

Heurisztikák BitTorrent hálózatok max-min méltányos sávszélesség-kiosztására

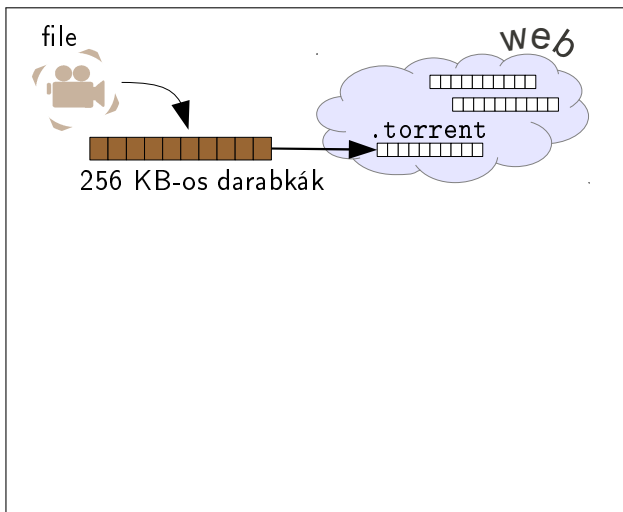
Dobjánné Antal Elvira¹ és Vinkó Tamás²

¹Pallasz Athéné Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar

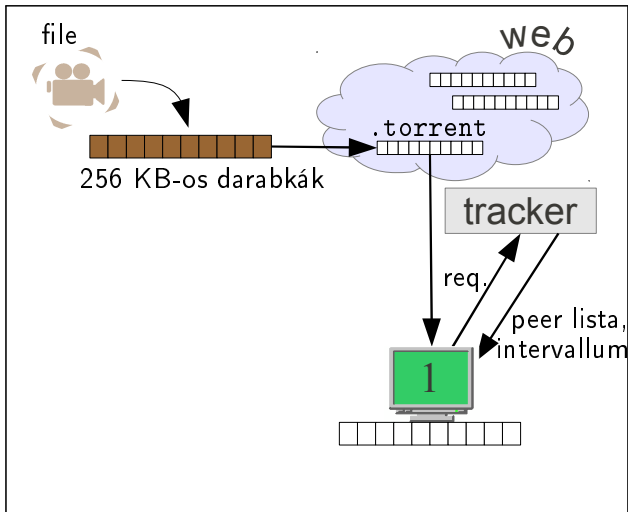
²Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet

XXXII. Magyar Operációkutatás Konferencia
Cegléd, 2017. június 16.

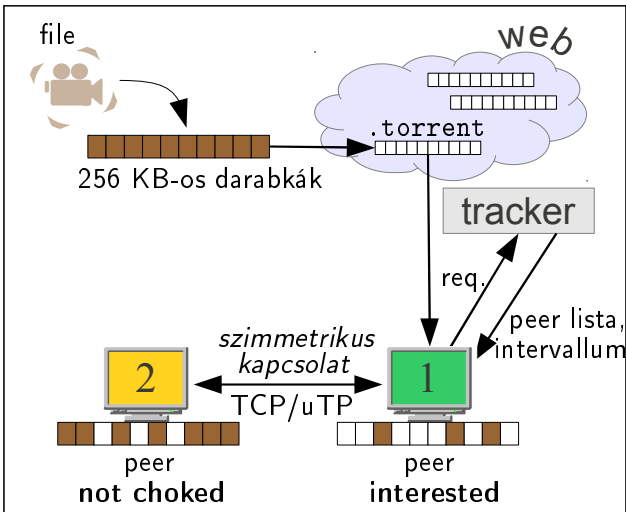
BitTorrent protokoll



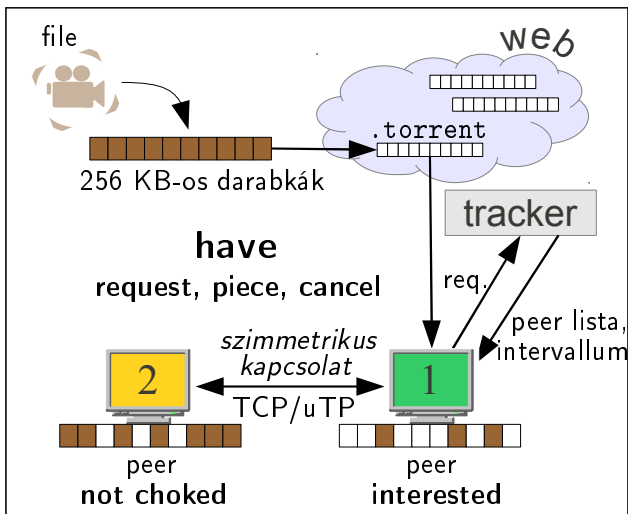
BitTorrent protokoll



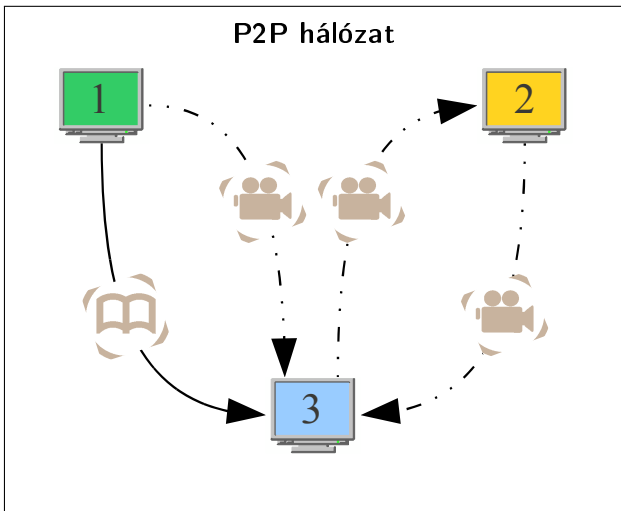
BitTorrent protokoll



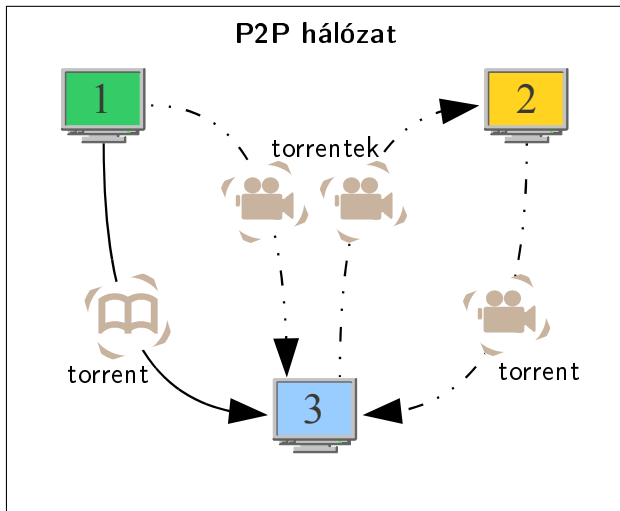
BitTorrent protokoll



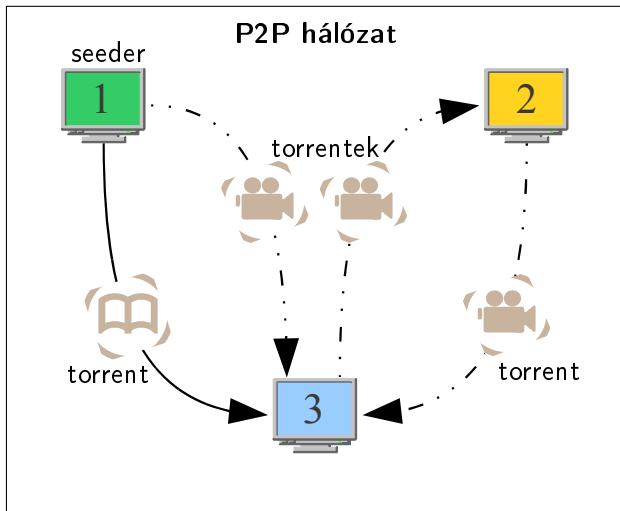
BitTorrent közösség



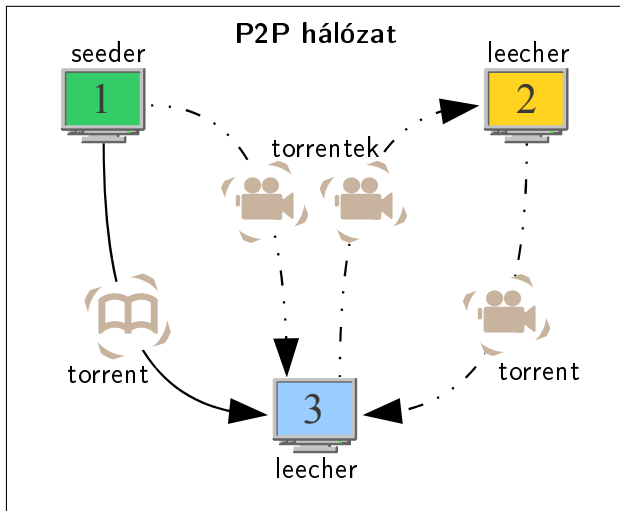
BitTorrent közösség



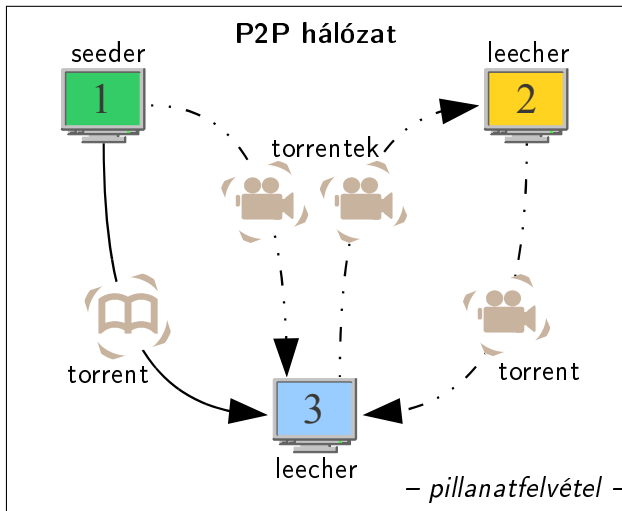
BitTorrent közösség



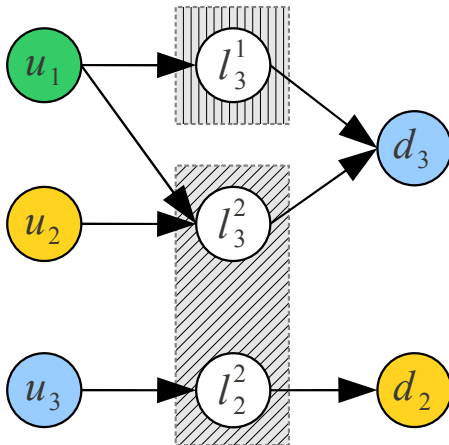
BitTorrent közösség



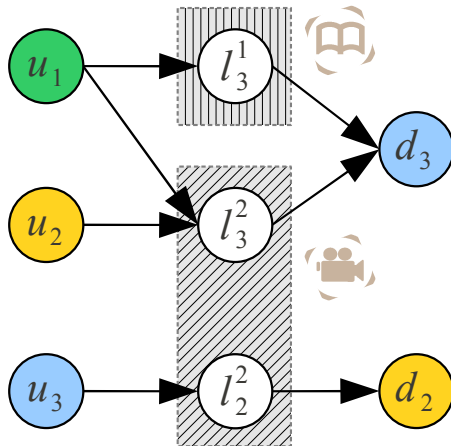
BitTorrent közösség



Gráf reprezentáció

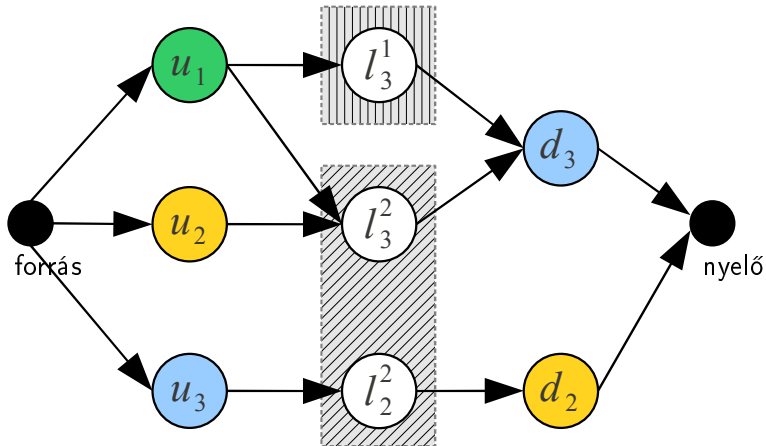


Gráf reprezentáció

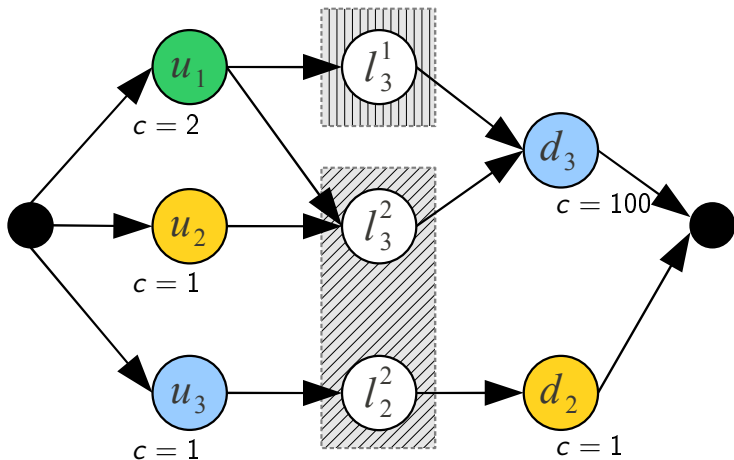


– rajközi (inter-swarm) szinten vizsgálódunk –

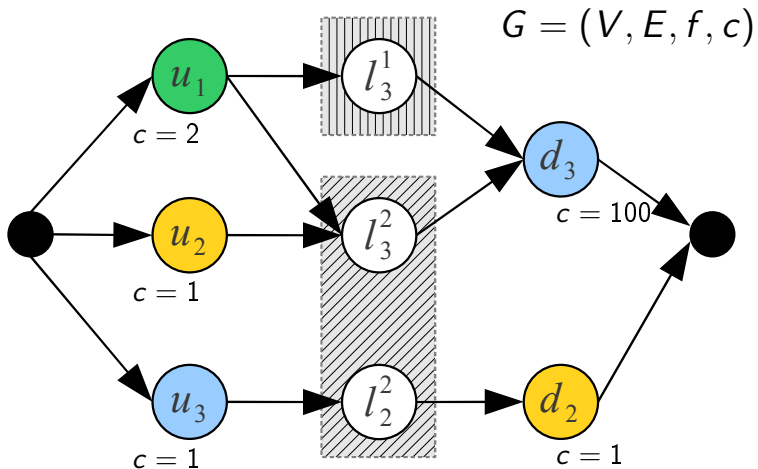
Hálózati folyam modell



Hálózati folyam modell



Hálózati folyam modell



Lehetséges célok

- ▶ Maximális folyam.

$$\max \sum_{e \in E_D} f(e)$$

- ▶ Max–min méltányosság.

$$\max \min_{e \in E_D} \{ f(e) \}$$

A sávszélesség-kiosztás akkor *max-min méltányos*, ha bármely $e \in E_D$ letöltő élre igaz, hogy az $f(e)$ folyam csak egy másik $e' \in E_D$ letöltő él $f(e')$ folyam értéke csökkentésével növelhető, amelyre $f(e') < f(e)$.

Lehetséges célok

- ▶ Maximális folyam.

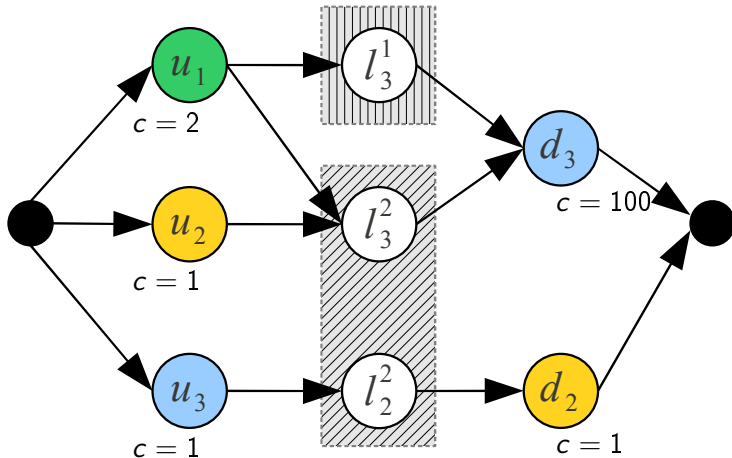
$$\max \sum_{e \in E_D} f(e)$$

- ▶ Max–min méltányosság.

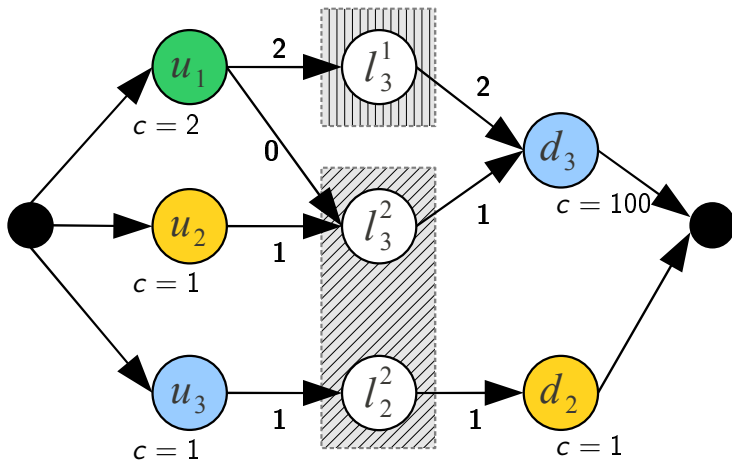
$$\max \min_{e \in E_D} \{ f(e) \}$$

A sávszélesség-kiosztás akkor *max-min méltányos*, ha bármely $e \in E_D$ letöltő élre igaz, hogy az $f(e)$ folyam csak egy másik $e' \in E_D$ letöltő él $f(e')$ folyam értéke csökkentésével növelhető, amelyre $f(e') < f(e)$.

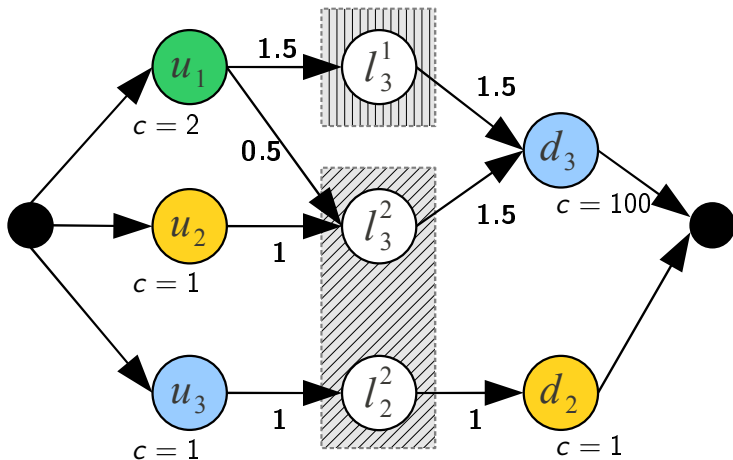
Példa: maximális folyam



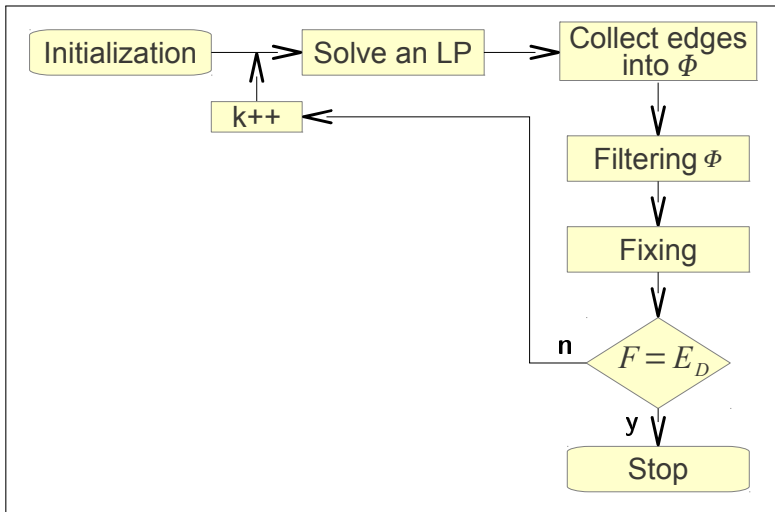
Példa: maximális folyam



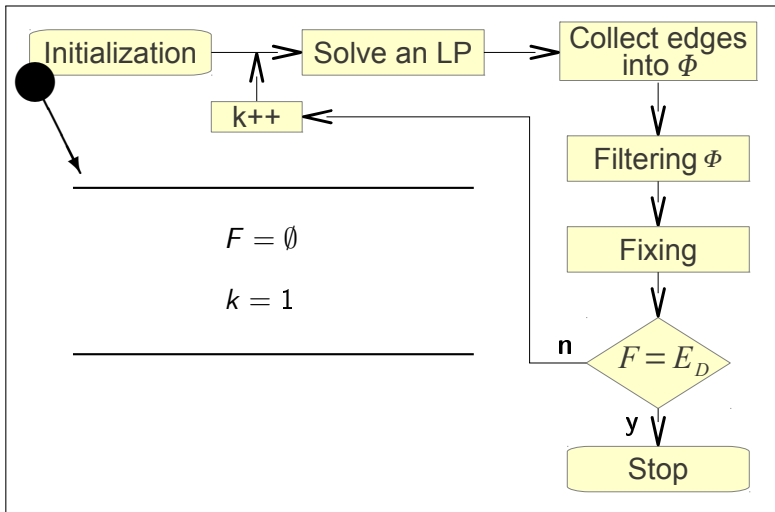
Példa: max-min méltányosság



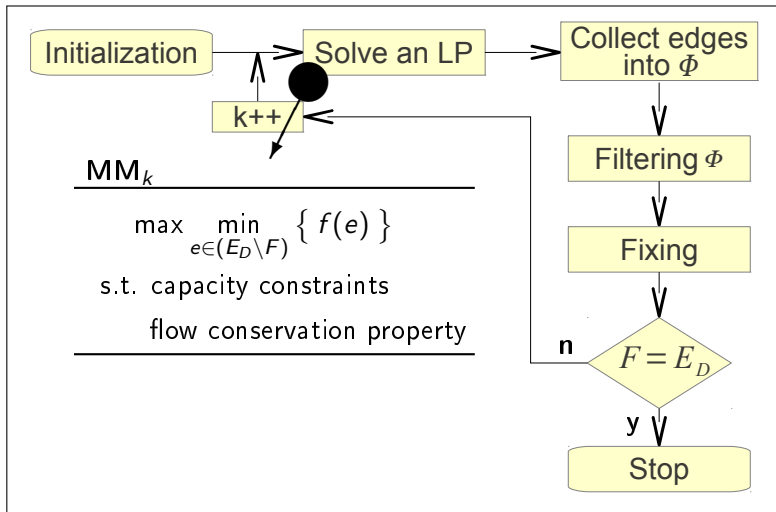
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



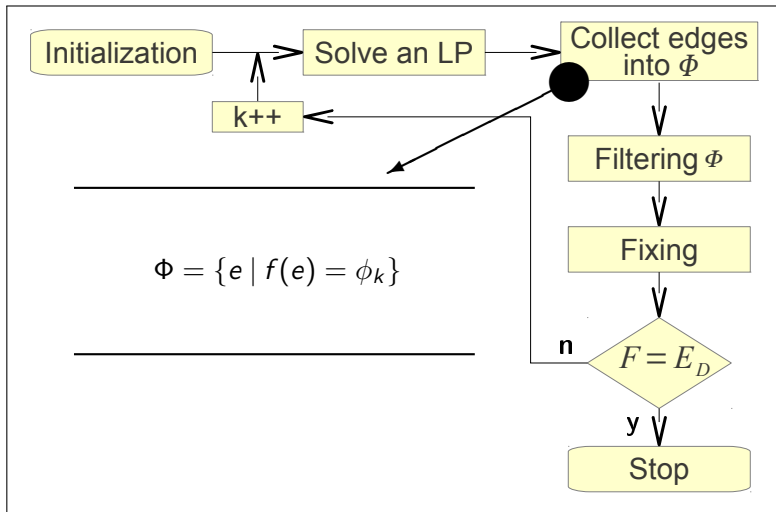
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



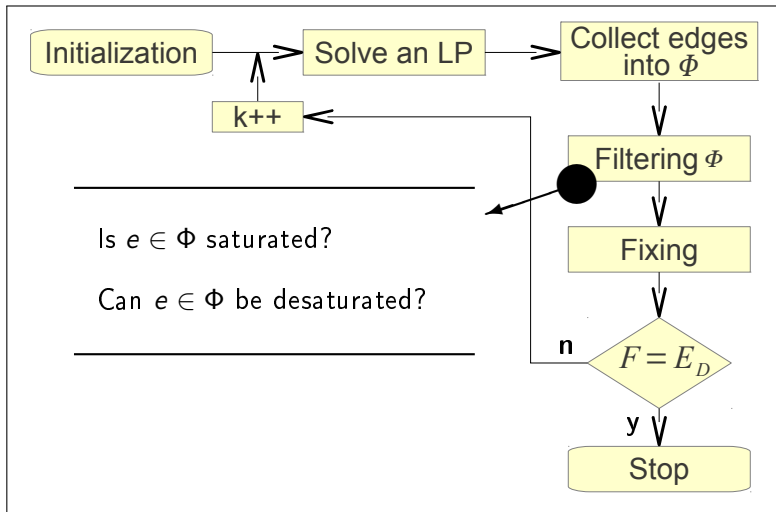
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



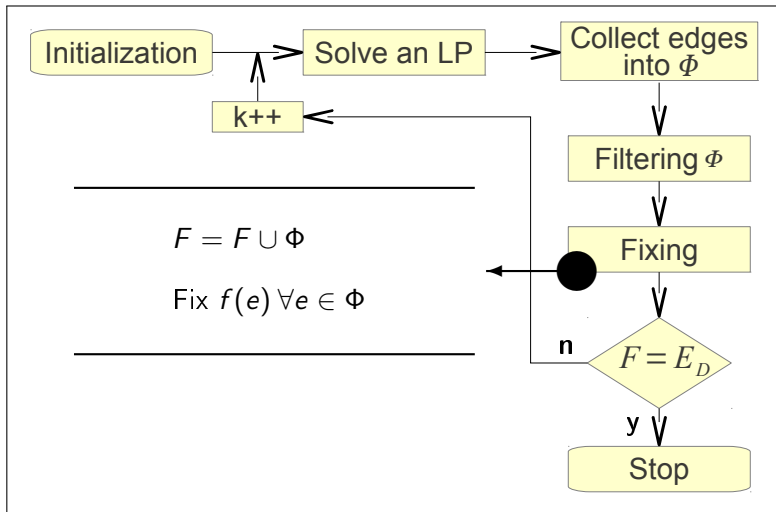
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



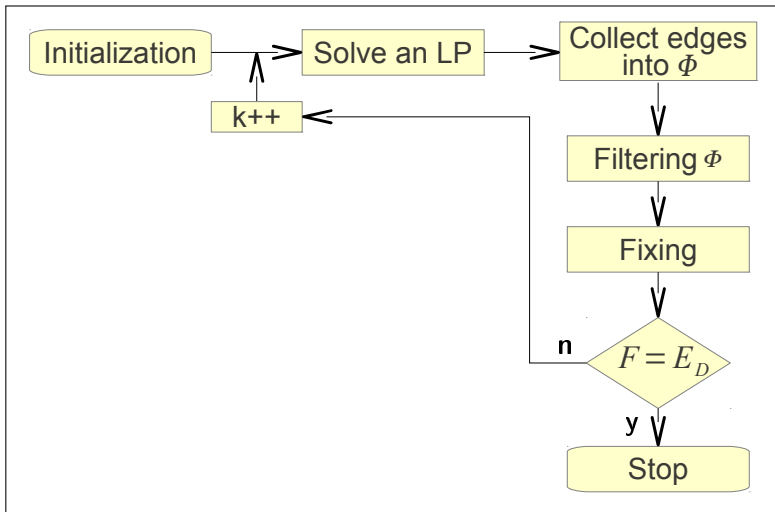
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



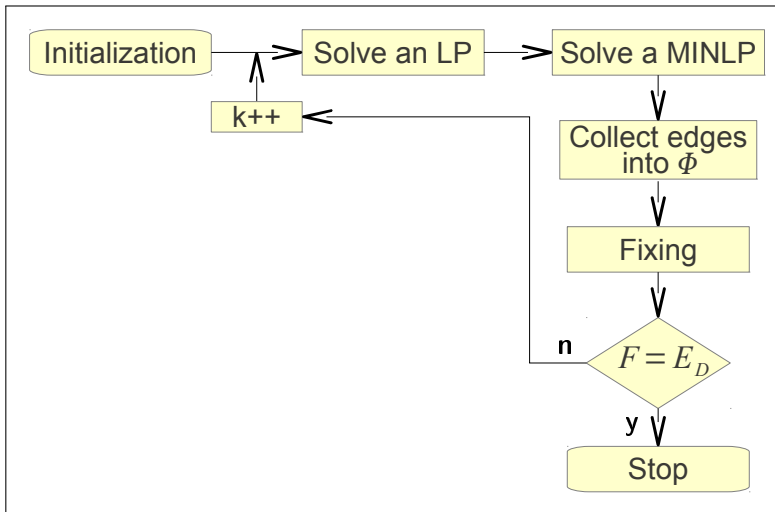
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



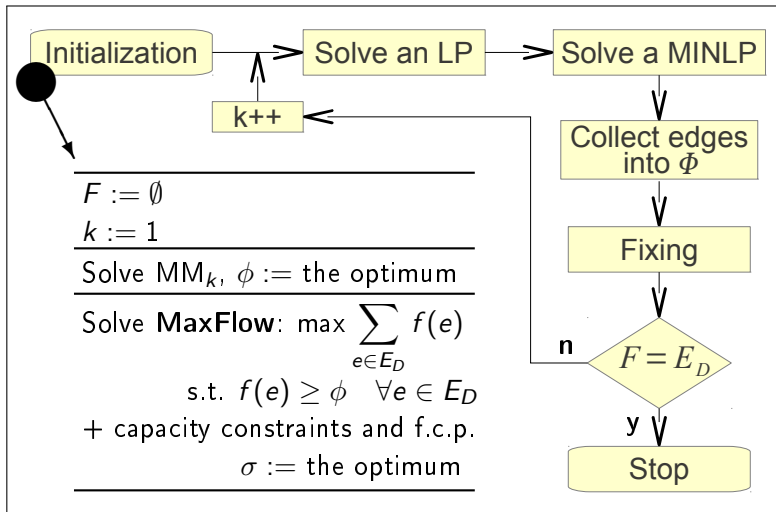
Hogyan számoljuk? (Capotă és mtsai., 2011)



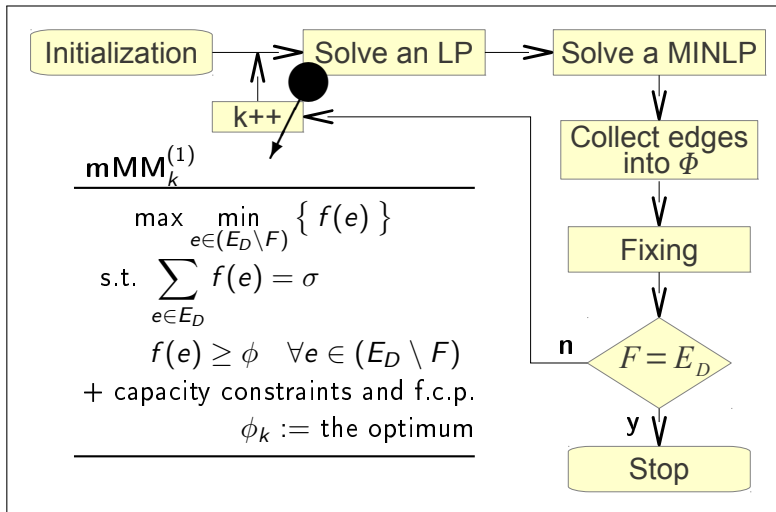
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



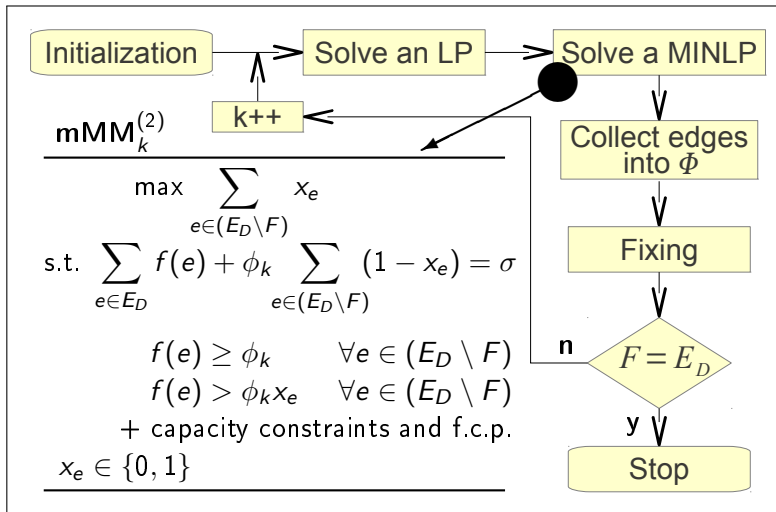
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



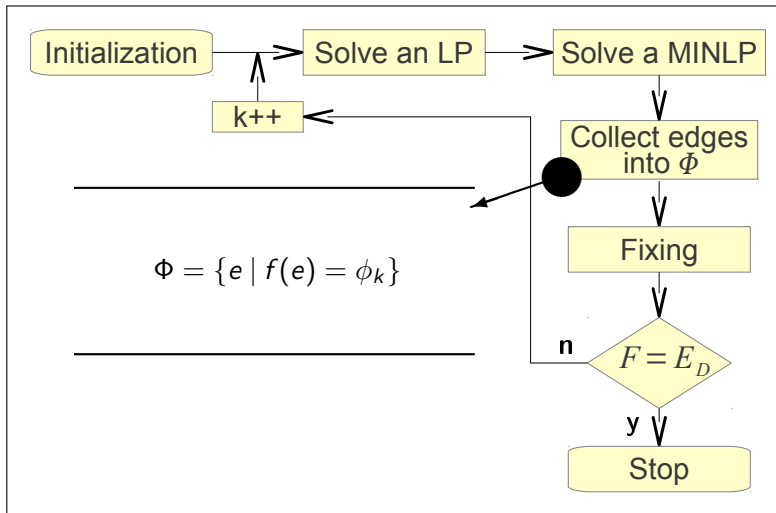
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



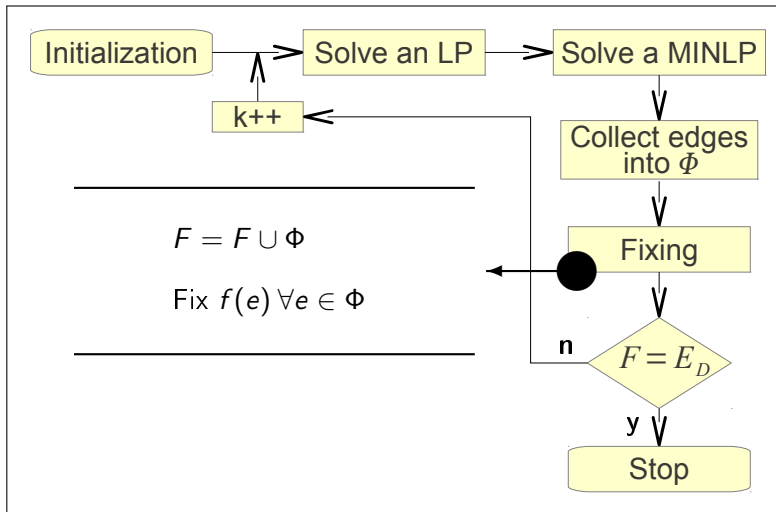
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



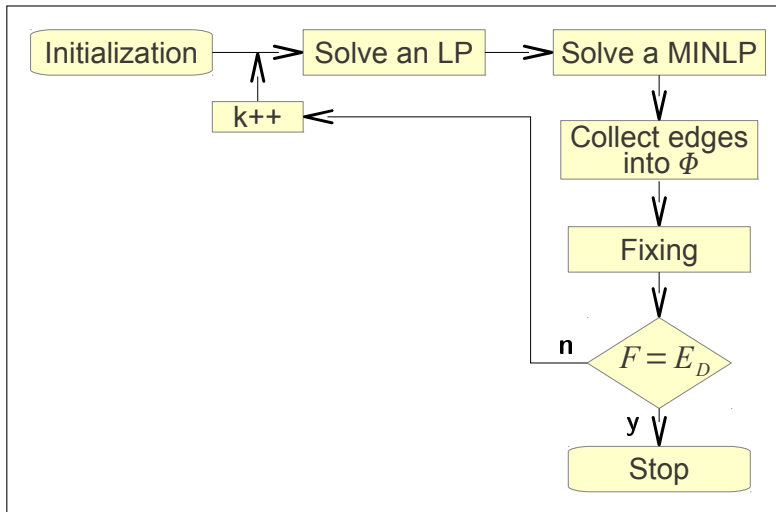
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



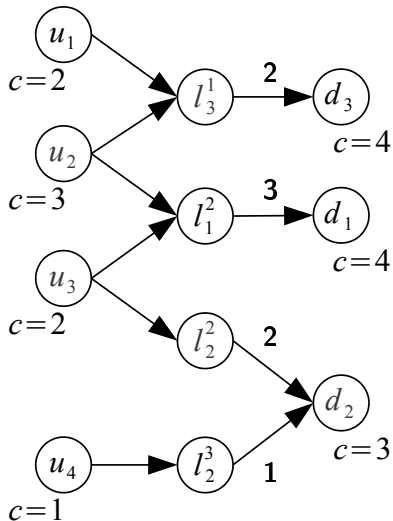
Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



Hogyan számoljuk? (Antal és Vinkó, 2017)



Példa



MaxMin-r: McCormick átírás

Új, folytonos változókat helyettesítünk a bilineáris kifejezések helyére:

$$p_e := f(e) x_e,$$

ahol $\forall e \in (E_D \setminus F) : p_e \in \mathbb{R}^+$.

Az átírás négy új korlátot igényel minden új változóra:

$$p_e \leq f(e) \quad \forall e \in (E \setminus F), \quad (1)$$

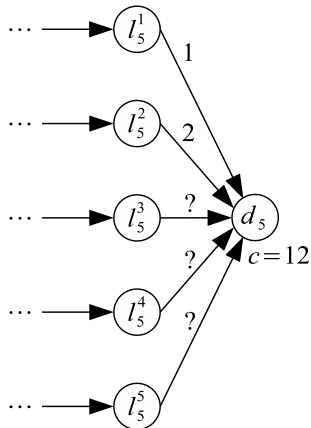
$$p_e \leq \delta x_e \quad \forall e \in (E \setminus F), \quad (2)$$

$$p_e \geq f(e) - \delta(1 - x_e) \quad \forall e \in (E \setminus F), \quad (3)$$

$$p_e \geq 0 \quad \forall e \in (E \setminus F). \quad (4)$$

MaxMin-r: Előmegoldás

Dimenzió-csökkentés lehetősége a MI(N)LP megoldása nélkül:



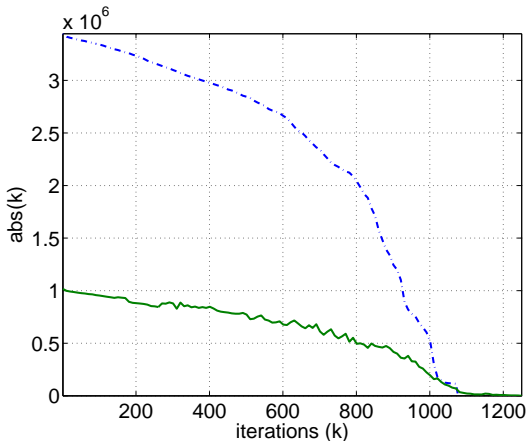
$$\phi_k = 3$$

Tesztetek

- ▶ a BitSoup.org közösségből származó adatok
- ▶ rendre 500, 1000, 1500 és 2000 torrentet (és a kapcsolódó U, L, D csúcsokat és éleket) tartalmaznak

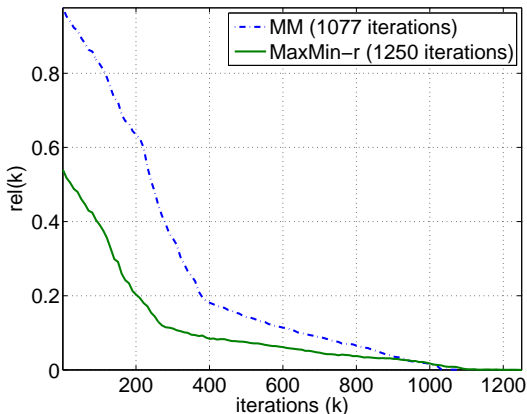
Gráf	$ U \cup D \cup L $	$ E $	$ E_D $
G_{500}	6 984	43 410	1 411
G_{1000}	14 702	272 231	3 533
G_{1500}	18 333	269 165	4 962
G_{2000}	23 670	524 054	7 326

Eredmények minősége a 2000-torrentes példán



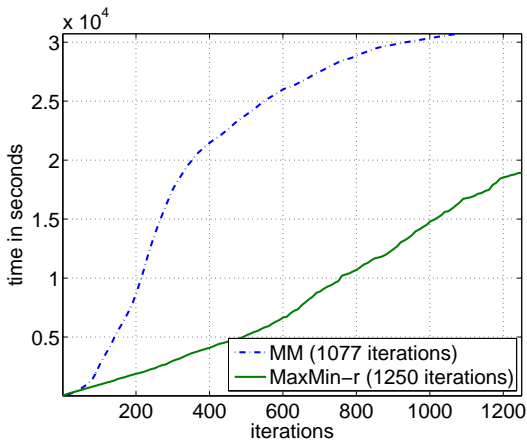
teljes abszolút eltérés az optimális megoldástól
(szaggatott: Capotă és mtsai., folytonos: Antal és Vinkó)

Eredmények minősége a 2000-torrentes példán



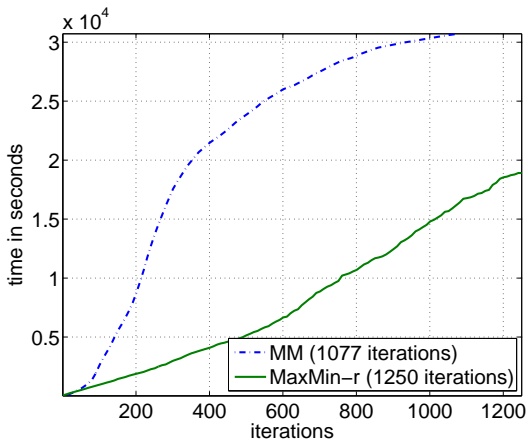
azon letöltési élek aránya, amelyekre a kiosztott és az optimális folyamat közti relatív eltérés több, mint öt százalék

Futási idők a 2000-torrenetes példán



futási idő másodpercben

Egy iteráció a *MaxMin-r* algoritmussal

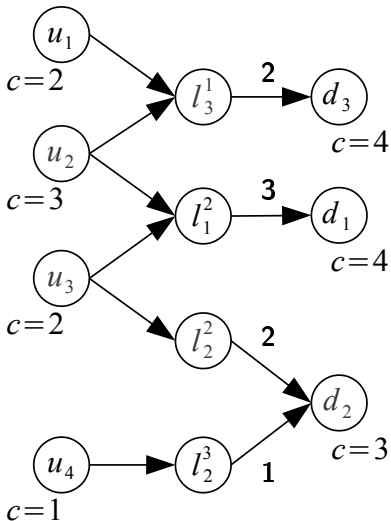


futási idő másodpercben

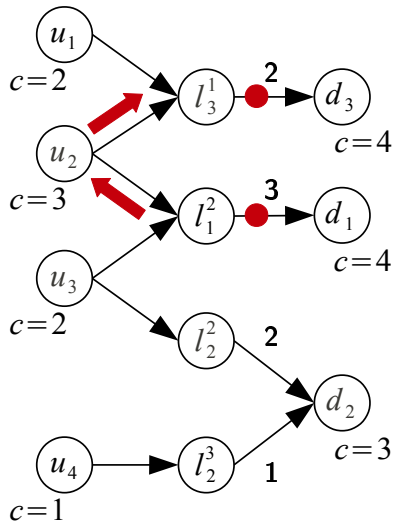
1. iteráció: 46 mp

1250. iteráció: 18 905 mp

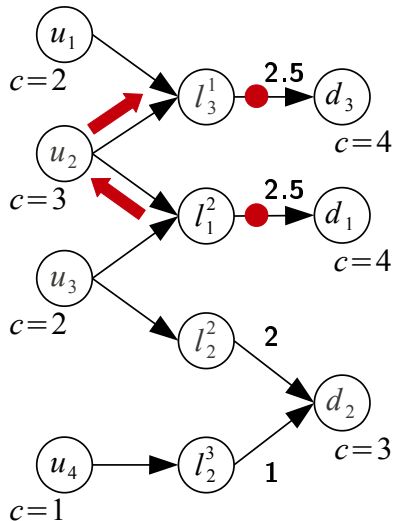
Egy iteráció + heurisztika



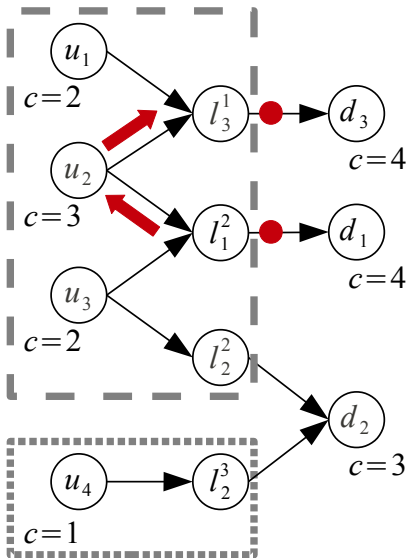
Egy iteráció + heurisztika



Egy iteráció + heurisztika



Egy iteráció + heurisztika



Egy iteráció + heurisztika

Paraméterek:

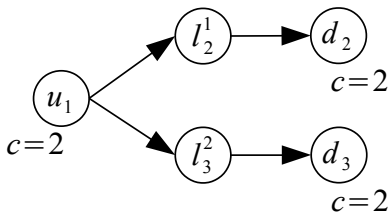
- ▶ Hány iteráció történjen *MaxMin-r*-el?
- ▶ Javító út maximális megengedett hossza?
- ▶ Adott élen folyó folyam mekkora hányadát csoportosítsuk át?
- ▶ Honnan–hová megengedett az átcsoportosítás:
 - ▶ Mekkora különbség legyen a két végpont folyama között?
 - ▶ Melyik kvantilisbe tartozzanak?

Megállási feltételek:

- ▶ max. iterációszám
- ▶ max. sikertelenség (adott úthosszon belül)
- ▶ max. sikertelenség egymás után
- ▶ az összes letöltő él kipróbálása után

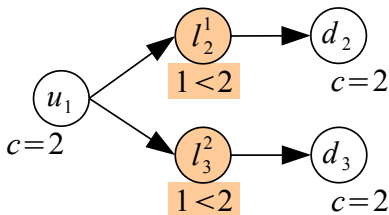
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,u}$



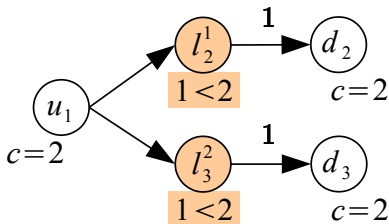
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,u}$



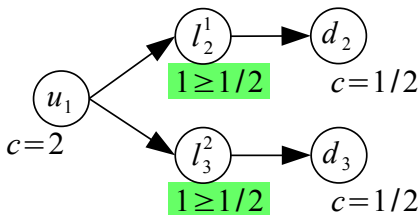
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,u}$



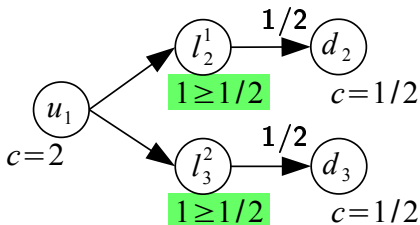
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,d}$



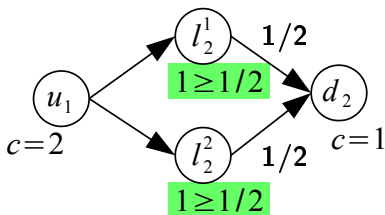
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,d}$



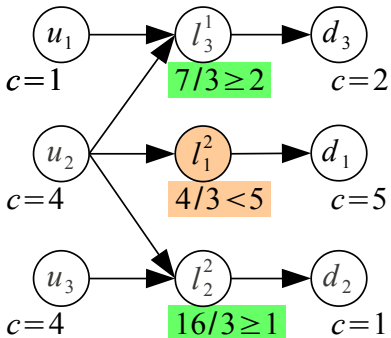
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,d}$



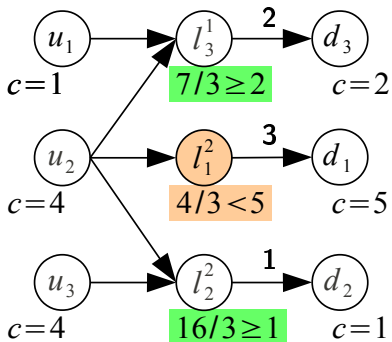
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,d}$



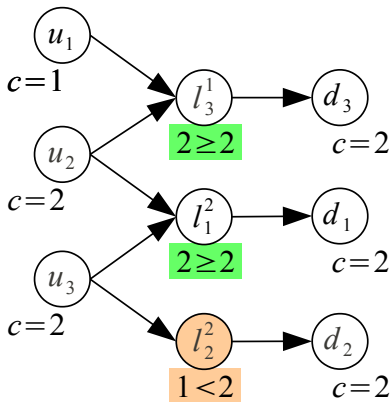
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{p,d}$



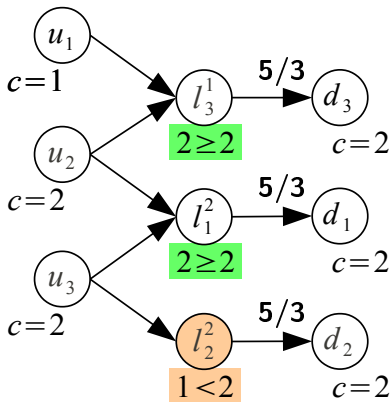
Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{sp,u}$



Fixálás a gráf struktúrája alapján

Mi korlátozza a letöltő folyamatot? – $c_{sp,u}$



Fixálás a gráf struktúrája alapján

$$f(l, d) \geq \min (c_{p,u}(l), c_{p,d}(l), c_{sp,u}(l))$$

Graph	it1	it1+he	struct	struct+he
G_{500}	23.39%	23.39%	18.63%	
G_{1000}	37.25%	37.25%		
G_{1500}	46.31%	46.31%		
G_{2000}	54.05%	54.07%		

Fixálás a gráf struktúrája alapján

$$f(l, d) \geq \min (c_{p,u}(l), c_{p,d}(l), c_{sp,u}(l))$$

Graph	it1	it1+he	struct	struct+he
G_{500}	23.39%	23.39%	18.63%	
G_{1000}	37.25%	37.25%		
G_{1500}	46.31%	46.31%		
G_{2000}	54.05%	54.07%		

Hivatkozások



Capotă, M., Andrade, N., Vinkó, T., Santos, F., Pouwelse, J., Epema, D.:

Inter-swarm resource allocation in bittorrent communities.

In: Proceedings of IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2P 2011), pp. 300–309 (2011)



Antal, E., Vinkó, T.:

Modeling max-min fair bandwidth allocation in BitTorrent communities.

Computational Optimization and Applications, 66:2, pp. 383–400 (2017)



Dobjánné Antal E., Vinkó T.:

Egy nemlineáris vegyes-egészértékű optimalizálási feladat különféle modelljeinek komparatív elemzése.

az Alkalmazott Matematikai Lapokban való közlésre elfogadva (2017)