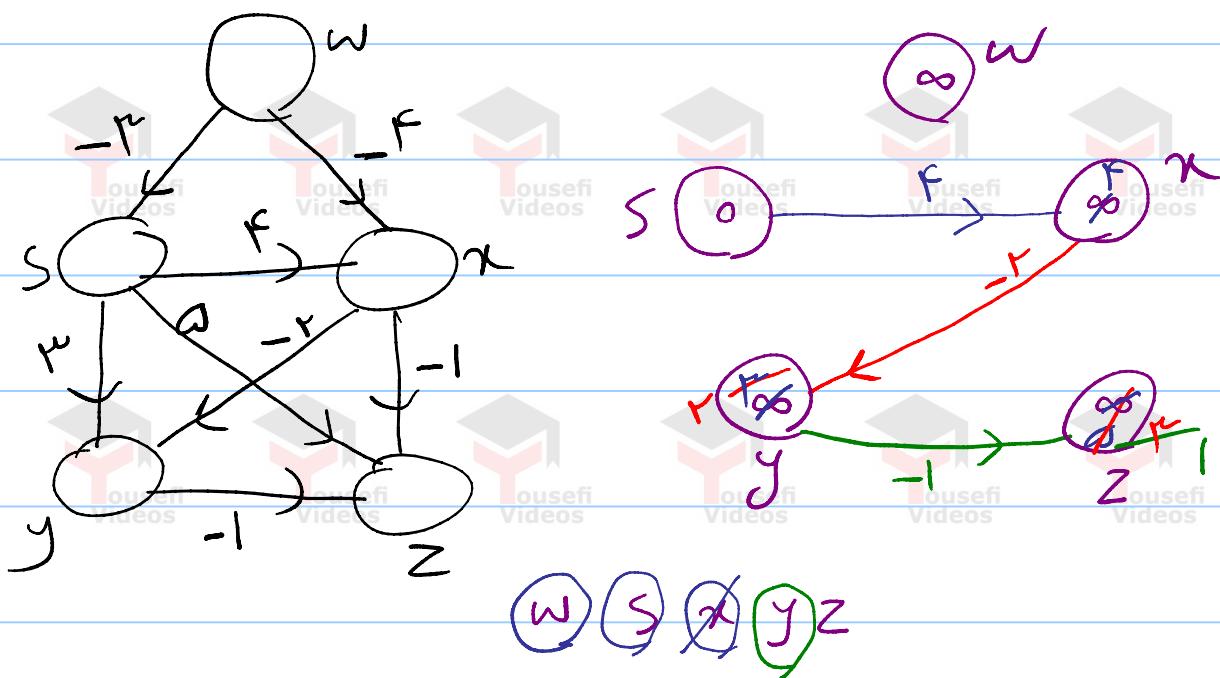
fibonacci heap

* آگر نقطہ برشی یا لہار خرید جی از دی مفتی با سند و سایہ کے ساتھ مبتدا ہو تو دوسرے سفر



* یا فتن کو تائید کرنے کے لئے ہم مبادرات dag کو دیکھ دیں

دیکھو میں مبتدا ہوں گے اور اسے relax کیا جائے۔ بہترین ترتیب dag کو دیکھو



تاً آنکو، ستمهای رهایانه‌ی فهم پس‌فرض رک‌لست مبارزه اجرایی هوند.

زمان اجرایی علیه اندازه حافظه تخصیص را، مگهه به اینهاست. $O(DFS, BFS)$

$O(n^2)$ در لست مبارزه $O(n+e)$.

DFS: بترتیب توالی‌یاری - مولفه‌های متعلّق قدر - نقاط اتفاقی - تخصیص بعد از رفاقت

تخصیص وجود سلسله‌ی ماضی می‌شود - دوینکی بودن

BFS: نقاط کوچک‌ترین میزان نسبت به اندیابا در رفاقت بدل وزن - تخصیص دیگر

موده رفاقت - تخصیص پیش رفاقت

محلین
 $O(e.lgn)$

معم
لست مبارزه
 $O(n \times \text{extractmin} + \text{exdelekey})$

کرانیل : MST
 $O(e.lge) = O(e.lgn)$

binary minheap
 $O(e.lgn)$

Fibonimheap
 $O(e+n.lgn)$

مسازی مبارزه
 $O(n^2)$

ملوو $e \in O(n)$

متراکم $e \in \Theta(n^2)$

پس از $O(e+n) = O(e)$

نامهنهای توانمندی های سعی ها هم میدارد، تراویت حسب در، وزن دار

Dag

$O(n^2)$ (صیغه اصلی)

دایستدا

(مینیمومیزیزیشن)

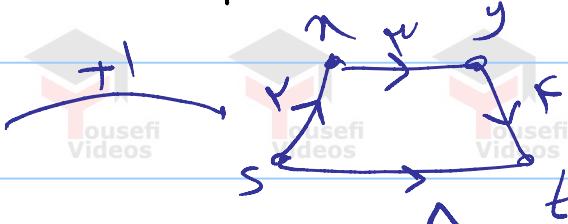
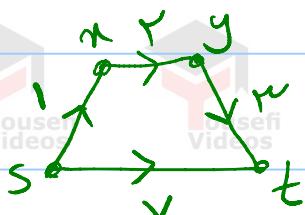
$O(n.e)$

لین فور

مانیلر (مینیمومیزیسی)

$O(n^3)$

* آگر وزن هایی را که باید عدد تابع جمع کنیم آنها نوکاهنده های سعی های دارند



لذا حفظ می شود؟
ضد

$$\delta(s, t) = \gamma : s \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow t$$

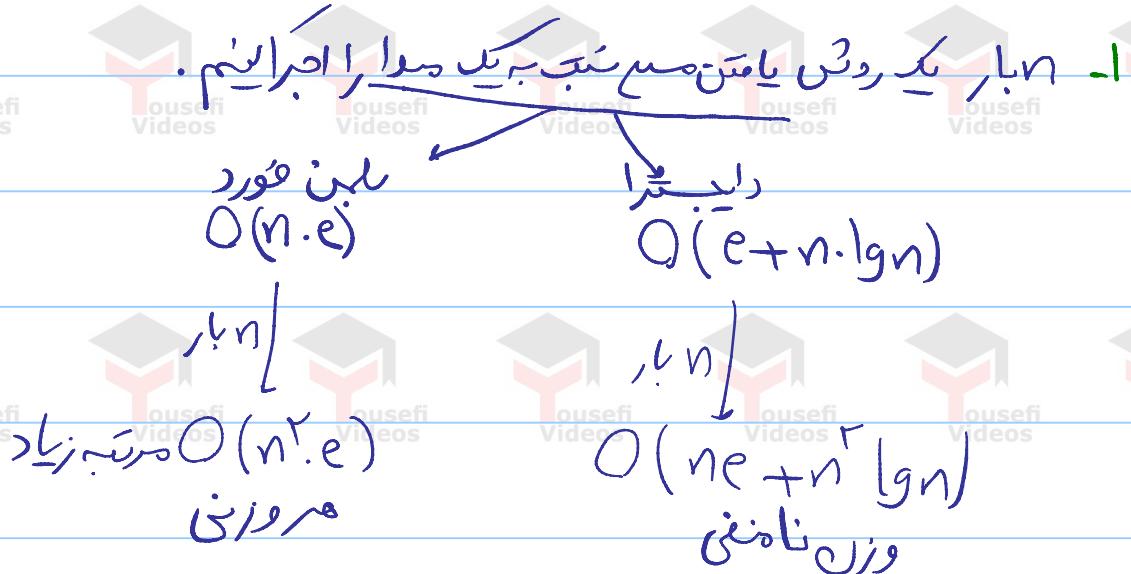
$$\delta(s, t) = \Delta : s \rightarrow t$$

* آگر وزن هایی را در یک عدد مینیموم کنیم آنها نوکاهنده های سعی های دارند

لذا حفظ می شود
(در این صورت مقتطعیت ندارد)

یافتن کوتاهترین مسیرین هر دو لاس در گراف جهت دار را زیرا ۱)

All pairs shortest path



۲- فلود-وارسال یک روشنایی است.

$i \rightarrow k \rightarrow j$

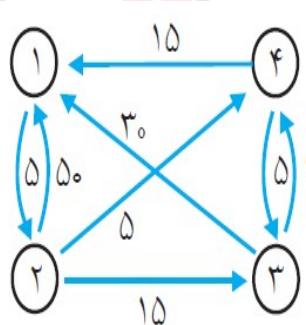
کوتاهترین مسیر \rightarrow اصلی بینی

ماتریس وزن (هزینه) را به عنوان وردر (رایفت) می‌نند

$$W = [w_{ij}]_{n \times n}$$

$$V = \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

$$w_{ij} = \begin{cases} 0 & i=j \\ \text{وزن} & \text{و زیرا} \\ \infty & \text{و زیرا} \end{cases}$$



$$W = \begin{bmatrix} 0 & 10 & \infty & 10 \\ 0 & 0 & 10 & 0 \\ 10 & \infty & 0 & 10 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 10 & 10 \\ 20 & 0 & 10 & 0 \\ 10 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\delta(1, 2) = 10$$

ملوک: ماتریس فرول را
 $V = \{1, 2, \dots, n\}$
 $A^{(0)}, A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(n)}$ می‌نامند وسیب به ترتیب

$A^{(k)}$ بوسیلے ہے کہ $A^{(k-1)}, A^{(k)}, A^{(k+1)}, \dots, A^{(n)}$ جواب ہے۔ امریابو۔

دریں ہر $A^{(k)}$ ایک طور پر کوئی سیدھے رُس کرا وائے هر درجہ کو قدری رہیں

وہ رس مولیم کے آیا میکار، اب زیاد دوڑھ کو تھرین سے یا اپنکے

$$A^{(k)} = [a_{ij}^{(k)}]_{n \times n}$$

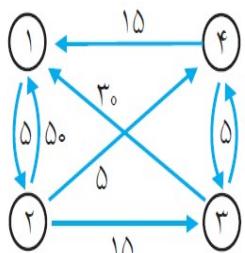
$$A^{(k-1)} = [a_{ij}^{(k-1)}]_{n \times n}$$

کو تھرین میں نہ رُس کے باہر نہیں

$$a_{ij}^{(k)} = \min (a_{ij}^{(k-1)}, a_{ik}^{(k-1)} + a_{kj}^{(k-1)})$$

$$A_{k-1}^{(1)} [i, j] = \min (A_{k-1}^{(1)} [i, j], A_{k-1}^{(1)} [i, k] + A_{k-1}^{(1)} [k, j])$$

$$a_{rr}^{(1)} = \min (a_{rr}^{(0)}, a_{r1}^{(0)} + a_{1r}^{(0)})$$



$$W = A^{(0)} = \begin{bmatrix} 0 & 10 & \infty & \infty \\ 10 & 0 & 10 & 10 \\ \infty & 10 & 0 & 10 \\ \infty & \infty & 10 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A^{(1)} = \begin{bmatrix} 0 & 10 & \infty & \infty \\ 10 & 0 & 10 & 10 \\ 10 & 10 & 0 & 10 \\ 10 & 10 & 10 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



با تو جیسا ترجیح P کو تھرین میں رُس کے تجھے
 کوچھ راستے؟

$$\rightarrow A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A[1..n, 1..n], P[1..n, 1..n]$$

مقدار دلخواه وزنی میتواند باشد

مقدار بین صفر

`printpath(i, j)`

```
for (i=1 to n)
  for (j=1 to n)
    for (k=1 to n)
```

$PP(1, r)$

$PP(j, \Sigma)$

$\Sigma PP(\Sigma, r)$

$PP(r, \Sigma)$

{
if ($P_{ij} \neq 0$) $O(n)$

`printpath(i, Pij)`

`write(Pij)`

`printpath(Pij, j)`

$\Theta(n^r)$

$\{$
 $a_{ij} > a_{ik} + a_{kj}$
 $a_{ij} = a_{ik} + a_{kj}$

$P_{ij} = K$

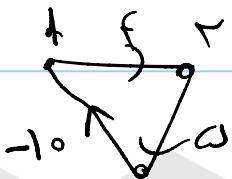
* مکوید با وجود وزن منفی (گراف همی دار) درست کار نمی کند. و آنرا

میتواند با توجه به مقدار وزن منفی.

نک برای حل این مسأله

بلندگان مکوید آن را ایجاد نمایند

و منفی نمایند لیکن گراف سمعی منفی دارد



$$A^{(0)} = \begin{bmatrix} 0 & f & \infty \\ \infty & 0 & \infty \\ -1 & \infty & 0 \end{bmatrix}$$

$$A^{(1)} = \begin{bmatrix} 0 & f & \infty \\ \infty & 0 & \infty \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow A^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 & f & 0 \\ \infty & 0 & \infty \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

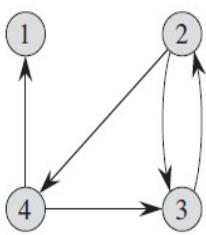
$$A^{(n)} = \begin{bmatrix} -1 & n & 0 \\ -\infty & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

* برگراف غیر حمیبدار ابتدا هر یال را با دو یار جمعه کر جایگزین نماید

یا اهن سبک ترند

یک تراکم حمیبدار مقطعی خواهد بود که نیمین روش مارتین بزرگوار نیز

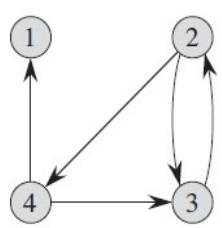
هم و داده دیان



$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$\Theta(n^3)$

* برای این سبک ترند مرتوله یا مهاوزن یک سنت را در وسیل ملوكه و ارائه
را امیده و حال آتدر رئیزی از ریترس بخوبی می شود بعزم از ناچز
صهر وجود نداده دس در این زمان رابه معنی تبدیل نداند آنرا زمان مفهومی
عنوان داریم آن رسم نمایند



$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} \vee (a_{ik}^{(k-1)} \wedge a_{kj}^{(k-1)})$$

معنی این است که مقدار $a_{ij}^{(k)}$ برابر است با مقدار $a_{ij}^{(k-1)}$ یا مقدار $a_{ik}^{(k-1)}$ و $a_{kj}^{(k-1)}$ را داشته باشد.

$$A^{(0)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow A^{(1)} \rightarrow A^{(2)} \rightarrow A^{(3)}$$

$$A^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow A^{(2)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow A^{(3)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow A^{(4)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$\Theta(n^2)$ کا

$\Theta(n^2)$

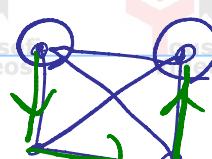
روشنی سبک خوب ماتریسی

این دنیا میں مکالمے رویا سے۔ ورد درست میں معلوم ماتریس ہے

هر جس میل طوئے مانس سے اندر کو تھدین میں ہے ہر درس

* درجات اراضی کو تھدین میں سے ہر درس (ٹکان) حدائقہ 1-7 میں

دلیل جو درس میں ممکن ہو



روشنی سبک خوب کی وجہ سے کامزور رہنے کو تھدین میں
خارج حدائقہ 1-7 میں رایہ کر دی کہ

جنہوں کو تھدین میں باہمیت ہے میں
اے اکنی۔

$1 \leq k \leq n$

$$a_{ij}^{(m)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{ik}^{(m-1)} + w_{kj})$$

$$a_{ij}^{(m)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{ik}^{(m-1)} + w_{kj})$$

$$= \min (a_{ij}^{(m)}, a_{ik}^{(m-1)} + w_{kj})$$

$$A^{(m)} = [a_{ij}^{(m)}]_{n \times n}$$

وں نے مذکور ماتریسی ماتریس و درروز اسی ماتریس کا ترتیب دیں۔

$A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(r)}$ کو کہا جائے۔

جوب اے۔ آئندھی مذکور ماتریس کا ترتیب دیں۔

$$A^{(n-1)} = A^{(n)} = A^{(n+1)} = \dots$$

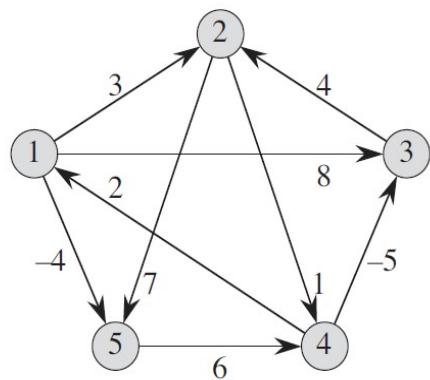
$$a_{ij}^{(m)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{ik}^{(m-1)} + w_{kj})$$

$$a_{1F}^{(r)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{1k}^{(r-1)} + w_{kF})$$

$$a_{ij}^{(m)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{ik}^{(m-1)} + w_{kj})$$

$$a_{1F}^{(r)} = \min_{1 \leq k \leq n} (a_{1k}^{(r-1)} + w_{kF}) = (a_{11}^{(r-1)} + w_{1F}, a_{12}^{(r-1)} + w_{2F}, a_{13}^{(r-1)} + w_{3F}, a_{14}^{(r-1)} + w_{4F})$$

$n=3$



$W \in [w_{ij}]$

$$W = A^{(1)} =$$

$$A^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \infty & 1 & -\infty \\ \infty & 0 & \infty & 1 & \infty \\ \infty & \infty & 0 & \infty & \infty \\ \Sigma & \infty & -\infty & 0 & \infty \\ 0 & \infty & \infty & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A^{(r)} = \begin{bmatrix} 1 & \infty & \infty & \Sigma & 0 \\ 0 & \infty & 1 & -\infty & -\infty \\ \infty & 0 & -\infty & 1 & -1 \\ \infty & \infty & 0 & \infty & 11 \\ \Sigma & \infty & -1 & -\infty & 0 & -\infty \\ 0 & \infty & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

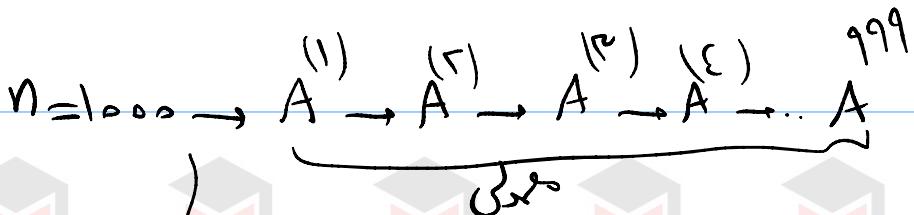
$$A^{(r)} = \begin{bmatrix} 1 & \infty & \infty & \Sigma & 0 \\ 0 & \infty & -\infty & \infty & -\infty \\ \infty & 0 & -\infty & 1 & -1 \\ \infty & \infty & 0 & \infty & 11 \\ \Sigma & \infty & -1 & -\infty & 0 & -\infty \\ 0 & \infty & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow A^{(k)} = (A^{(r)} + W)$$

$$A^{(k)} = \begin{bmatrix} 1 & \infty & \infty & \Sigma & 0 \\ 0 & 1 & -\infty & \infty & -\infty \\ \infty & 0 & -\infty & 1 & -1 \\ \infty & \infty & 0 & \infty & 11 \\ \Sigma & \infty & -1 & -\infty & 0 & -\infty \\ 0 & \infty & 1 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

مرتبة: Δ ماتريس $A^{(k)}$... $A^{(\Sigma)}, A^{(r)}, A^{(r)},$ مع $A^{(r)}$ كأول مركب من $A^{(k)}$

الوقت: $O(n^k)$ حيث k هو مرتبة الماتريس $A^{(k)}$.
 $\leq O(n^\Sigma)$ حيث Σ هو مرتبة الماتريس $A^{(\Sigma)}$.



$$a_{ij} = \min \left(a_{ik}^{(m)} + a_{kj}^{(\lceil \frac{m}{r} \rceil)}, a_{ik}^{(\lceil \frac{m}{r} \rceil)} + a_{kj}^{(\ell)} \right)$$

$1 \leq k \leq n$

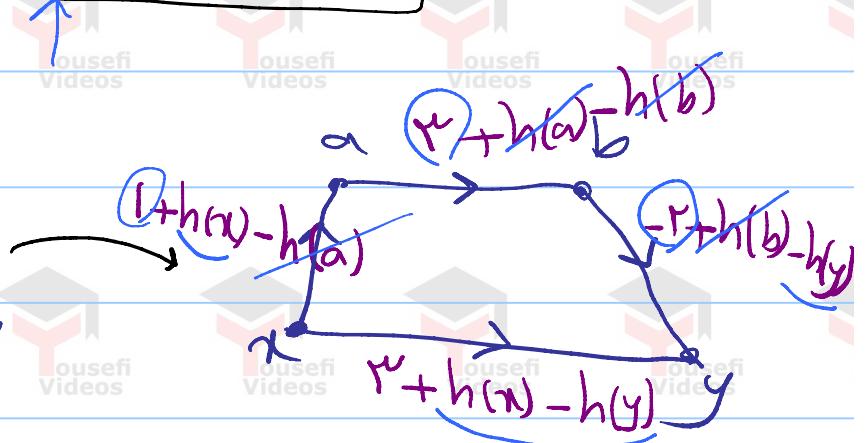
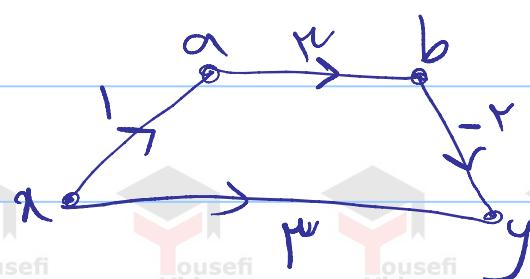
$$A = (A, A)$$

مربع بجراحترين لوگاتريں اس بوسنی

$O(n^3)$ زمانه بخوبی و معمولی، $n^3 \log n$ زمانه بازی

حکم حرسنی کو مرتب

$$\hat{w}(u, v) = w(u, v) + h(u) - h(v)$$



بُرْلَاجِلوُتْ خُوبْ وَوَسْلَتْ مَبَارِيْ رَجَفْ بَاهِبْ فَنِيْنَاصِ

reweight

روش جا سون: با یک ایده جالب وزرها را عوض می کند که وزرها

نامناسب ترند که همین مسأله عوض شوند. سپاه که اباراچیر

دایمیه ا کوچترین مسأله را باید مسأله تغییر وزن کرد اوه، این علاوه

$$O(n(e + n \cdot \lg n)) = O(ne + n^2 \lg n) \quad \text{اثبات مرتدا.}$$

* جانول ابتدا یک راس پیکرافت ایده می کند وزر ۵ به ۲۵، نویس تراف

که بایل با وزن صفر کمتر سهل با الگوریتم لین هور (کوچترین مسأله از ۵ به ۸) را می بینیم

از دیگر این برابر $h(x)$ و کوچترین مسأله بایل

برابر $h(y)$ است آنهاه وزر بایل (x, y) را بین صدر

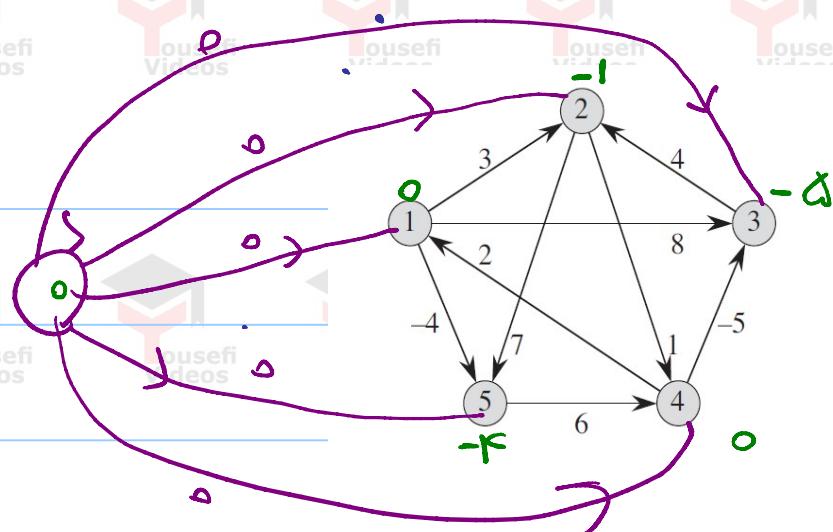
$$\Delta_{\text{تغییر}} = w(x, y) + h(x) - h(y) \quad \text{تغییر مرتدا.}$$

میتوانیم این تغییر مرتدا را برای این تعداد رنگ ها در نظر گیریم.

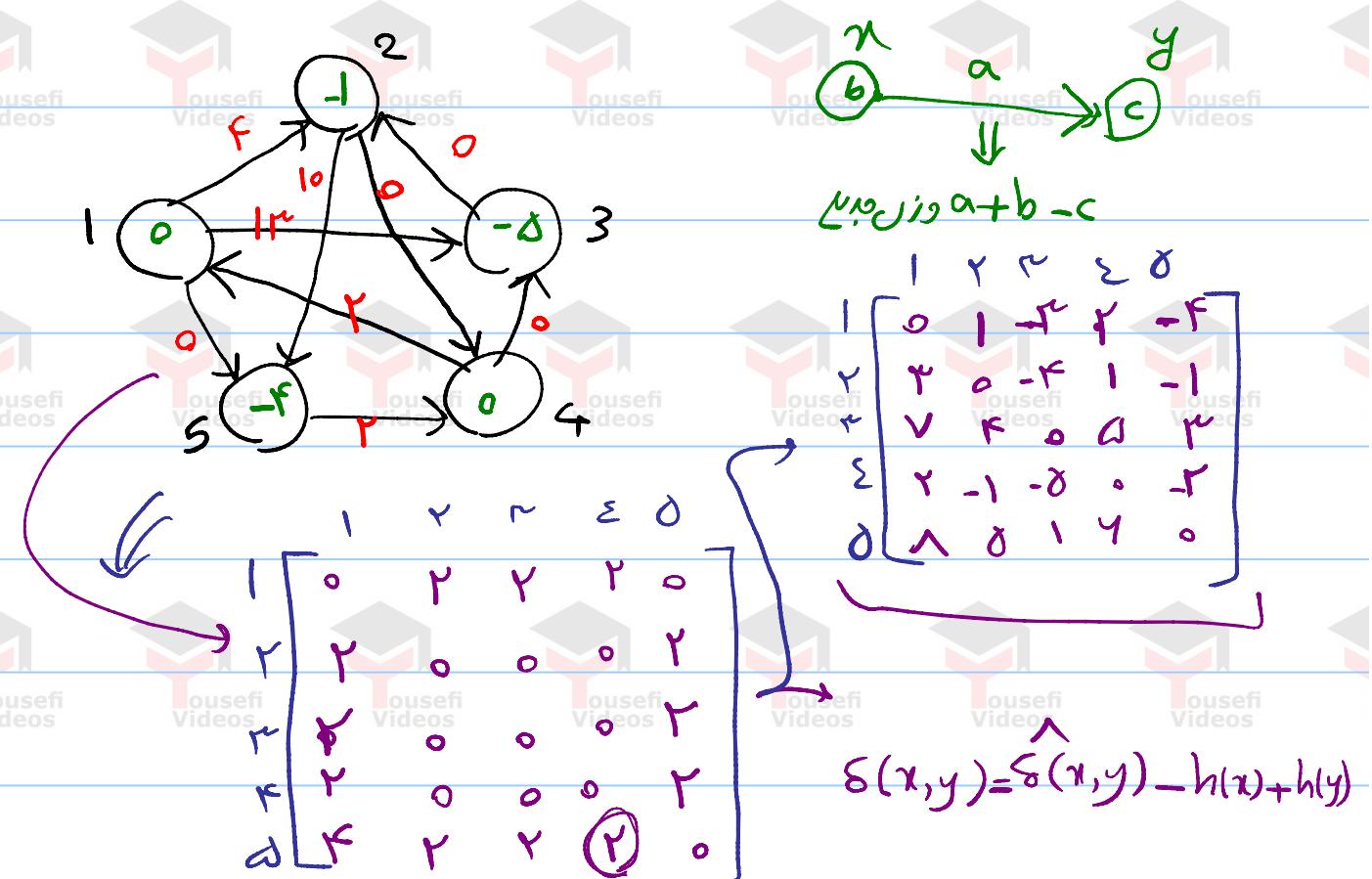
و در نتیجه میتوانیم مسأله را با تغییر فوکوس را اینجا کسر کرد.

$$\delta(x, y) = \hat{\delta}(x, y) - h(x) + h(y)$$

مقدار



d_C



کوئاھریں سے ہن ہر درس درجات جسے دار و زل دیں

۱- ٹلوں : $\Theta(n^2)$ با درج منفی جو بینہ سالانہ رائی فہر

۲- لیہ منہ بدلیں : $\Theta(n^3)$

۳- کیڑے بسروں : $\Theta(n \lg n)$

۴- حاتوں $\Theta(n(e + n \cdot \lg n))$ با وزن صفحہ جو بینہ

سالانہ نبیع دستے باشیں

max flow

(جریان) ساریستن

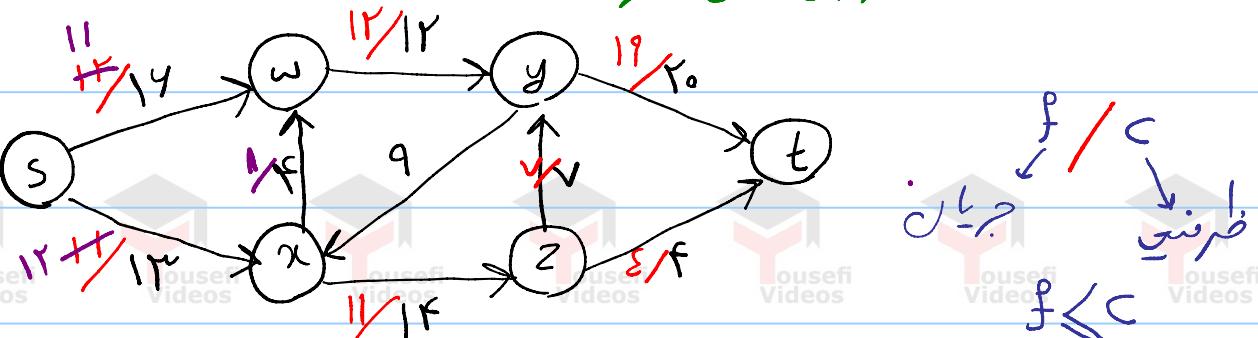
flow network
(شبکه جریان)

به ماتیک گراف جمیت دار و وزن دار برازش های ناامنی داده شده و در این مخصوص

دستگاه درین گراف وجود دارد و ما این خواص با وجود به ظرفیت (وزن) ایسما مخصوص کنیم صدای در چیزی که ساریستوان از $S \rightarrow t$ ارسال شود.

S (در بروادر از صفر)

t (در بجه خوبی از صفر)



$$\text{maxflow} = 19$$

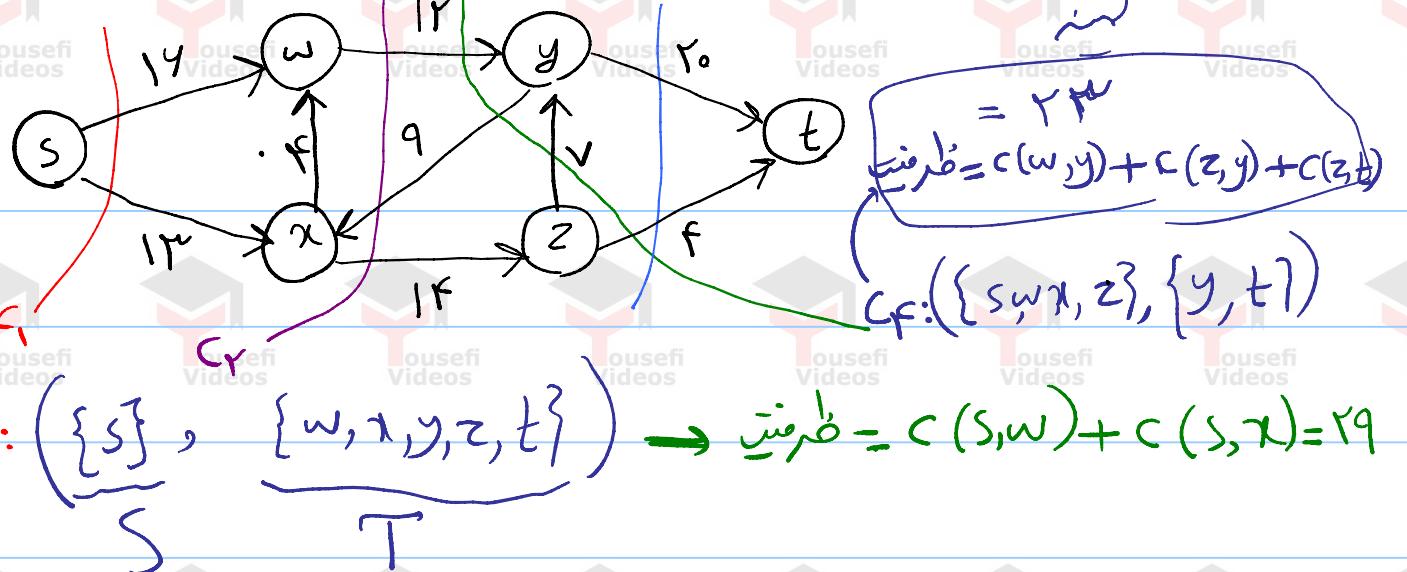
max flow min cut : نیز

ظرفیت بین لایه.

$$(S, V-S) = (S, T)$$

اگر $t \in T$, $s \in S$

ظرفیت بین لایه: بین لایه ظرفیت بالا هر وارد شونده؛



روشن مورد فوکالر سون (FF): روشن است برای منتن ساربیسین. این درس

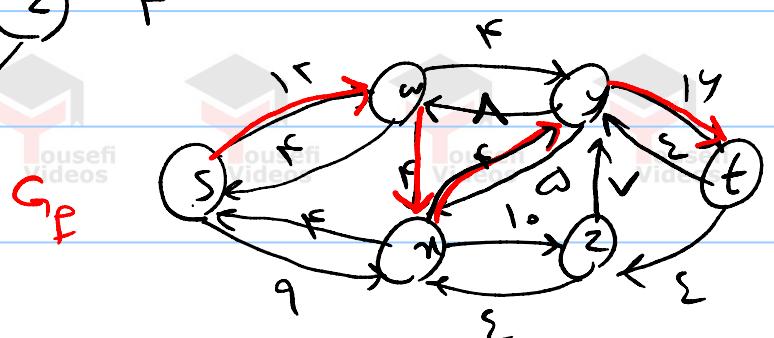
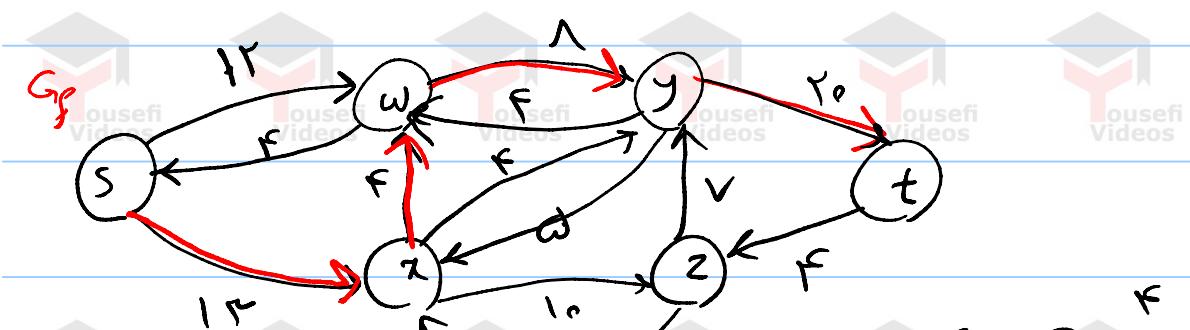
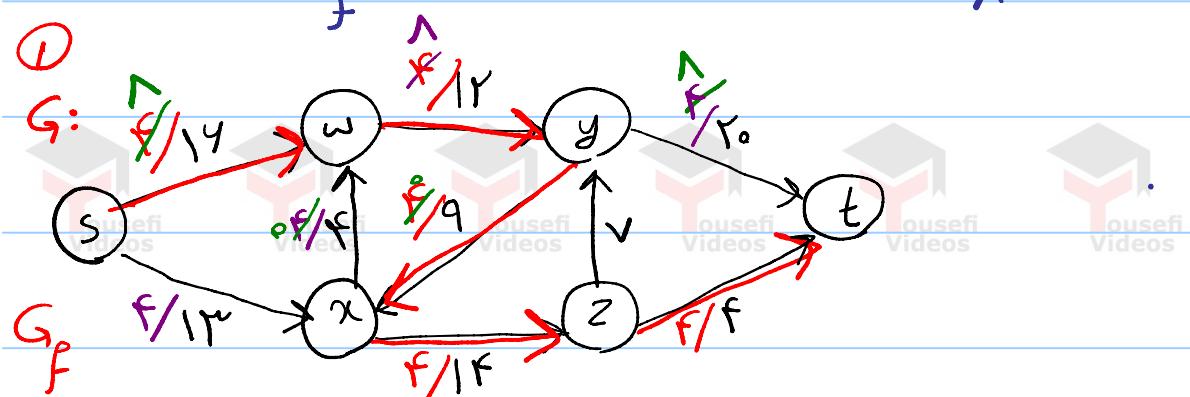
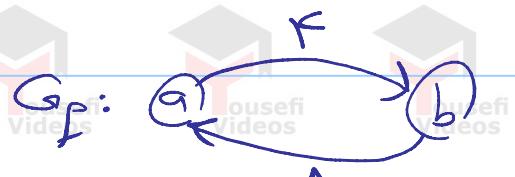
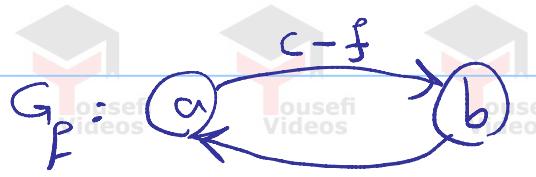
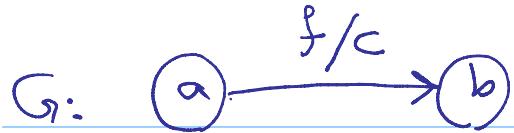
ابتدا سارهه یا الها را برای صفتگر رمی دهد سپس به تدریج ساره را افزایش می دهد

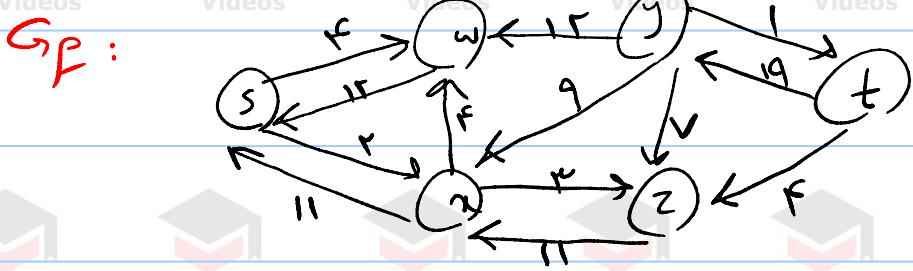
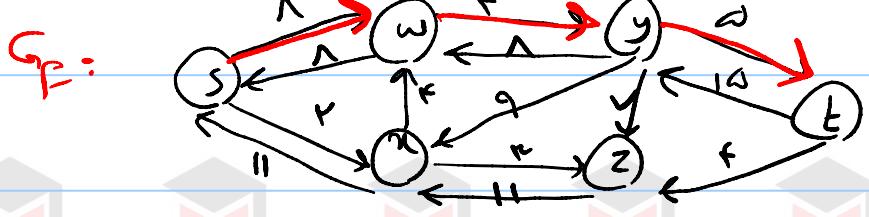
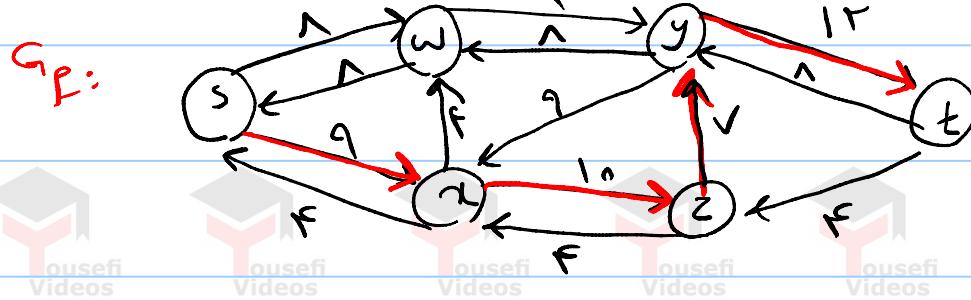
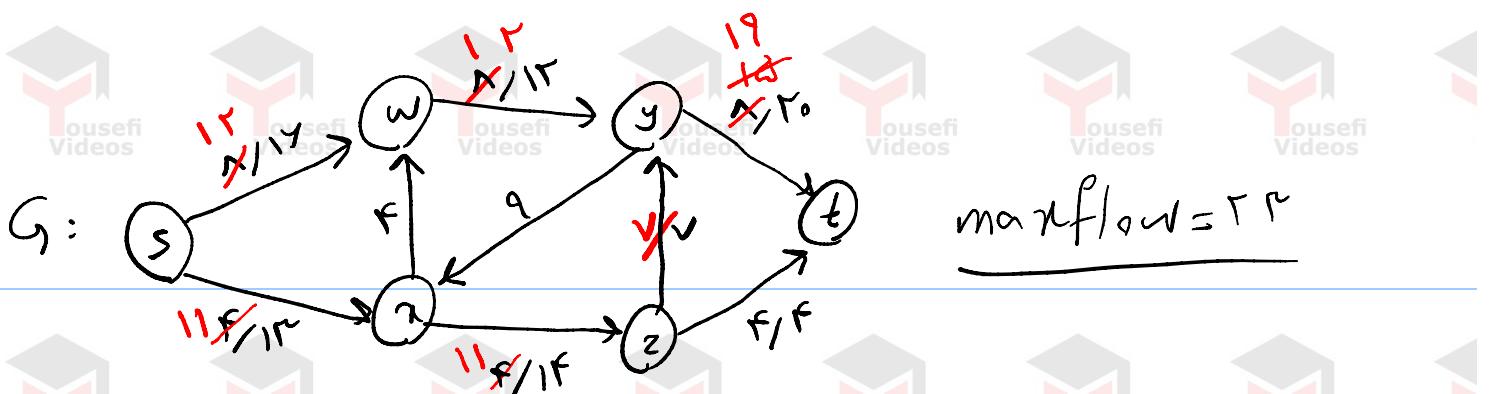
تا به نقطه برس که ممکن نویم مسیر نمکویل افزایش ساره داشته باشد.

residual network , augmented path

از کلوف و ترافیک به قیود بر اسم f (بلد پلان) و درین ترافیک مسح از دب و میابد (مسح افتادن) و کم ظرفیت ترین راه را این مسح اراده نموده اند
ظرفیت مسح این راه و سه حال در کلوف اصلی هم باقی نه باشند از موافق مسند به C , آنها را این مسح از مخالف مسندند؛
 C , آنها را مسح از مسح این راه. این عمل ابتدا برای درود تا در C

جامعة الملك عبد الله بن سعود

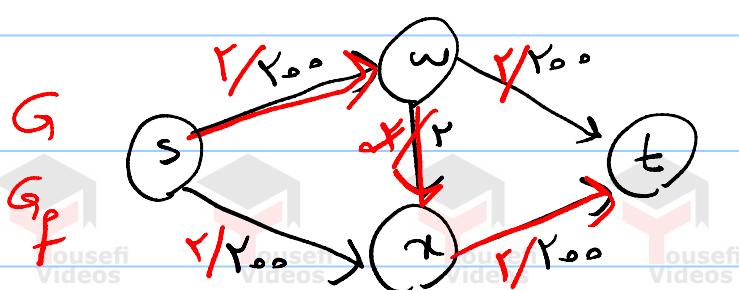




: صداقل وحدائج تقدار احتمال فأ

اور کثر انتحریاں مکمل ہندے ہے؟

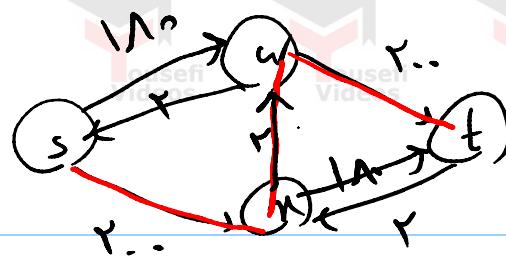
حدائق تقدار احتمال کی تابع کے درستہ احتمال



میں سے szt بے عنوان میں افتخر نہ اٹھا بے تودور اس طبقہ دو میں

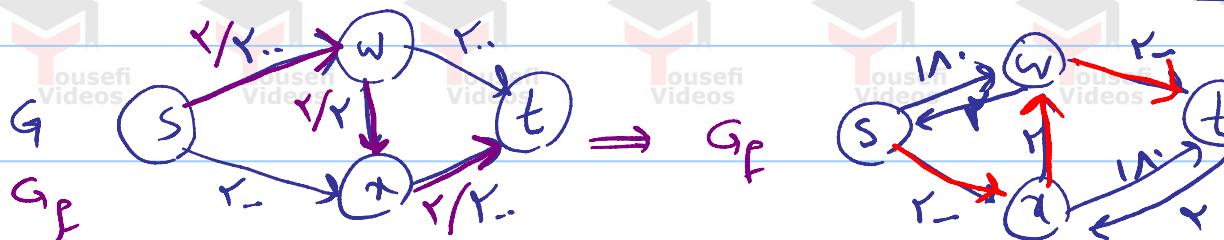
بیرون میں افتخر نہ اٹھ بے خود.

حدائق تقدار احتمال: میں سے szt بے عنوان میں افتخر نہ اٹھا را بے عنوان میں افتخر نہ اٹھا

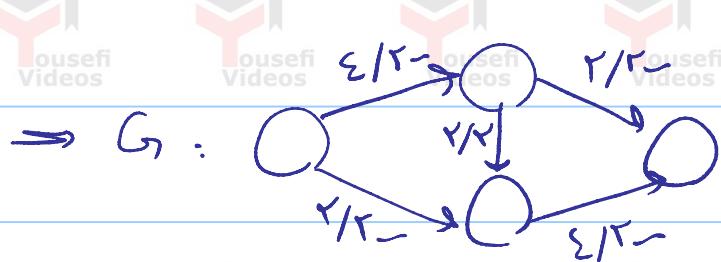
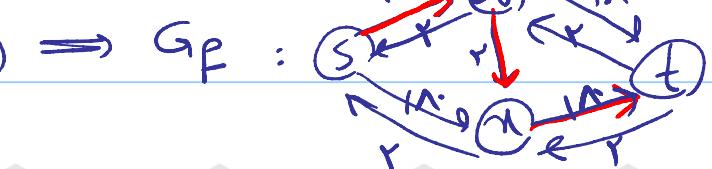
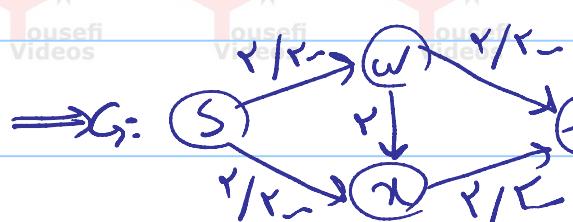


جی اے نت بیننگ اینڈ صدر

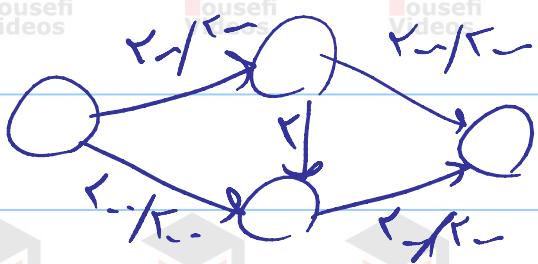
کوئی راستہ نہ ہے وادیب س، افسزدہ مردوں
و خواریں بے 300 برسیم بڑے 100 کھٹا۔



حالہ



لے دوں 2..



نکاہ: درجہ FF انتوریٹہ بائیم ادمونڈ کارپ اچیر امرنڈ

بری فتنہ میں افسزدہ کہ اسی انتوریٹ کو ہائل ترین صدر رابہ عنزل
مسح افسزدہ استحباب کو لند۔ درواعہ ادمونڈ کارپ ردی راس د

گفته شد BFS برای کناره (بدون وحجز زل) و

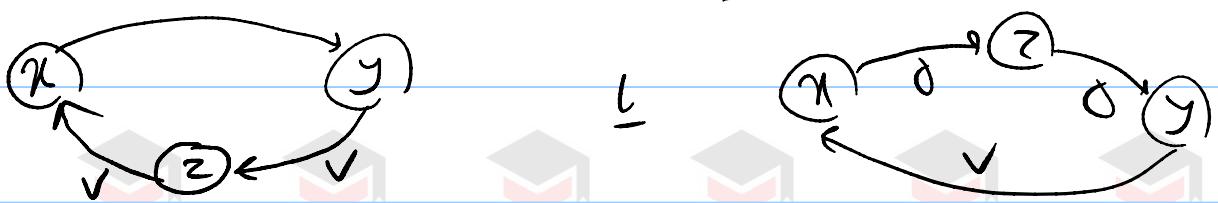
مساحتی را داشت با اینکه می بود آن را بعنوان مساحت افزونه در نظر گیرید.

نتیجه: نظریه ابزار FF برابر ($O(e^{\alpha} * n^2)$) است.

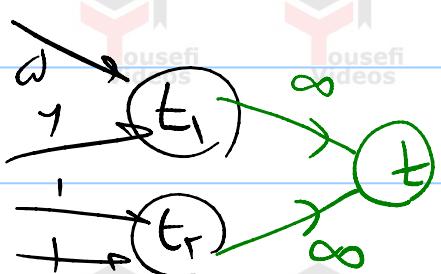
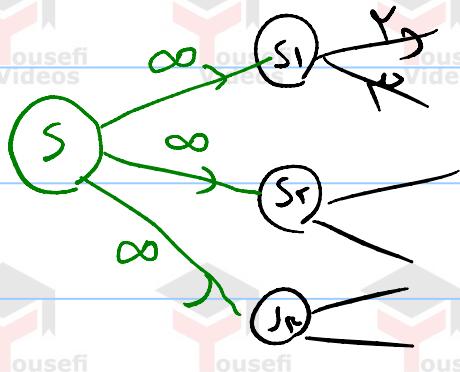
نماینده ابزار (مونوکاپ) FF

نتیجه: در شبکه های وحودیانه صنعتی از معاویت antiparallel

وکی متول در عرض وحودین یا اینها، درافت آنها برای بحال استندز رو سیستم FF اجرا کرد.



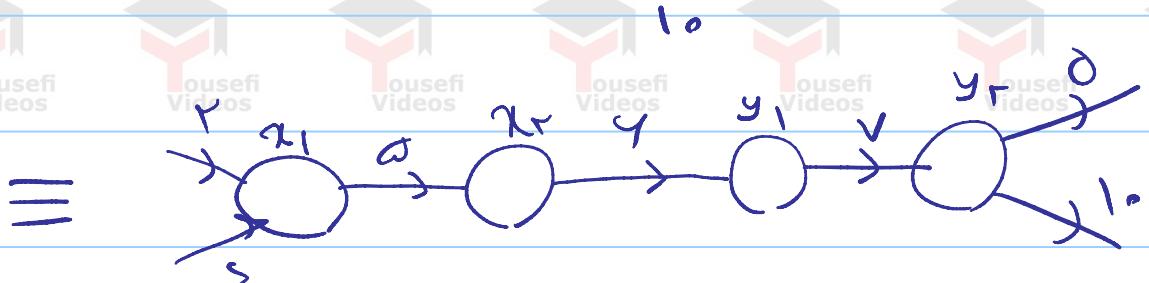
نتیجه: مکانیک درافت از جمله این رسم میباشد جمله این معنی باشند که مرحله بعدی لازم بحال استندز را تبدیل نماییم.



نکتہ: مکان کے روس میں ضروریت دئے جائے گا

کہ درین صور میں تو ان کے افراط رہ جائے گا

لیکن یہ کردہ روس فائدہ ضروری نہ ہے



اگر ترافیک اسی وسیلے کی روس ضروری نہ ہے تو اسے بے کار کر دیں

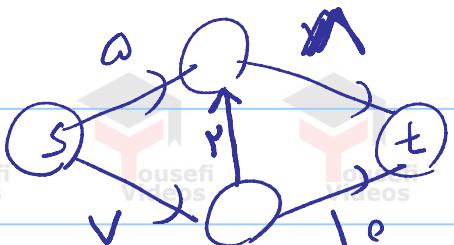
اسکے لئے نہیں کوئی ترجیح باقاعدہ نہیں دیا جائے گا

لیکن اسی روس میں

E + F کا مجموعہ

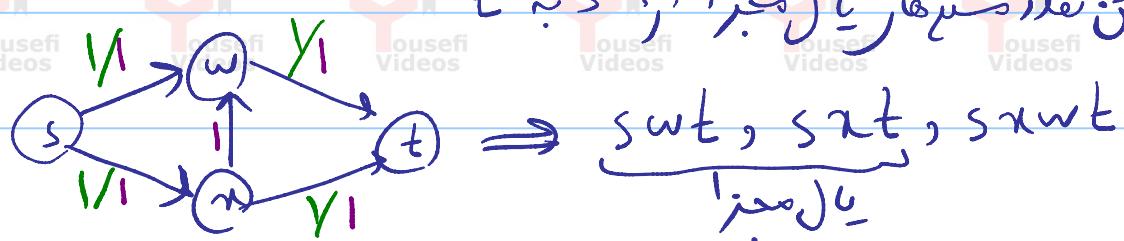
سوال: اگر ضروری کامات کی باری سدھائیں (نیوں آن) میں خصوصیات

خود اپنے مخفی مزیدوں



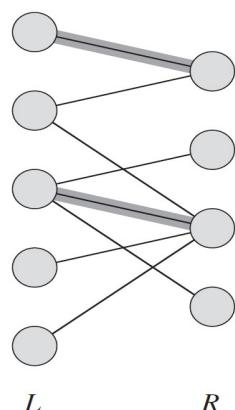
نکتہ: دو کاربودھم کیسے حساب کیا جائے؟

1. یا صحن سعید سعید یا ل مجزا از د بے t

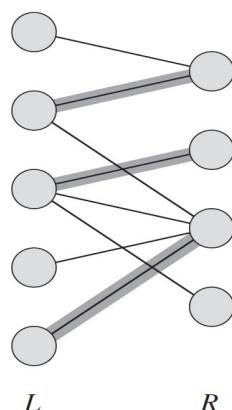


\Rightarrow swt, sat, swt
یا ل مجزا

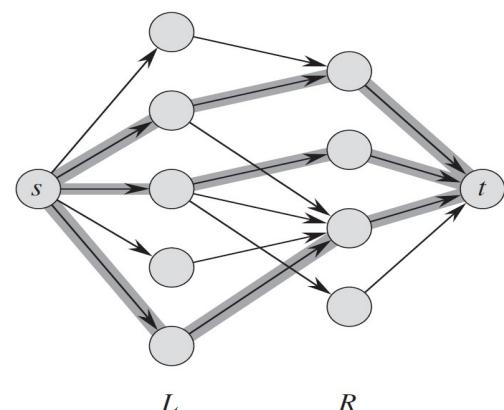
2. یا صحن تطابق بین دو گراف، پیغام $O(n^2)$



(a)
Videos



(b)
Videos



(c)
Videos

@yousefi_hadi :

@youseficlass

