11. előadás

Hierarchikus lista, hálós adatszerkezet és rekord

A hierarchikus lista, a hálós adatszerkezet (gráf) és a rekord

Adatszerkezetek és algoritmusok előadás
2018. április 24.

Kósa Márk, Pánovics János és Szathmáry László
Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

Hierarchikus lista

Hálós adatszerkezet (gráf)

Rekord

A hierarchikus lista adatszerkezet

A szekvenciális lista adatszerkezet általánosításának tekinthető: a lista elemei maguk is lehetnek listák. Nem homogén adatszerkezet. A korábban említett összes listaművelet értelmezhető rajta. Fontos szerepet játszik a LISP programozási nyelvben (S-kifejezés).

Példák

L_1 = (*a* (*b*) ((*c*)))

L_2 = (ez egy ötelemű lista (melynek utolsó eleme egy (ötelemű lista)))

A lista feje a hierarchikus lista első eleme. Ez lehet atom vagy lista. A fenti L_1 példában: *a*.

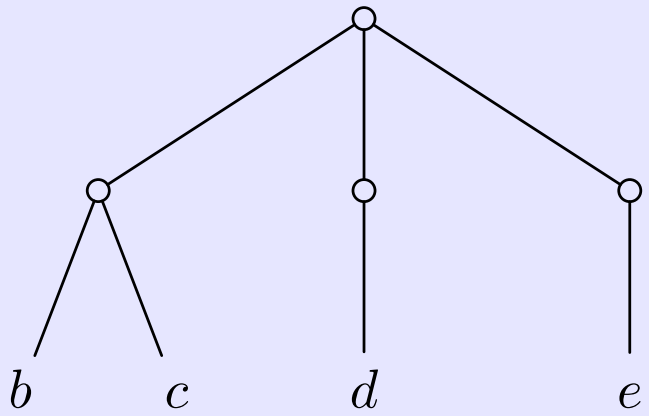
A lista farka az a lista, melyet a fej kivétele után kapunk. Ez *mindig* lista! A fenti L_1 példában: ((*b*) ((*c*))).

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Hierarchikus lista ábrázolása többleágazású fával

Példa



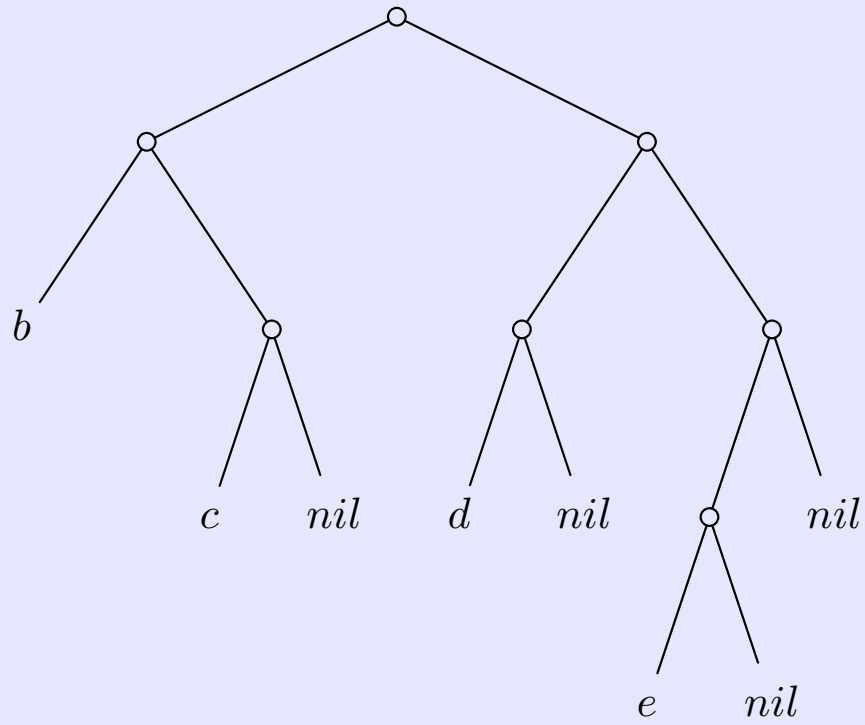
$$L = ((b\ c) (d) (e))$$

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Hierarchikus lista ábrázolása bináris fával

Példa



$$L = ((b\ c) (d) (e))$$

A bal oldal a lista fejére, a jobb oldal a lista farkára mutat. A *nil* az üres listát jelöli.

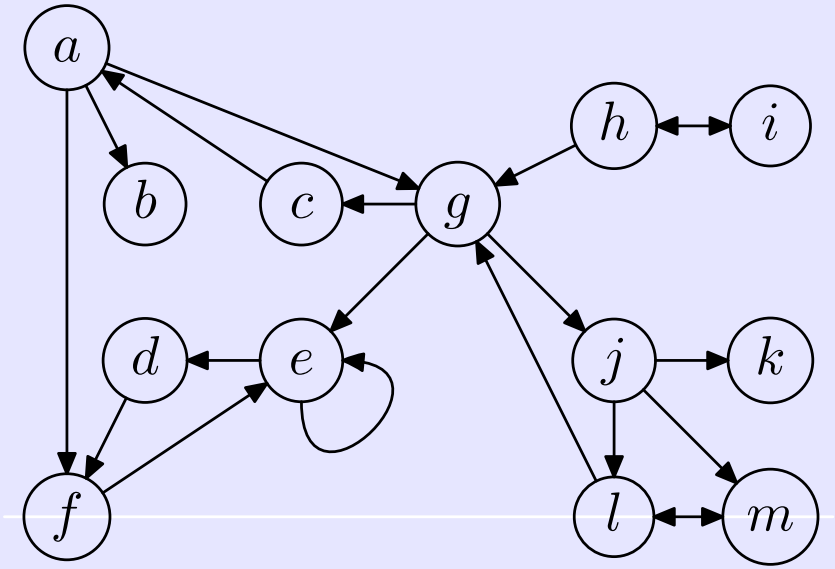
Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Hálós adatszerkezetek

Minden adatelemnek tetszőleges számú megelőzője és tetszőleges számú rákövetkezője lehet. Egy elem lehet egy másik elem megelőzője, rákövetkezője, mindkettő vagy egyik sem. Egy elem lehet saját magának a megelőzője, illetve rákövetkezője. Ilyen adatszerkezet a gráf, amely a matematikában ismert gráf struktúrának felel meg.

Példa



Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Gráfelméleti fogalmak

A **gráf** hálós adatszerkezet. A gráf csúcsok és élek halmaza. Egy él két csúcs közötti kapcsolat. Egy gráfot az határoz meg, hogy mely csúcsai vannak élekkel összekötve.

Irányított gráf esetében az éleknek irányuk van. Irányítatlan gráf esetében az élekhez nincs irány rendelve, vagyis nem teszünk különbséget az „*A*-ból *B*-be” illetve a „*B*-ből *A*-ba” menő élek között.

Összefüggő egy gráf, ha (élei esetleges irányításáról megfeledkezve) bármely két csúcs között van út.

Egyszerű gráfban bármely két csúcs között legfeljebb egy él lehet (kizárjuk a többszörös éleket) és nem engedünk meg olyan éleket, amelyek kezdő- és végpontja azonos.

Útnak nevezzük az élek olyan sorozatát, amelyben nem ismétlünk sem éleket, sem csúcsokat. Körnek nevezzük azt az utat, amelynek kezdő- és végpontja azonos.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Gráffal végezhető műveletek

A gráf dinamikus és homogén adatszerkezet.

Gráffal végezhető műveletek

- Létrehozás: üres gráfot hozunk létre.
- Bővítés: az új elem értéke mellett meg kell adni a megelőzőinek és a rákövetkezőinek a listáját is.
- Törlés: fizikai. Érinti azokat az elemeket is, amelyekkel a törölt elem szomszédsági viszonyban állt.
- Csere: megoldható.
- Rendezés: nem értelmezett.
- Keresés, elérés, feldolgozás: a bejárás alapján.
- Bejárás: szélességi vagy mélységi.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

A gráf bejárása

Kiválasztunk egy tetszőleges elemet (S), és ebből kiindulva térképezzük fel a gráf S-ből elérhető elemeit. Felépítünk egy S gyökerű feszítőfát (szélességi vagy mélységi fa). Ha S-ből nem érhető el a gráf összes eleme, akkor a maradék elemekből újra kiválasztunk egyet, és újabb feszítőfát építünk fel. Hogy minél kevesebb feszítőfa jöjjön létre, célszerű S-nek azt az elemet választani, amelyik a legtöbb rákövetkezővel rendelkezik.

A gráf elemeit háromféle színnel látjuk el:

- fekete (1. kategória): már bejárt elemek
- szürke (2. kategória): amiket látunk
- fehér (3. kategória): amiket *nem* látunk

A két algoritmus abban különbözik egymástól, hogy szélességi bejárás esetén a legkorábban, mélységi bejárás esetén pedig a legkésőbb elért szürke elemből kiindulva folytatjuk a feszítőfa építését.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

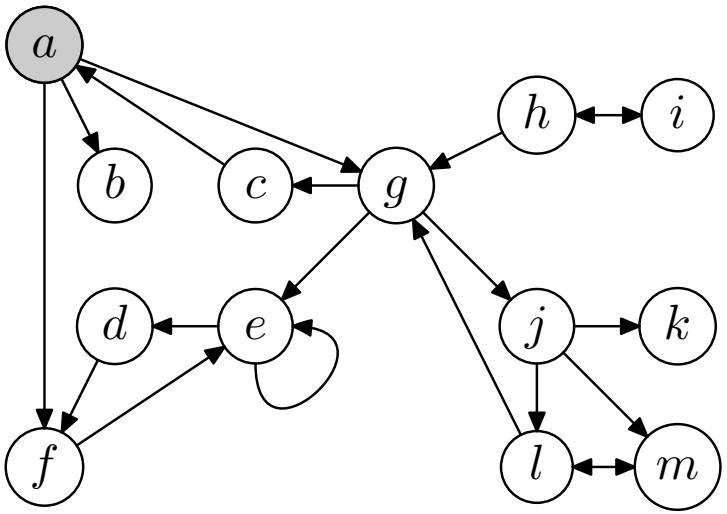
Szélességi bejárás

Szélességi bejárás

A bejárás során az adatelemeket fehér, szürke és fekete színűre fogjuk színezni, valamint egy sort fogunk használni a szürke színű adatelemek tárolására. A bejárás során a feldolgozott elemekből feszítőfá(ka)t építünk fel.

1. Színezzük a gráf adatelemeit fehér színűre, és hozzuk létre az üres sort.
2. Ha minden adatelem fekete színű, a bejárás véget ér.
3. Ha a sor üres, válasszunk tetszőlegesen egy fehér színű elemet, színezzük szürkére, és helyezzük el a sorban. Ennek az elemnek a feldolgozásakor új feszítőfát fogunk elkezdeni építeni.
4. Ha a sorban van elem, vegyük ki a sor első elemét, fehér színű gyermekeit szürkére festve helyezzük el a sorban, majd az adatelemet fessük feketére, és helyezzük el a megfelelő feszítőfában.
5. Folytassuk az algoritmust a 2. lépéssel.

Példa szélességi bejárásra

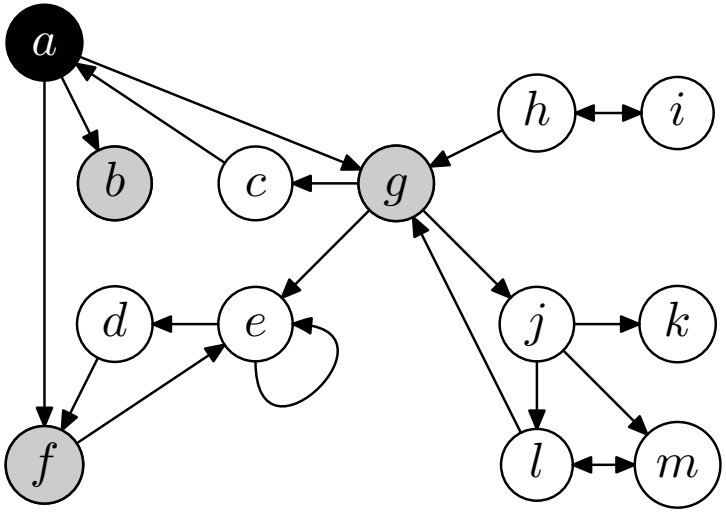


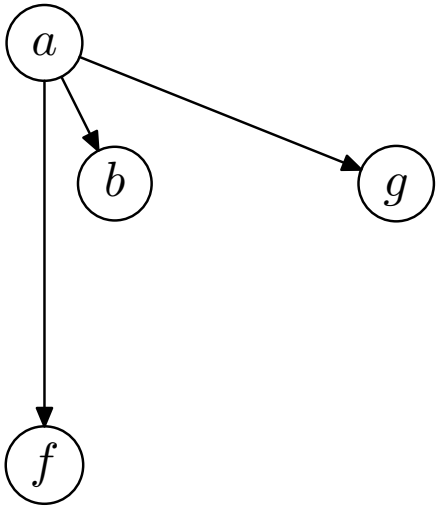
Sor: a

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



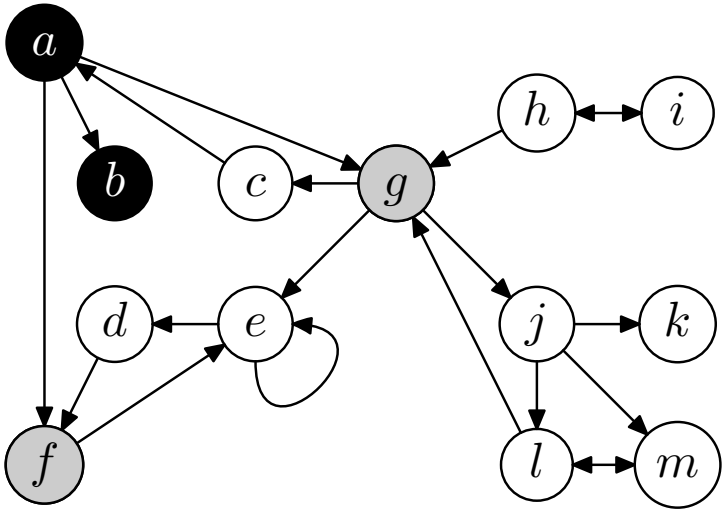


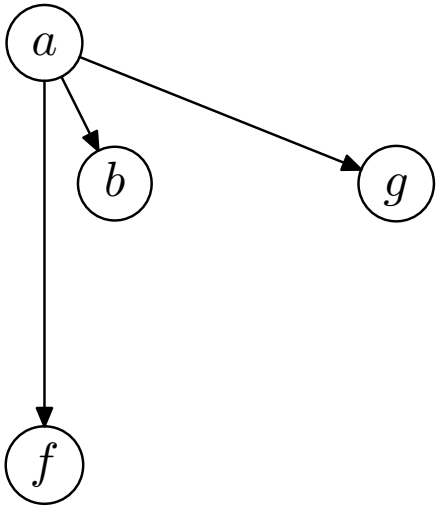
Sor: b, f, g

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



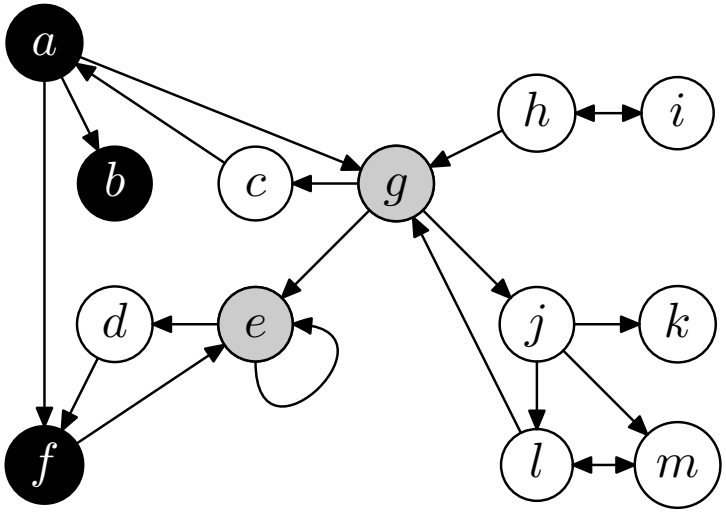


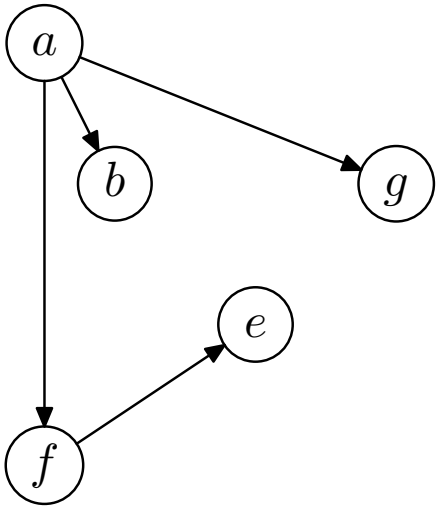
Sor: f, g

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



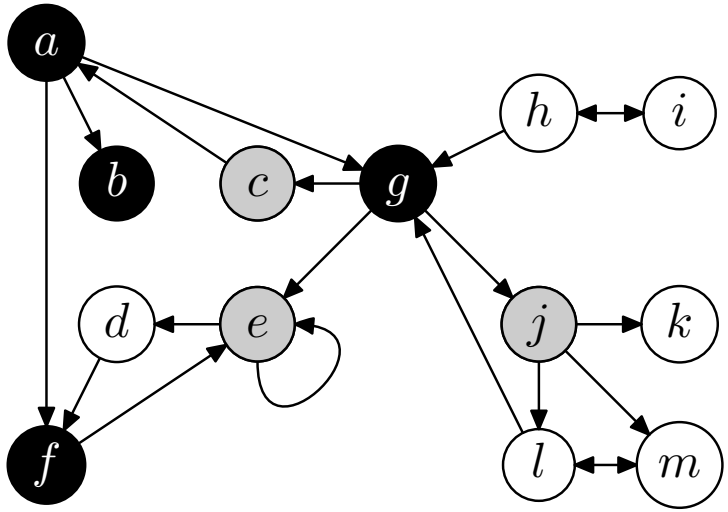


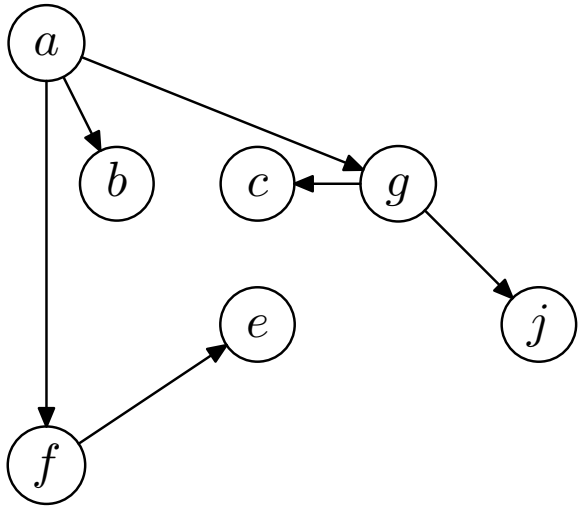
Sor: g, e

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra





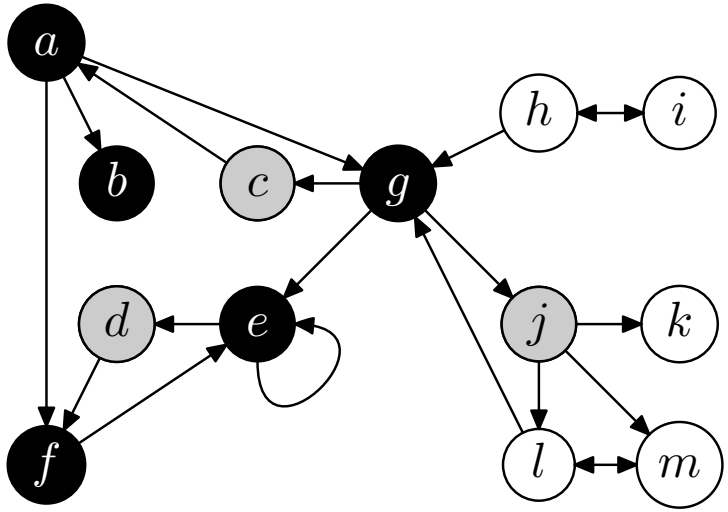
Sor: e, c, j

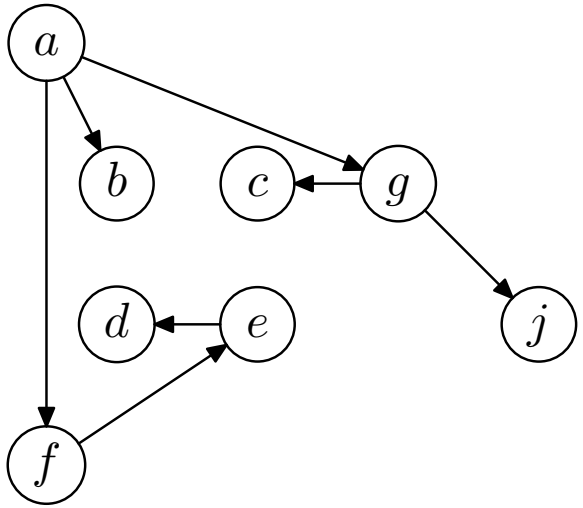
Hierarchikus lista

Hálós adatszerkezet (gráf)

Rekord

Példa szélességi bejárásra



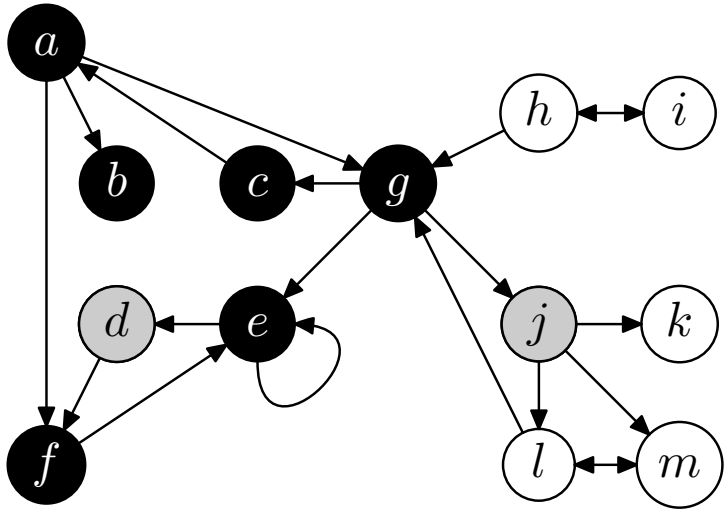


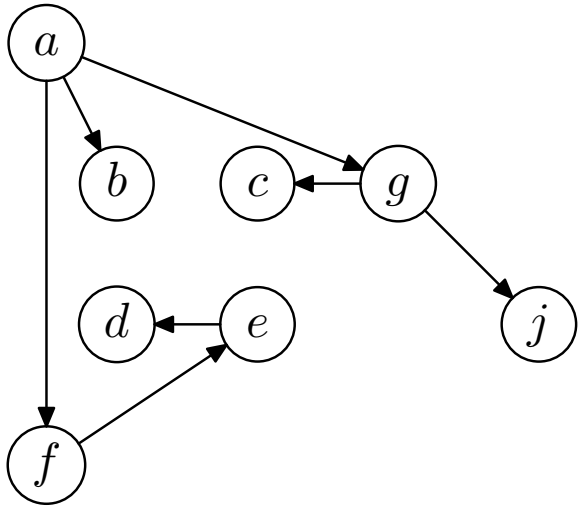
Sor: c, j, d

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



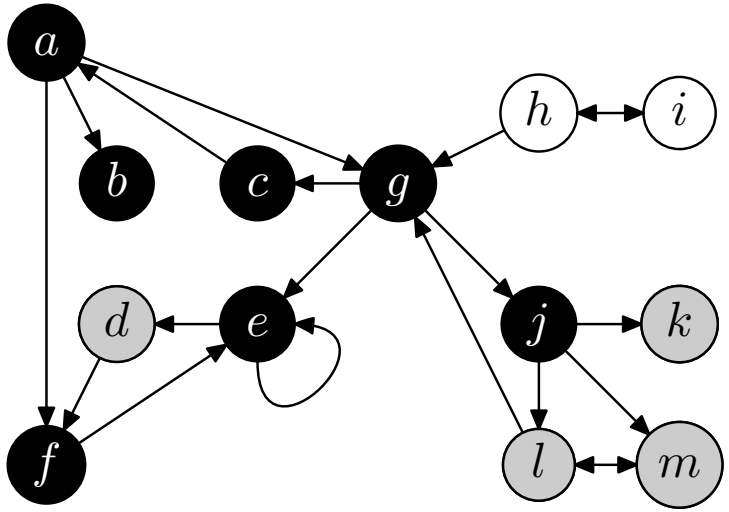


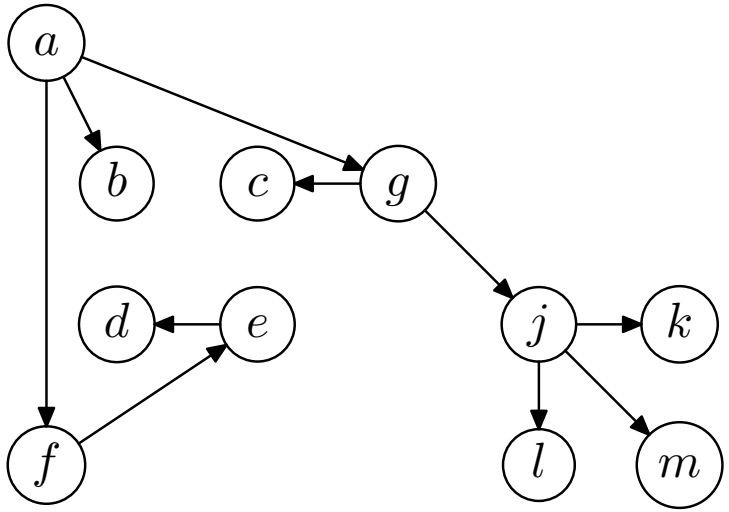
Sor: j, d

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



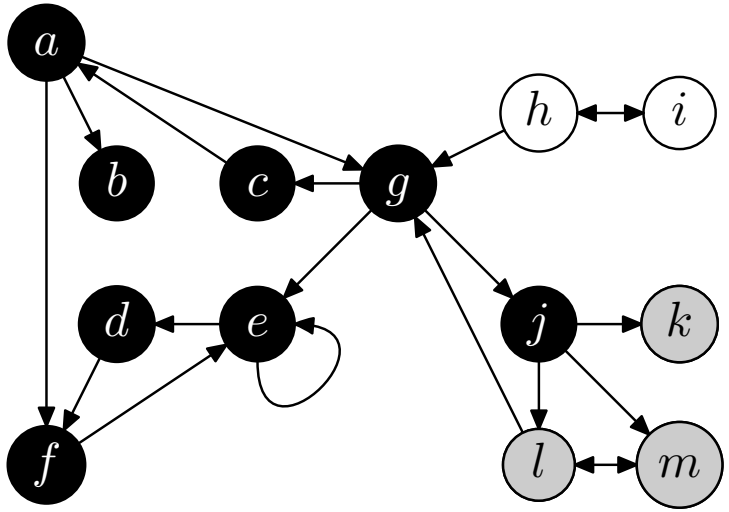


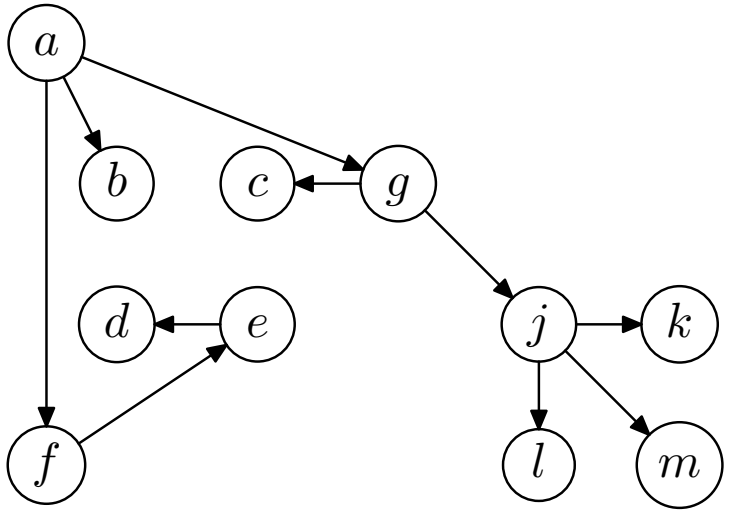
Sor: d, k, l, m

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



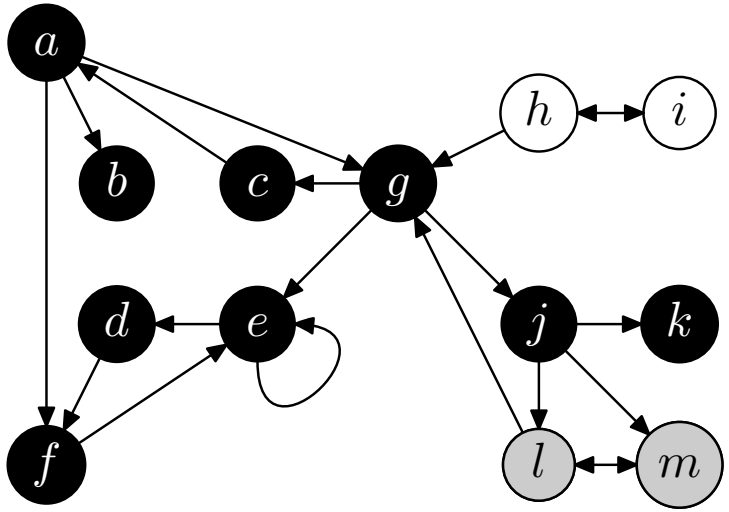


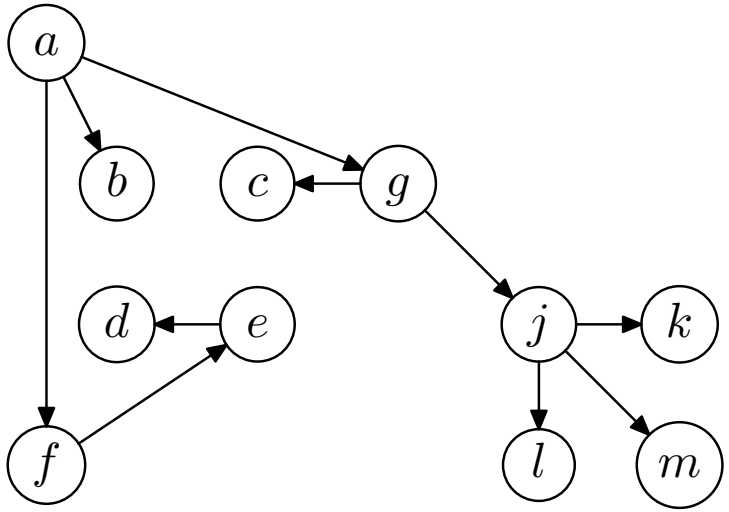
Sor: k, l, m

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



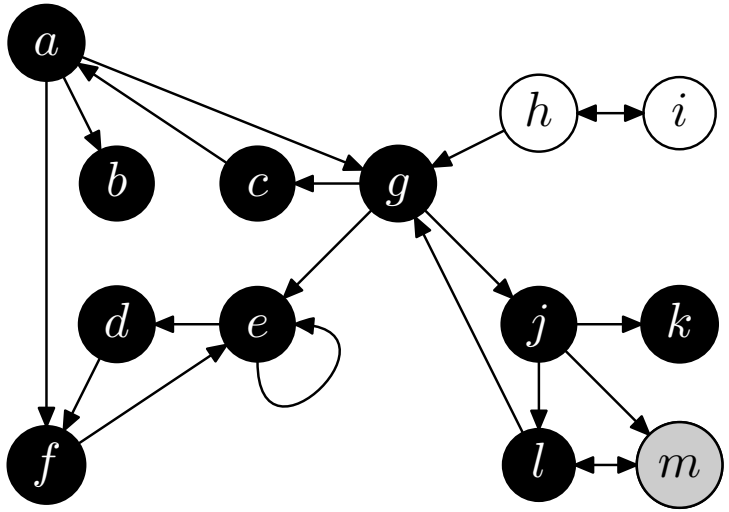


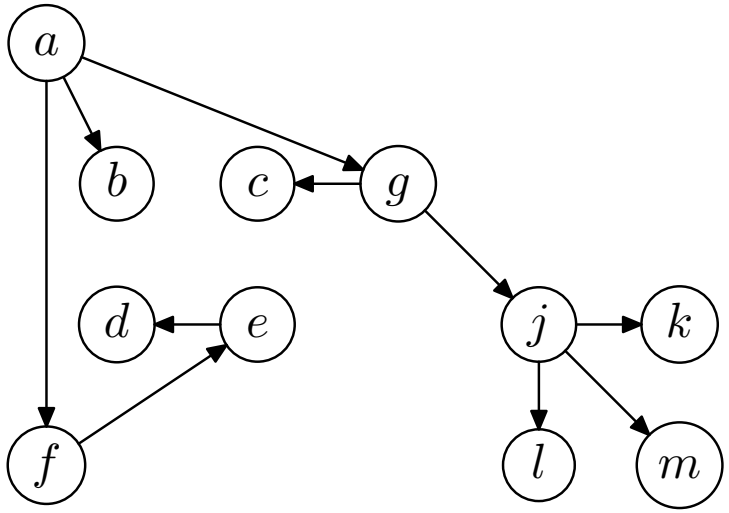
Sor: l, m

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



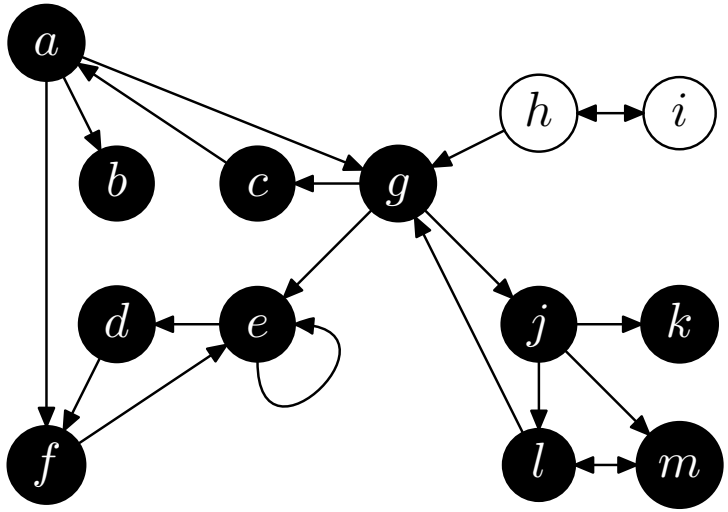


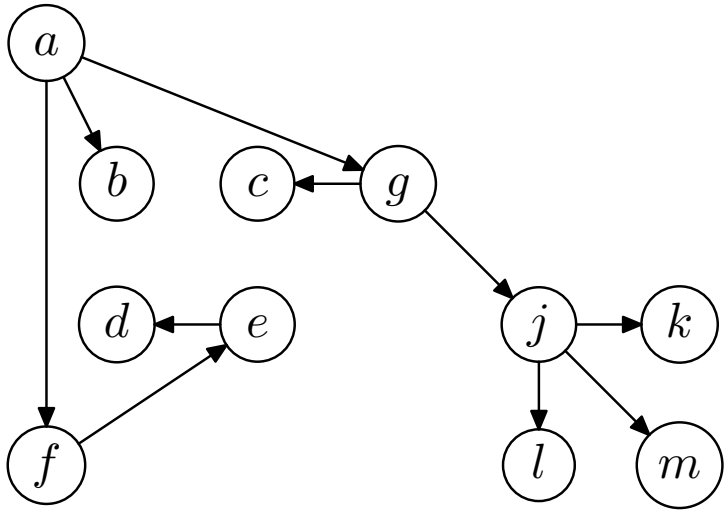
Sor: m

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



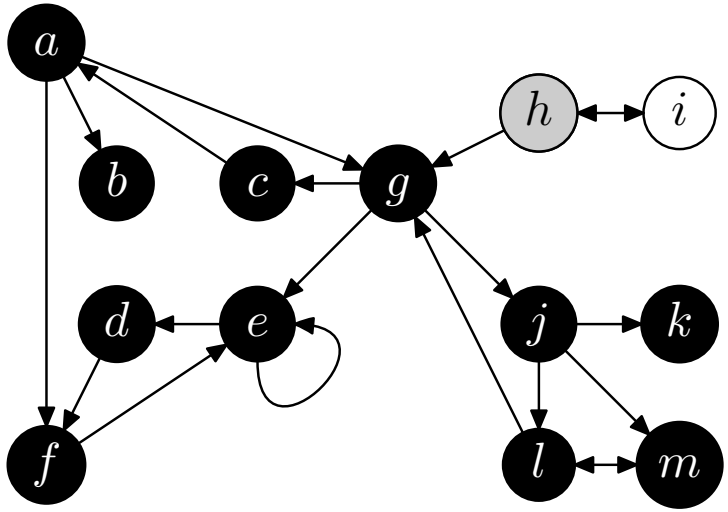


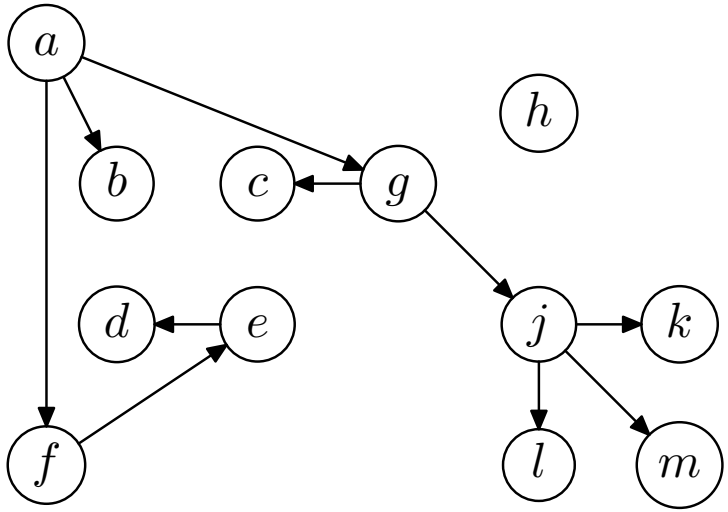
Sor: –

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



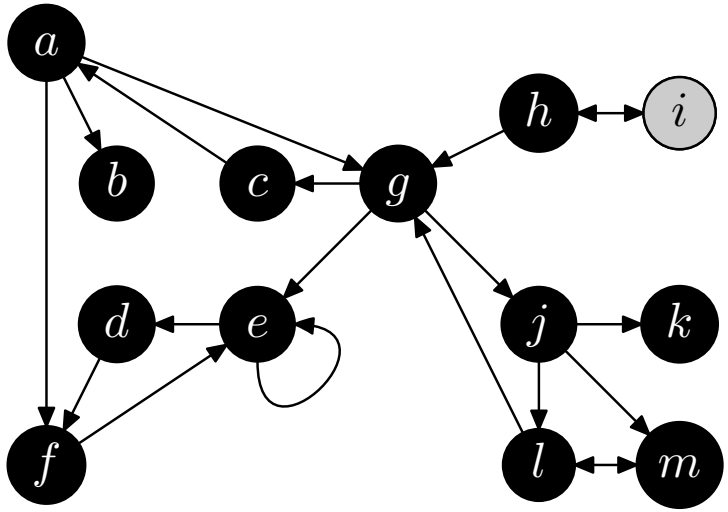


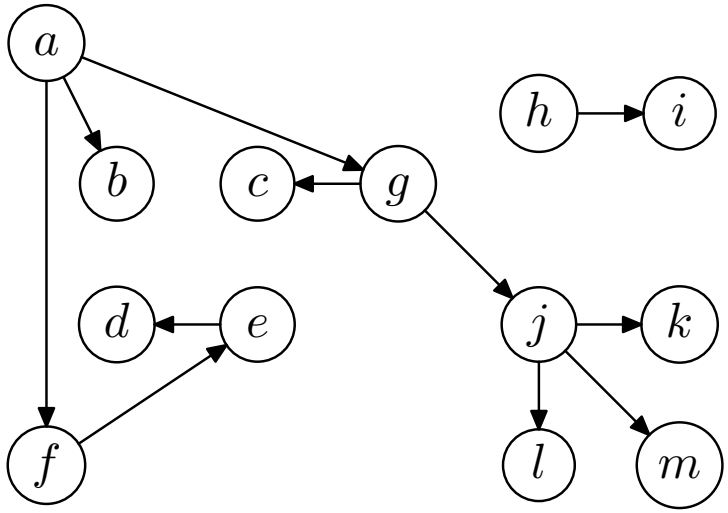
Sor: h

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra



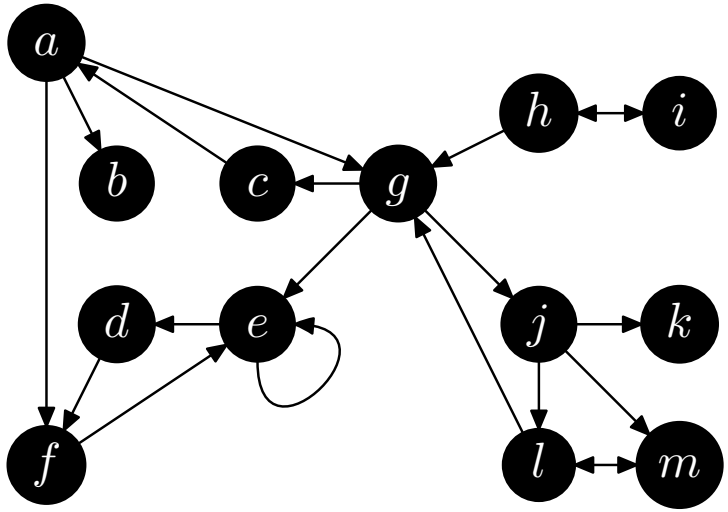


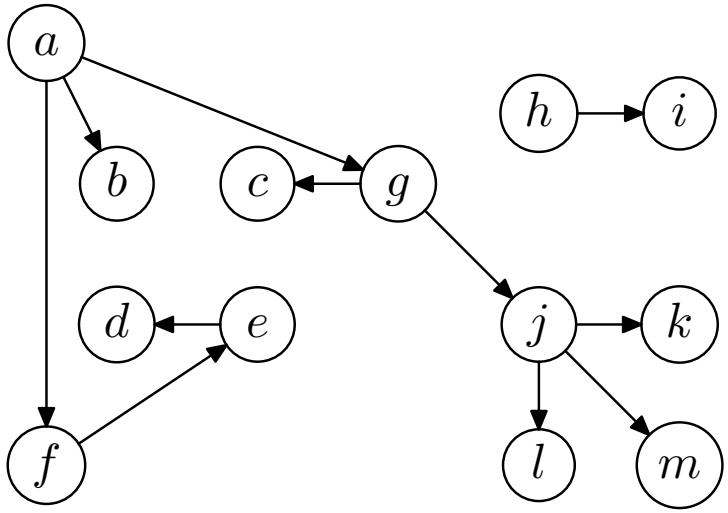
Sor: i

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa szélességi bejárásra





Sor: –

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Mélységi bejárás

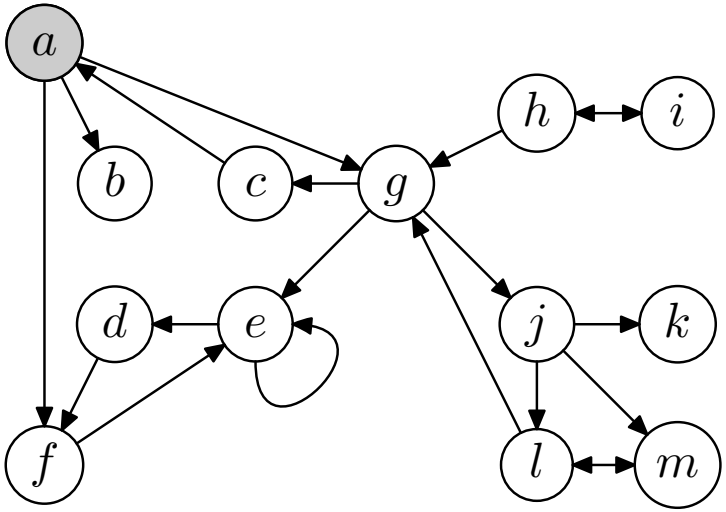
A bejárás során az adatelemeket fehér, szürke és fekete színűre fogjuk színezni, valamint egy vermet fogunk használni a szürke színű adatelemek tárolására. A bejárás során a feldolgozott elemekből feszítőfá(ka)t építünk fel.

1. Színezzük a gráf adatelemeit fehér színűre, és hozzuk létre az üres vermet.
2. Ha minden adatelem fekete színű, a bejárás véget ér.
3. Ha a verem üres, válasszunk tetszőlegesen egy fehér színű elemet, színezzük szürkére, és helyezzük el a veremben. Ennek az elemnek a feldolgozásakor új feszítőfát fogunk elkezdeni építeni.
4. Ha a veremben van elem, vegyük ki a verem első elemét, fehér színű gyermekeit szürkére festve helyezzük el a veremben, majd az adatelemet fessük feketére, és helyezzük el a megfelelő feszítőfában.
5. Folytassuk az algoritmust a 2. lépéssel.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra

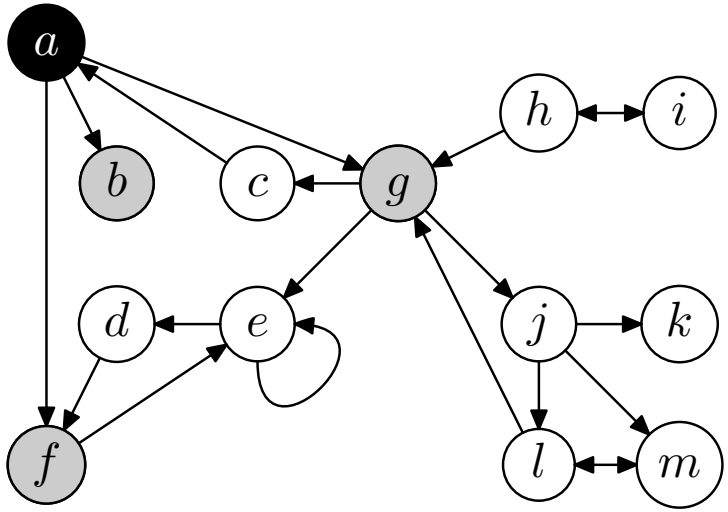


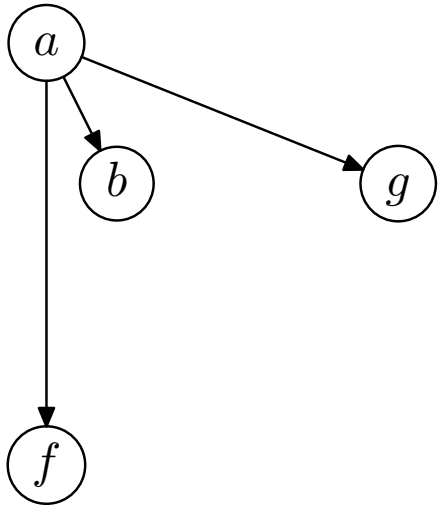
Verem: a

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



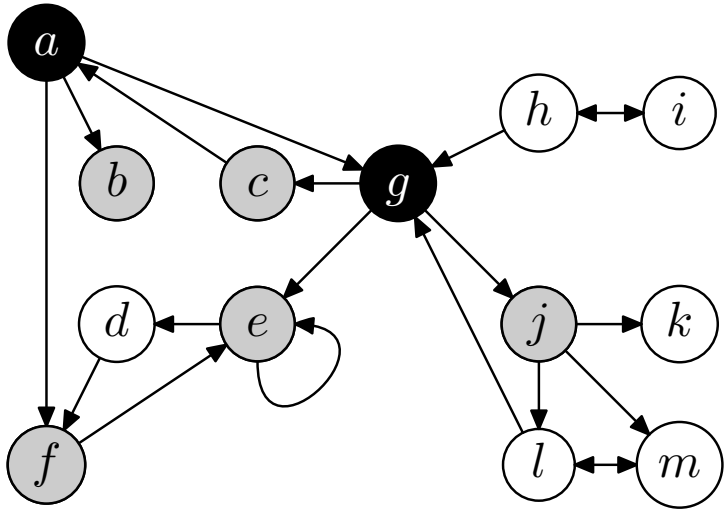


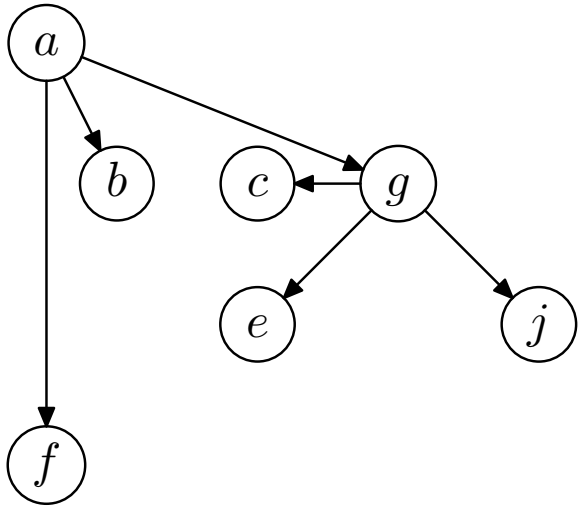
Verem: b, f, g

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



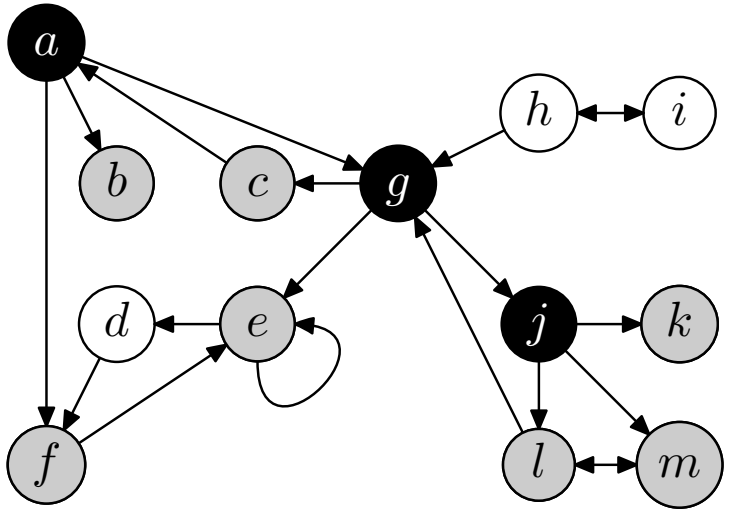


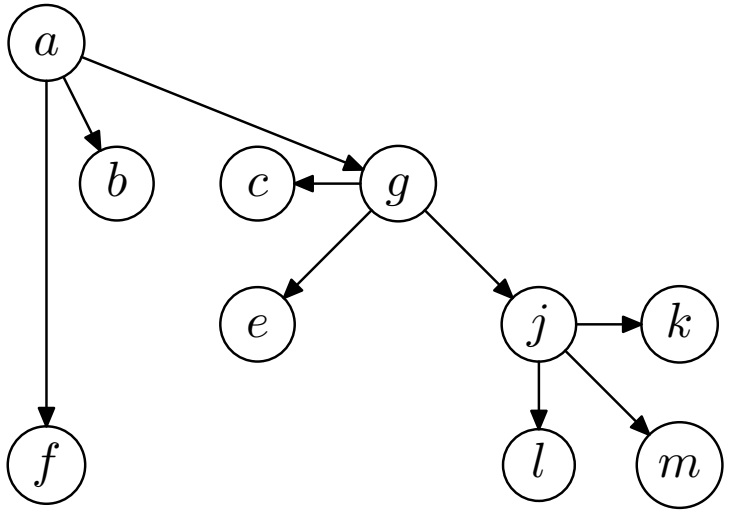
Verem: b, f, c, e, j

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



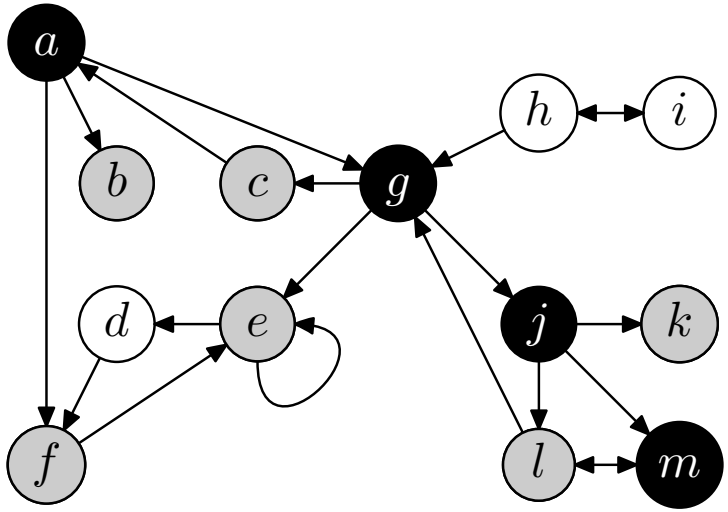


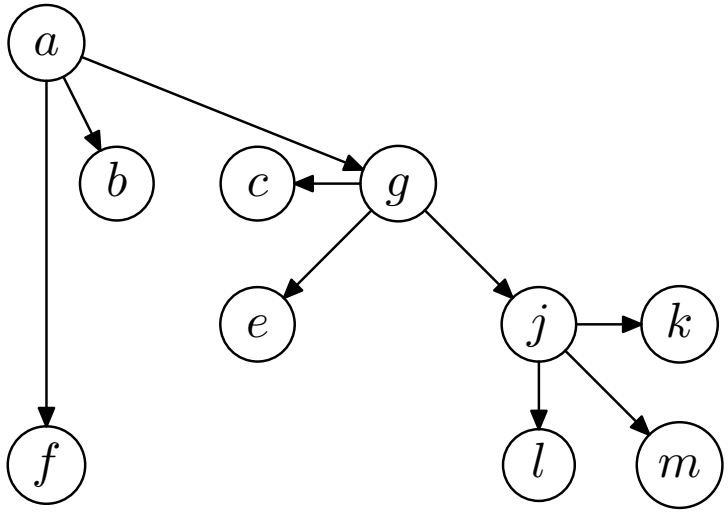
Verem: b, f, c, e, k, l, m

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



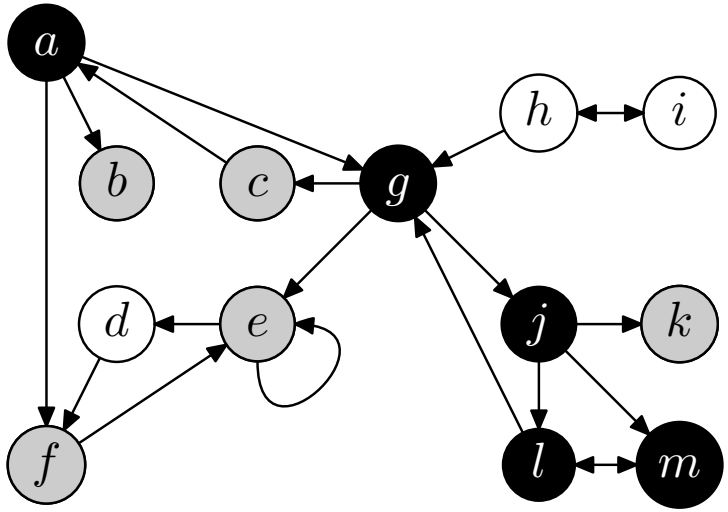


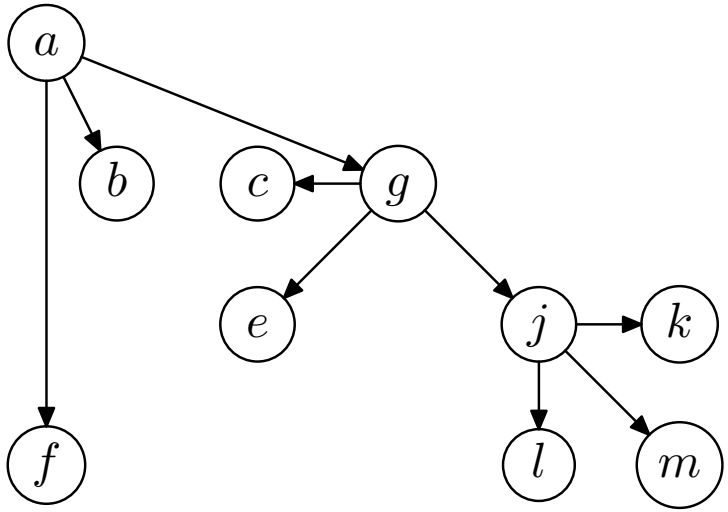
Verem: b, f, c, e, k, l

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



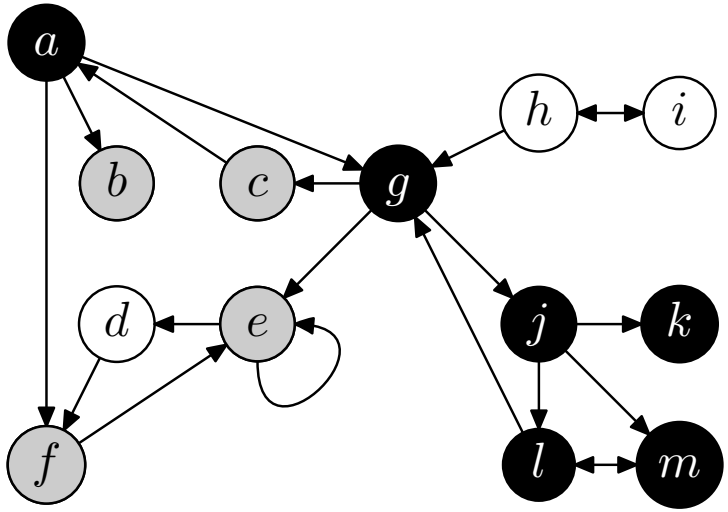


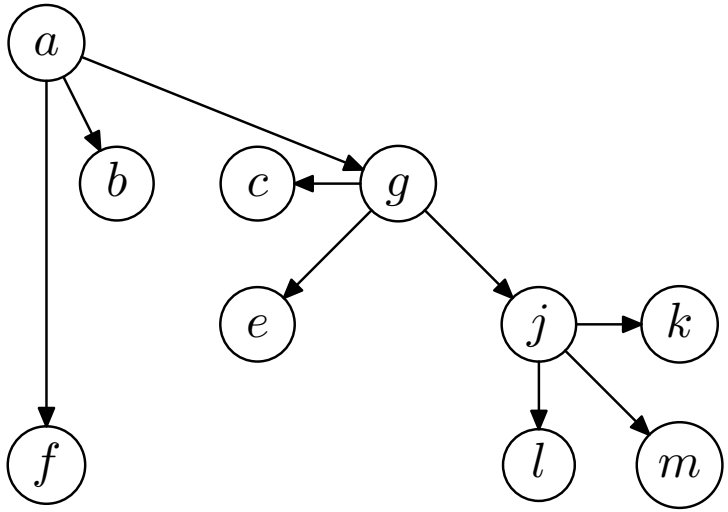
Verem: b, f, c, e, k

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



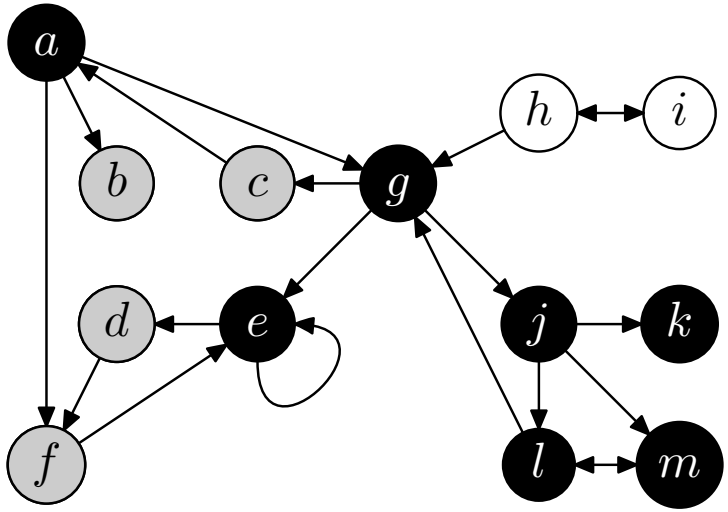


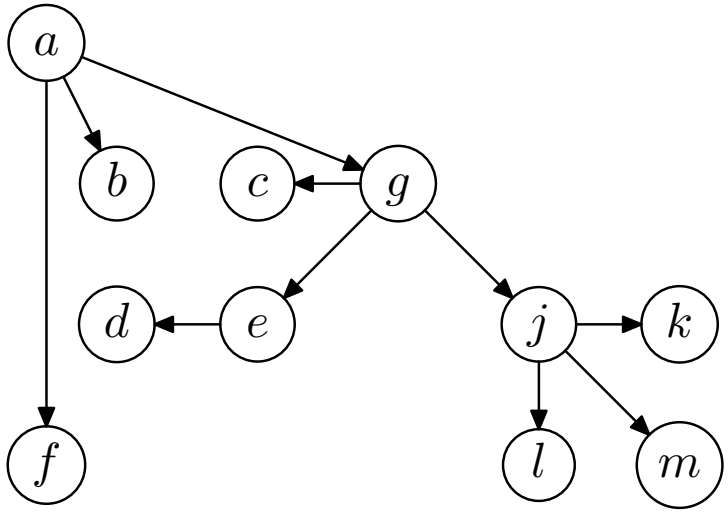
Verem: b, f, c, e

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



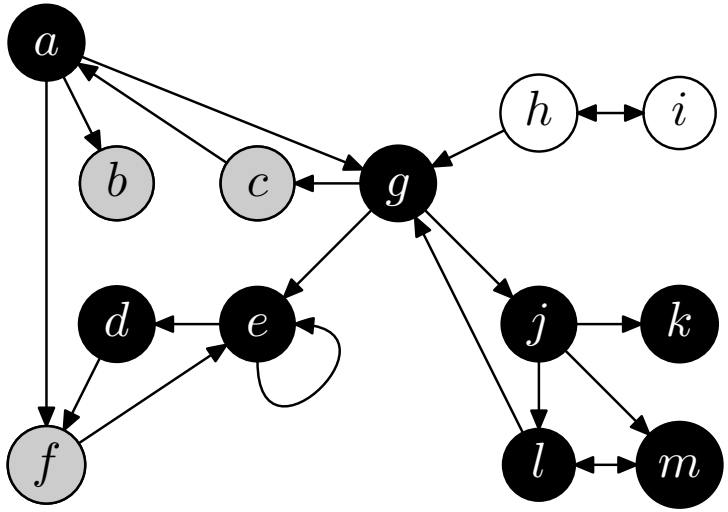


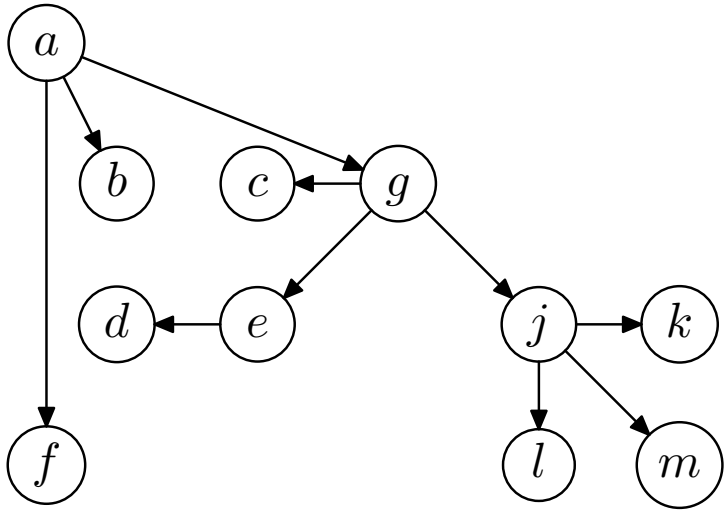
Verem: b, f, c, d

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



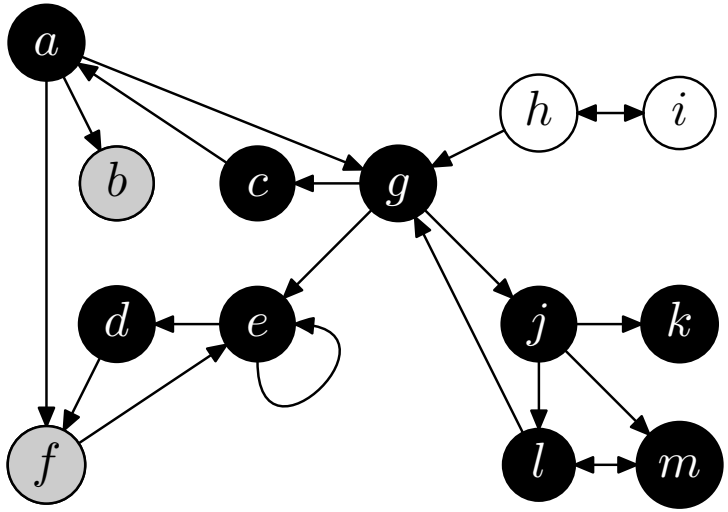


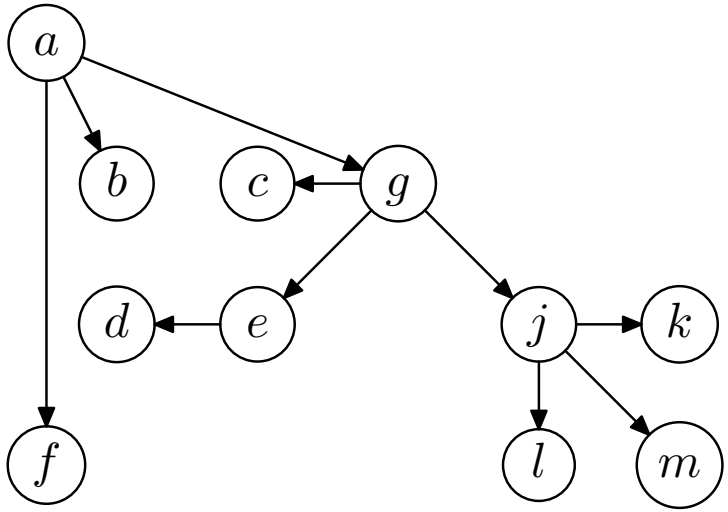
Verem: b, f, c

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



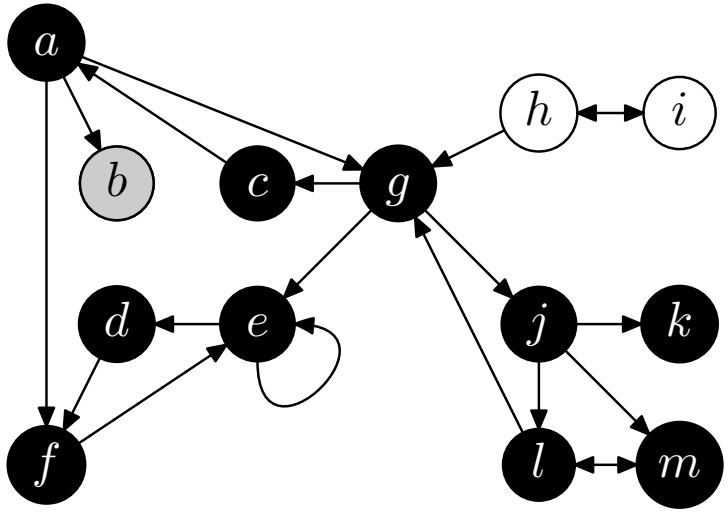


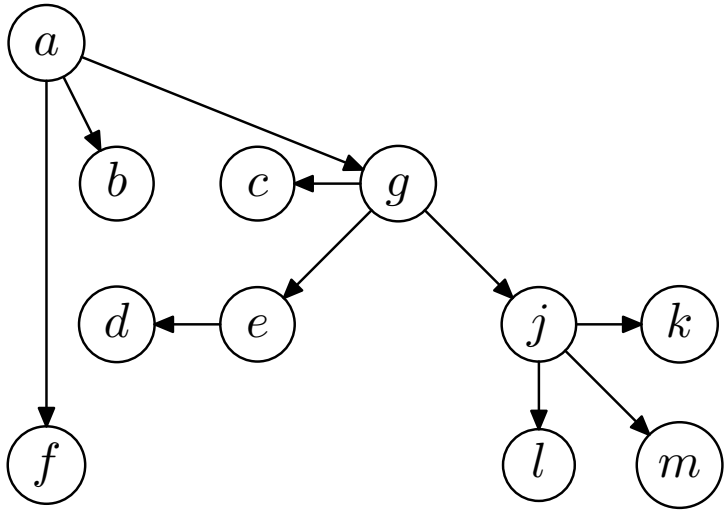
Verem: b, f

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



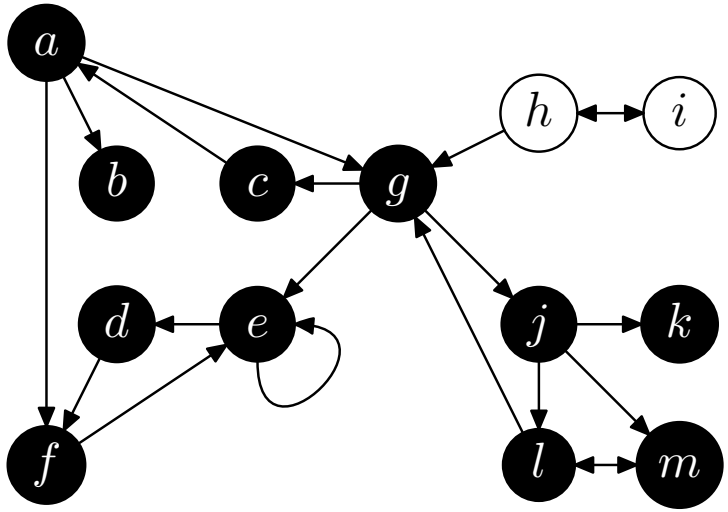


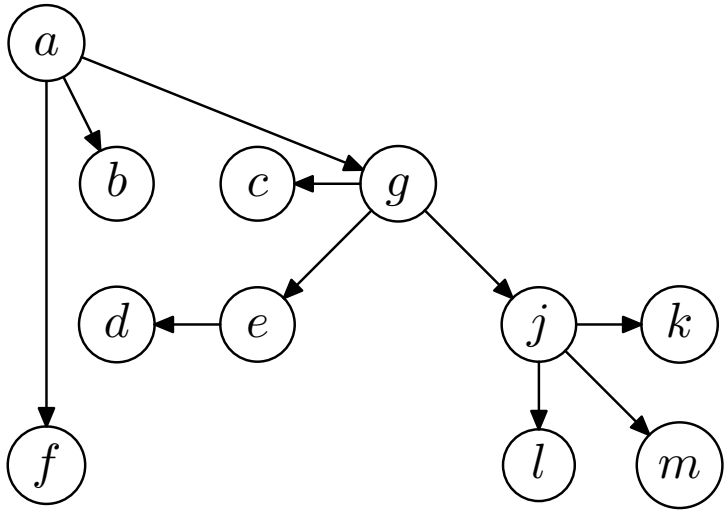
Verem: b

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



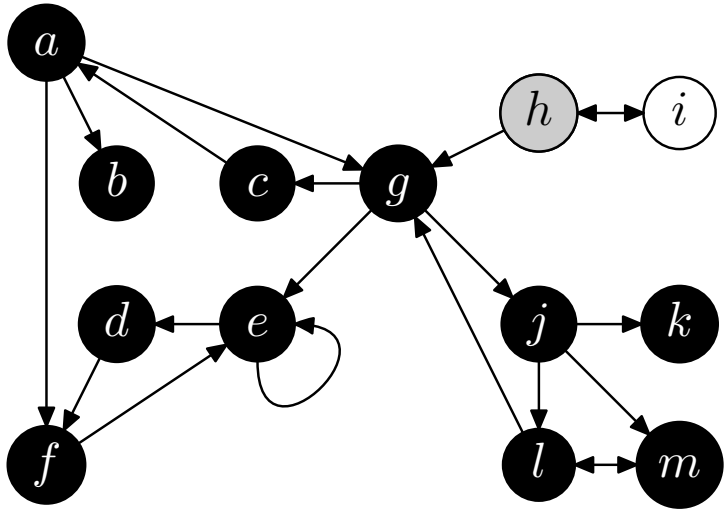


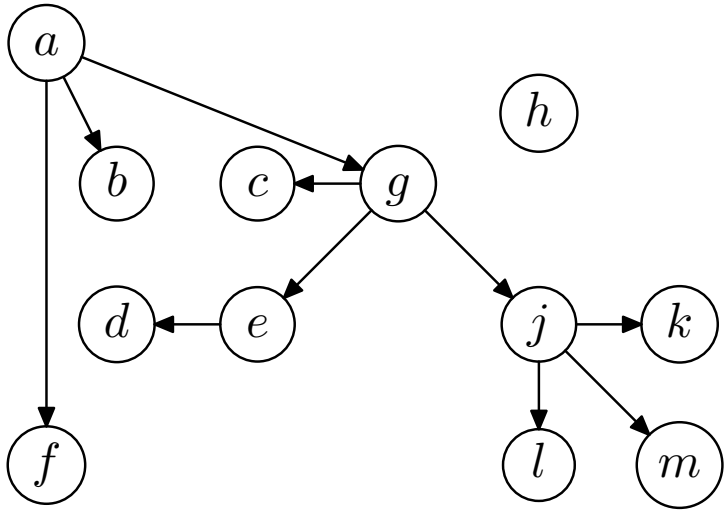
Verem: –

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



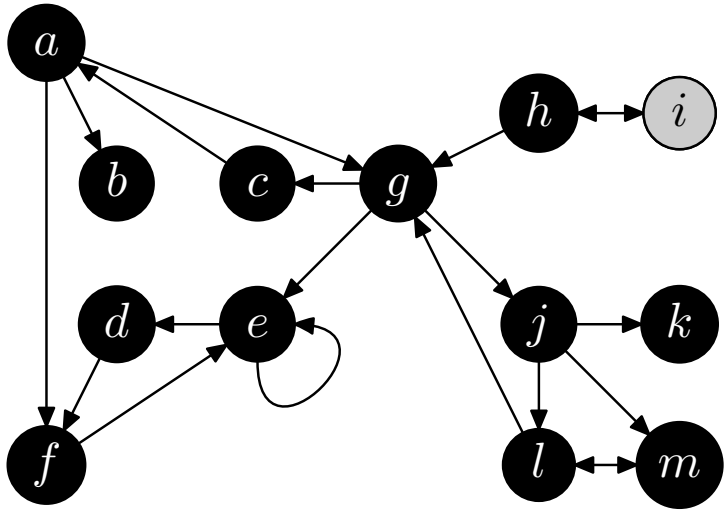


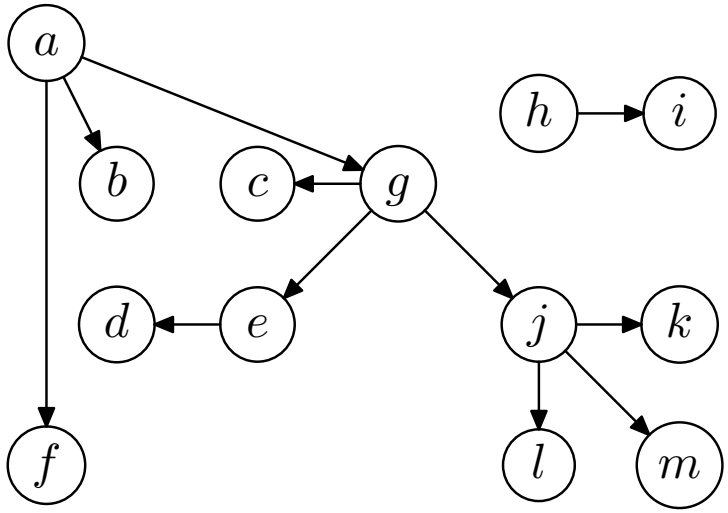
Verem: h

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra



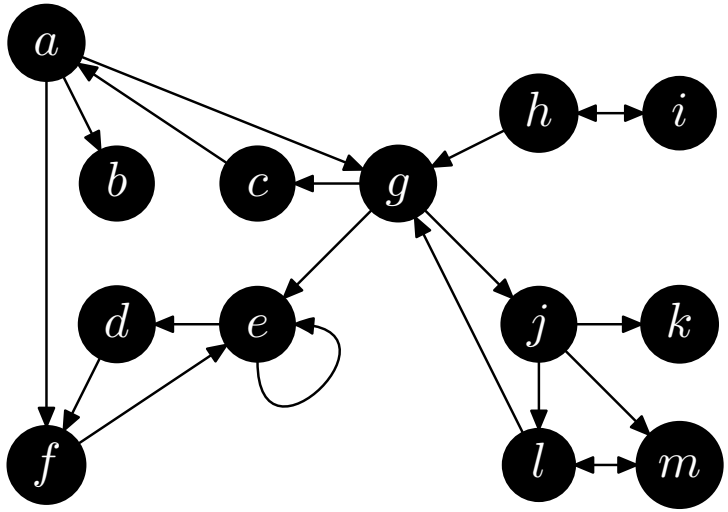


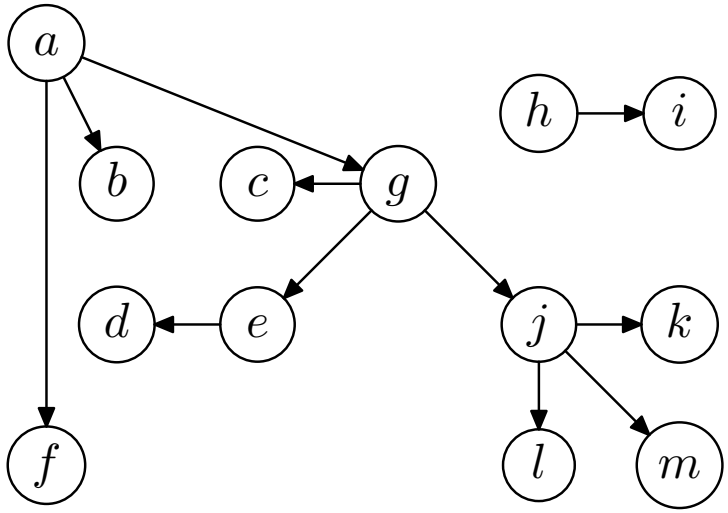
Verem: i

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Példa mélységi bejárásra





Verem: –

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

A gráf reprezentációja

A gráf folytonosan szomszédsági mátrixszal (csúcsmátrixszal) reprezentálható. Egy n adatelemből álló gráf esetén ez egy $n \times n$-es logikai mátrix, amelynek a sorait és oszlopait az elemekkel címkézzük. Ha egy sor címkéjében szereplő elem megelőz egy oszlop címkéjében szereplő elemet, akkor az adott sor és oszlop metszetébe 1-et írunk, különben 0-t. A szomszédsági mátrixban egy adott elem megelőzőit az elem oszlopából, a rákövetkezőit pedig az elem sorából tudjuk kiolvasni.

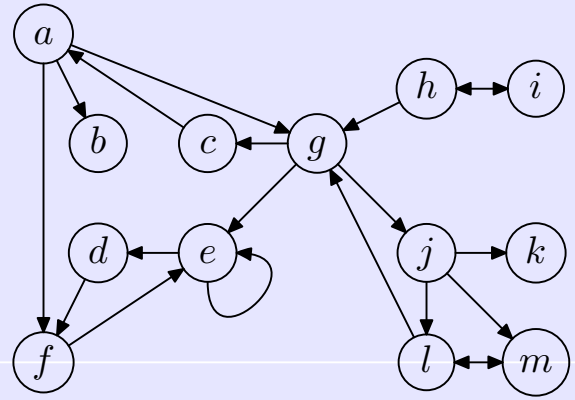
Szétszórt reprezentáció is lehetséges, mégpedig multilistával. Minden adatelem mellett megjelenik egy mutatótömb, ami annyi elemű, ahány rákövetkezője lehet maximálisan egy elemnek. Ez az érték legfeljebb annyi, ahány elemből a gráf állhat. Ha nem szeretnénk korlátozni a rákövetkezők számát, akkor a mutatókat elhelyezhetjük egy dinamikus vektorban, de felfűzhetjük őket egy egyirányban láncolt listába is.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

A gráf reprezentációja

Példa



	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
a	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
e	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
f	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
g	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Gráfelméleti kérdések

Gráfelméleti problémák:

- Annak eldöntése, hogy létezik-e út két adott csomópont között.
- Legrövidebb út keresése két adott csomópont között.
- Annak meghatározása, hogy egy adott csomópontból mely más csomópontokba vezet út.
- Maximális út (a gráf összes csomópontját tartalmazó út) keresése.
- Körút létezésének eldöntése, a leghosszabb körút keresése.
- Annak eldöntése, hogy egy gráf részhalmaza-e egy másik gráfnak.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

A rekord adatszerkezet

Statikus és heterogén adatszerkezet. Mezőkből áll, ezek sorrendje kötött, mindegyiknek saját neve van.

A rekord atatszerkezet műveletei

- A mezők száma létrehozáskor dől el. Tárhelyeket foglalunk le, melyeket a mezőnevekkel azonosítunk, és az egyes tárhelyekre kezdőértékeket helyezhetünk el.
- Bővítés nincs, a létrehozáskor kialakított mezők száma nem változik. A létrehozáskor üresen hagyott mezők azonban – természetesen – kaphatnak értéket (lásd csere).
- Csere: a mezőnév megadásával a hozzá tartozó érték bármikor cserélhető.
- A törlés csak logikai lehet.
- Az elérés közvetlen, a mezőnevek segítségével.
- A rendezés, a keresés és a bejárás nem értelmezett.
- Feldolgozás: a mezőnevek alapján.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

A rekord adatszerkezet

Megjegyzések:

- A rekord reprezentációja általában folytonos.
- A legtöbb programozási nyelv típus szinten közvetlenül támogatja a rekord adatszerkezetet. Egyes programozási nyelvekben a rekord típus dinamikusan kezelhető. A rekordnak ilyenkor van egy fix és egy változó része. A változó rész elemeit (mezőit) általában egy diszkriminátor értéke alapján határozzuk meg, ami a rekord fix részének az egyik mezője.
- A rekord adatszerkezet nem játszik fontos szerepet a memóriában tárolt adatszerkezeteknél, alapvető szerepe van viszont az állományoknál.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord

Memóriában tárolt adatszerkezetek – végszó

Az egyes adatszerkezetekben tárolt értékek lehetnek:

- atomiak vagy
- összetettek.

Megengedhető, hogy egy adatszerkezetben egy adatelem maga is egy adatszerkezet legyen. Ez az ortogonalitás elve: bármelyik adatszerkezet adateleme lehet bármilyen adatszerkezet.

Kósa Márk
Pánovics János
Szathmáry László

Hierarchikus lista
Hálós adatszerkezet (gráf)
Rekord