

# Hálózati Algoritmusok

2015

## GLS: Egy skálázható helymeghatározó szerviz

Jinyang Li, John Jannotti, Douglas S. J. De Couto,  
David R. Karger, Robert Morris:

**A Scalable Location Service for Geographic Ad Hoc Routing,**  
Mobicom, 2000.

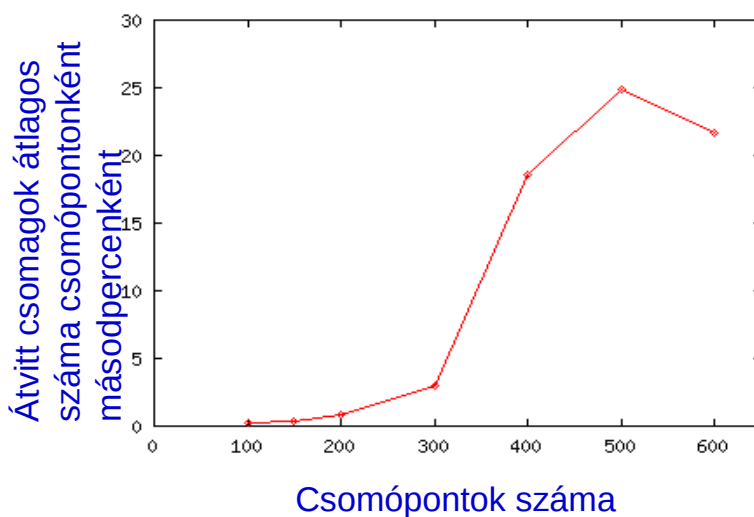
## Áttekintés

- Motiváció a GRID Location Service-hez (GLS):
  - Skálázható routing nagy ad hoc hálózatokban több 1000 csomópont
- Protokoll skálázhatósága:
  - A **csomagok száma**, amit minden csomópontnak továbbítania kell és a csomópontoknak **társzükséglete** az állapotok nyilvántartásához lassan növekszik a hálózat növekedésével.

# Klasszikus Routing Stratégiák

- Tradicionális skálázható Internet routing
  - a címek aggregálása (CIDR) akadályozza a mobilitást
- Proaktív módszerek (a topológia proaktív elterjesztése (pl. DSDV))
  - Lassan reagál a mobilitásra nagyobb hálózatban
- On-demand elárasztásos lekérdezések (pl. DSR)
  - Túl nagy protokoll-overhead nagy hálózatokban

## Az elárasztás túl nagy overhead-et okoz nagyobb hálózatokban

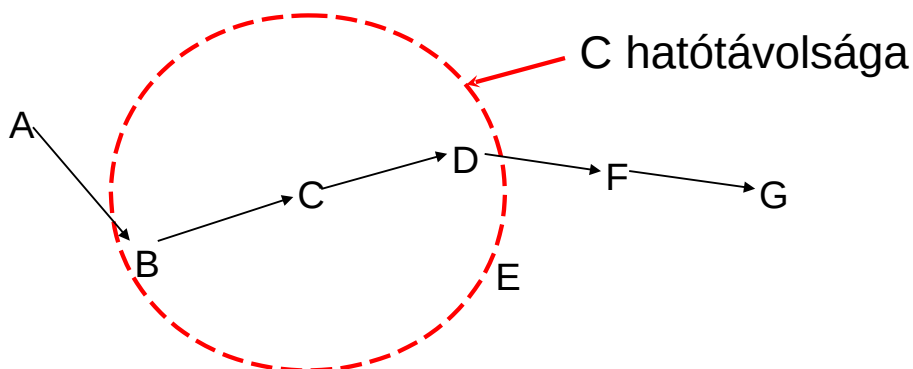


Elárasztás alapú „on-demand” routing jól működik kis hálózatokban .

Hogyan lehet megoldani a routing-ot anélkül, hogy a topológiát ismerjük?

## „Geographic Forwarding” jól skálázható

- Feltesszük, hogy minden csomópont ismeri a földrajzi pozícióját.



- A megcímezi a csomagot G pozíciójával
- C csak a közvetlen szomszédainak a pozícióját kell hogy ismerje ahhoz, hogy továbbítsa G felé a csomagot.
- „Geographic forwarding”-hoz (pozíció alapú routing-hoz) helymeghatározó szervíz kell (location service)!

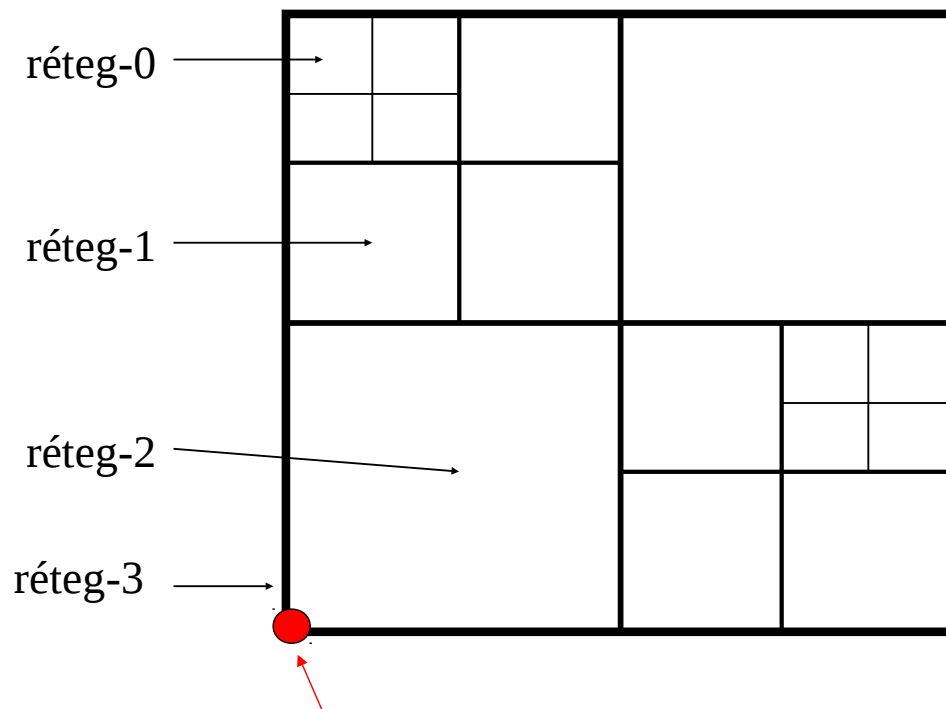
## Lehetséges Helymeghatározó Szervíz Megoldások

- Elárasztás, hogy megkapjuk a célcsomópont pozícióját (LAR, DREAM).
  - Hatalmas mennyiségű elárasztó üzenet
- Centralizált statikus helymeghatározó szerver
  - Nem hibatoleráns
  - Túl nagy terhelés a szerveren és a hozzá közeli csomópontokon
  - A szerver nagyon messze lehet akkor is, ha közeli csomópont helyét akarjuk meghatározni. Ha a hálózat partíciókra bomlik, lehet, hogy elérhetetlenné válik a szerver.
- Minden csomópont helymeghatározó szerverként szolgál néhány más csomóponthoz.
  - Jól elosztja a terhelést és hibatoleráns.

# Egy Elosztott Helymeghatározó Szerviz megkívánt tulajdonságai

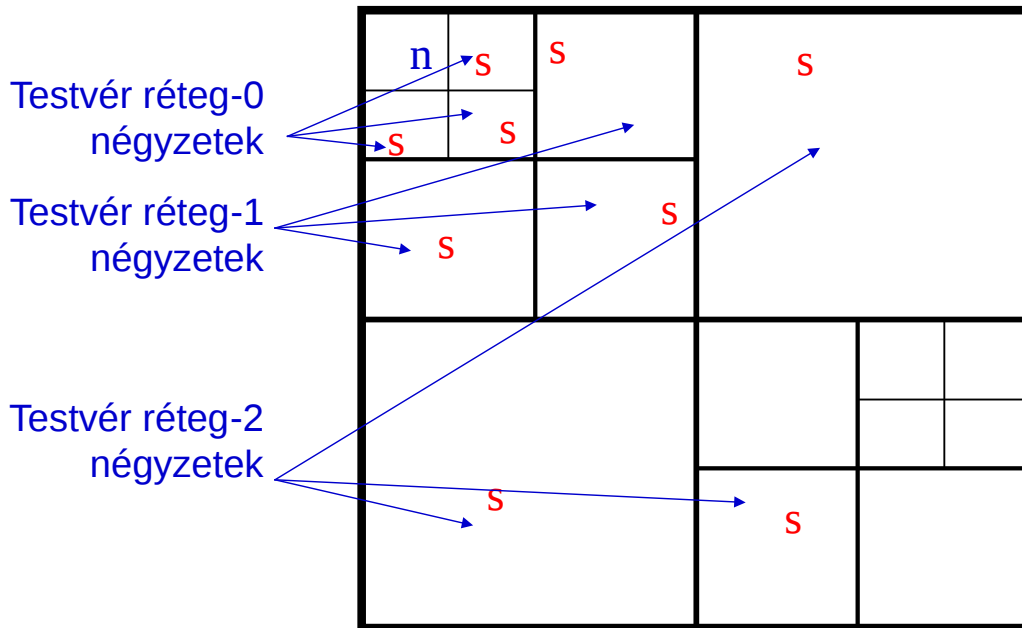
- A terhelés egyenletes elosztása a csomópontokon.
- Tűrje a csomópontok kiesését.
- Közeli csomópontokra vonatkozó lekérdezések maradjanak lokálisak.
- A csomópontonkénti tár és a kommunikációs költség lassan növekedjen, ha a hálózat mérete nő.

## Térbeli Hierarchia a GLS-ben



Minden csomópont ismeri az origót

## Csomópontonként 3 Szerver Rétegenként

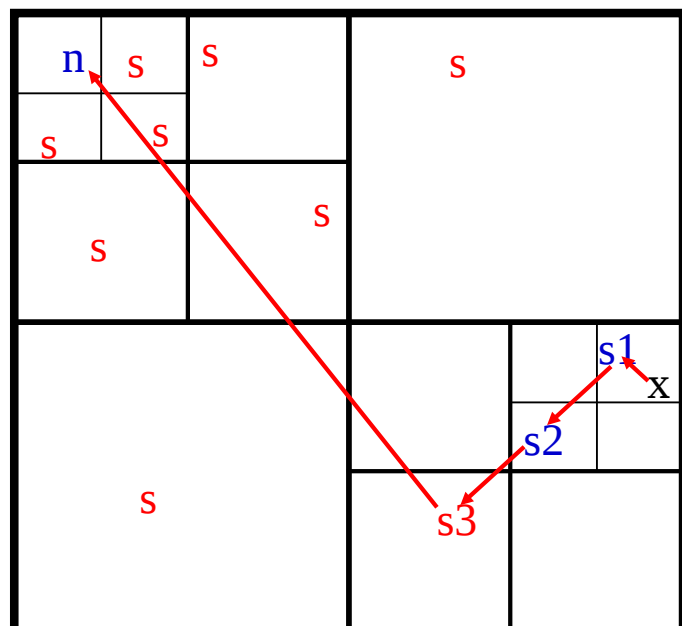


- $n$  helymeghatározó szervere  $s$  az  $R$  négyzetben az a csomópont, amelynek a random ID-je nagyobb, mint  $n$  ID-je és azok közül a legkisebb ( $n$  rákövetkezője  $R$ -ben)
- minden réteg-0 négyzetben minden csomópont ismeri minden más csomópont pozícióját

## Lekérdezések

Hogyan deríti ki  $x$  az  $n$  csomópont helyét?

- $x$  küld egy helymeghatározó lekérdezés csomagot
- Legyen  $i=0$  és  $s_0=x$
- Ha  $s_i$  tárolja  $n$  pozícióját, vége.
- Legyen  $R$  az a réteg- $i$  négyzet amely  $s_i$ -t ( $x$ -et) tartalmazza
- Legyen  $s_{i+1}$  az a csomópont  $R$ -ben, melynek pozíciója tárolódik  $s_i$ -n, és amely  $R$ -ben rákövetkezője  $n$ -nek (melynek ID-je nagyobb, mint  $n$  ID-je és azok közül a legkisebb).
- $i \leftarrow i+1$



← Helmeghatározó lekérdezés útja

## GLS Update (réteg-0)

2	11 <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">9</span>	3	1
	9 <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">11</span>	29	
<span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">23</span>	16		7
6			
26	17	25	5
21	4	8	
			19

**Invariáns (minden rétegre):**  
Minden  $n$  csomópontra egy négyzetben,  $n$  rákövetkezője minden testvér négyzetben "ismeri"  $n$ -t.

### Alap eset:

Minden csomópont egy réteg-0 négyzetben "ismer" minden más csomópontot abban anégyzetben.

■ Helymeghatározó tábla tartalma

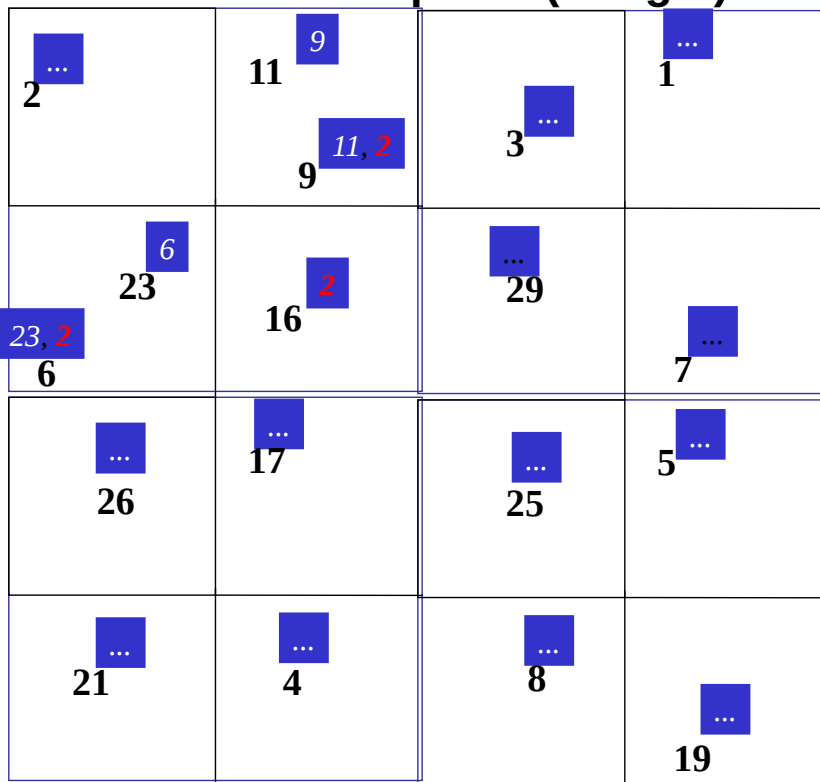
## GLS Update (réteg-1)

2	11 <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">9</span>	3	1
	9 <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">11</span> <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">2</span>	29	
<span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">23</span>	16 <span style="background-color: #0000FF; color: white; padding: 2px;">2</span>		7
6			
26	17	25	5
21	4	8	
			19


**Invariáns (minden rétegre):**  
Minden  $n$  csomópontra egy négyzetben,  $n$  rákövetkezője minden testvér négyzetben "ismeri"  $n$ -t.

■ helymeghatározó tábla tartalma  
→ helymeghatározó update

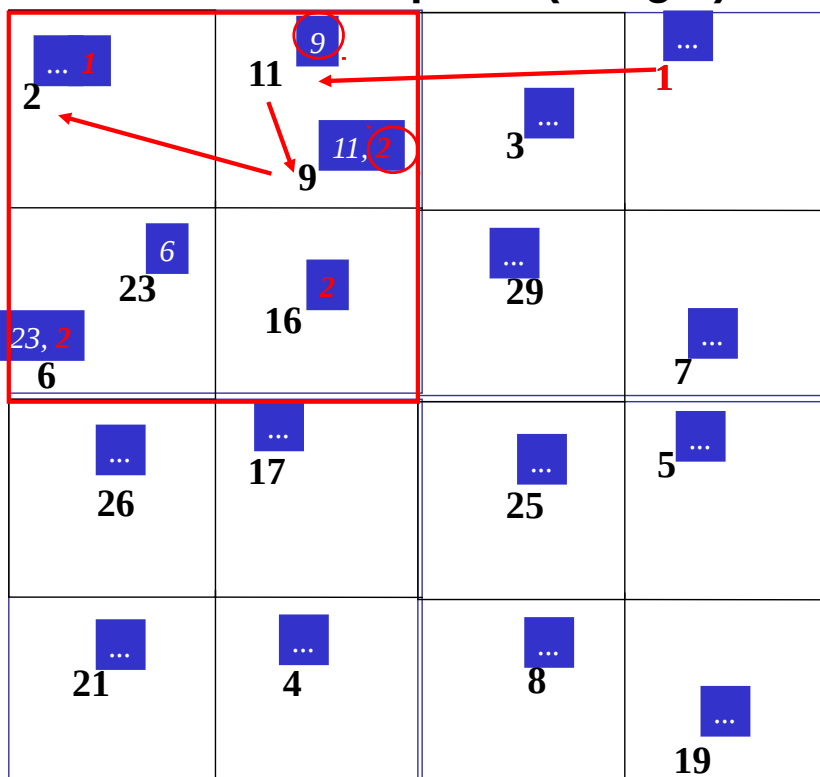
## GLS Update (réteg-1)





**Invariáns (minden rétegre):**  
Minden  $n$  csomópontra egy négyzetben,  $n$  rákövetkezője minden testvér négyzetben "ismeri"  $n$ -t.

 helymeghatározó tábla tartalma

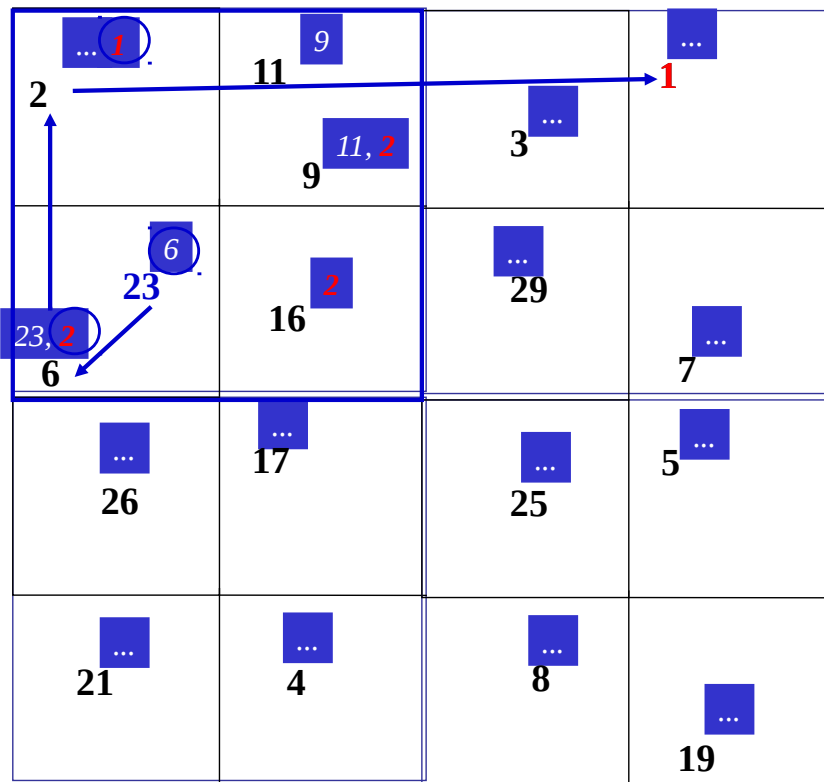
## GLS Update (réteg-2)





**Invariáns (minden rétegre):**  
Minden  $n$  csomópontra egy négyzetben,  $n$  rákövetkezője minden testvér négyzetben "ismeri"  $n$ -t.

 helymeghatározó tábla tartalma  
 helymeghatározó update

## GLS Lekérdezés



 Helymeghatározó tábla tartalma  
 lekérdezés 23-tól 1-re

## Kihívások egy Mobil Hálózatban

- Elavult információ a helymeghatározó szervereken.
- Tradeoff a helyinformáció pontossága és a szükséges update üzenetek között.
  - Az update rátát határozzuk meg a sebesség alapján.
  - Távoli szervereket ritkábban update-eljük, mint a közeliakat.
  - Ha egy csomópont elhagy egy négyzetet, hagyjunk a csomópontokon u.n. forwarding pointer-t, amíg az update nem éri el az új szerveret.



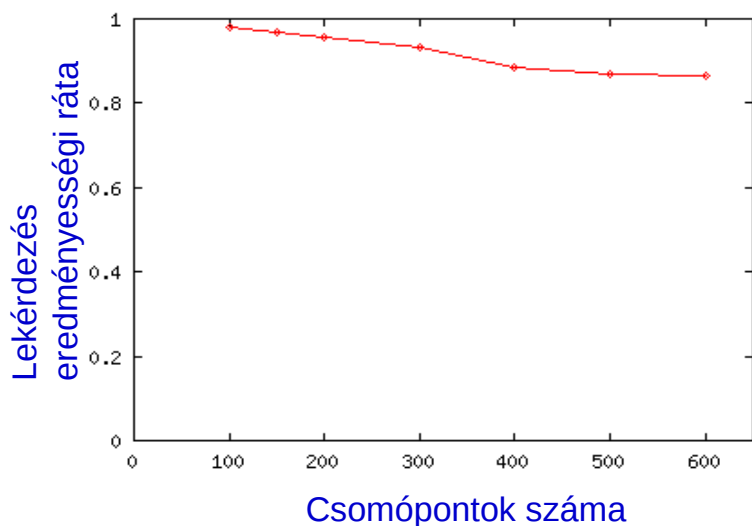
# Performance

- Hogyan működik a GLS mobilitással együtt?
- Mennyire skálázható a GLS?
- Hogyan működik a GLS, ha csomópontok kiesnek?
- Mennyire lokálisak a közeli csomópontokra vonatkozó lekérdezések?

## Szimulációs Környezet

- Szimuláció: [ns](#), CMU vezeték nélküli kiterjesztésével (IEEE 802.11)
- Mobilitás modell:
  - „random way-point” (később részletesebben) sebesség: 0-10 m/s
- A négyzet területe nő a csomópontok számával.
  - A spektrum térbeli újrafelhasználhatóságát eredményezi
- GLS réteg-0 négyzet: 250m x 250m
- 300 sec. per szimuláció

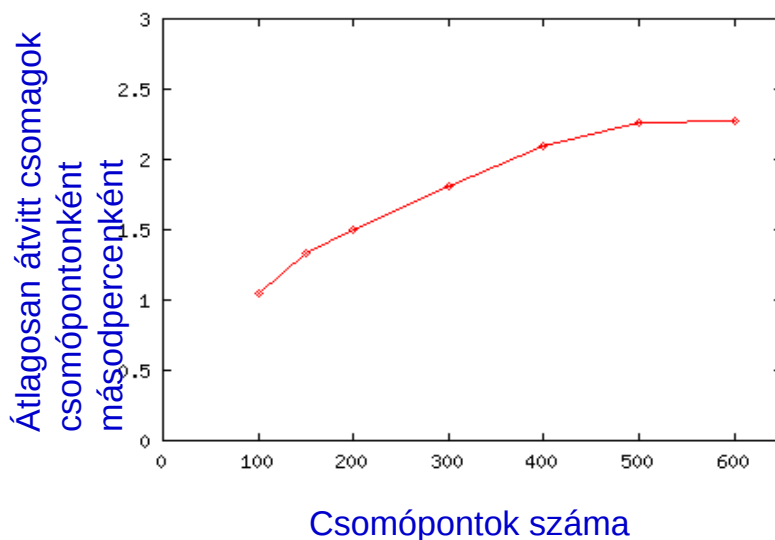
## GLS Megtalálja a Csomópontokat Nagy Hálózatban



A legnagyobb szimulált hálózat:  
600 csomópont, 2900x2900m  
(4-réteg rács hierarchia)

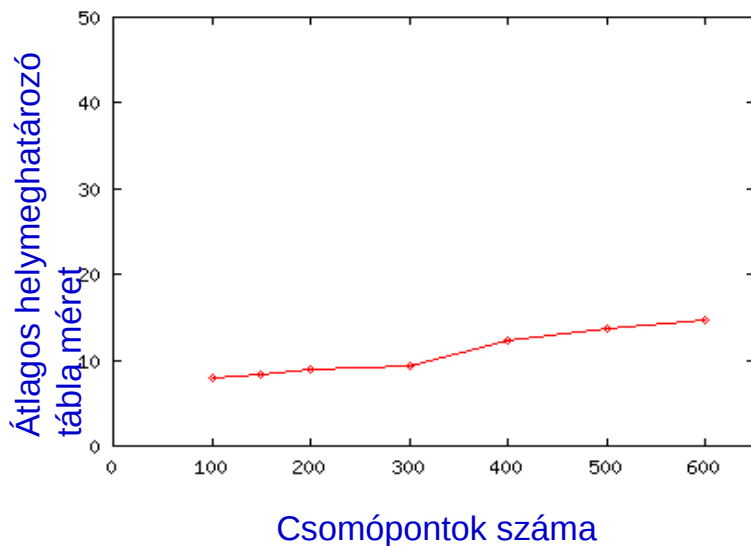
- sikertelen lekérdezések nem lettek újra elküldve
- egy lekérdezés sikertelenségének oka: elavult információ a célcsomópontokról, vagy a következő szerverről

## GLS Protokoll Overhead Lassan Nő



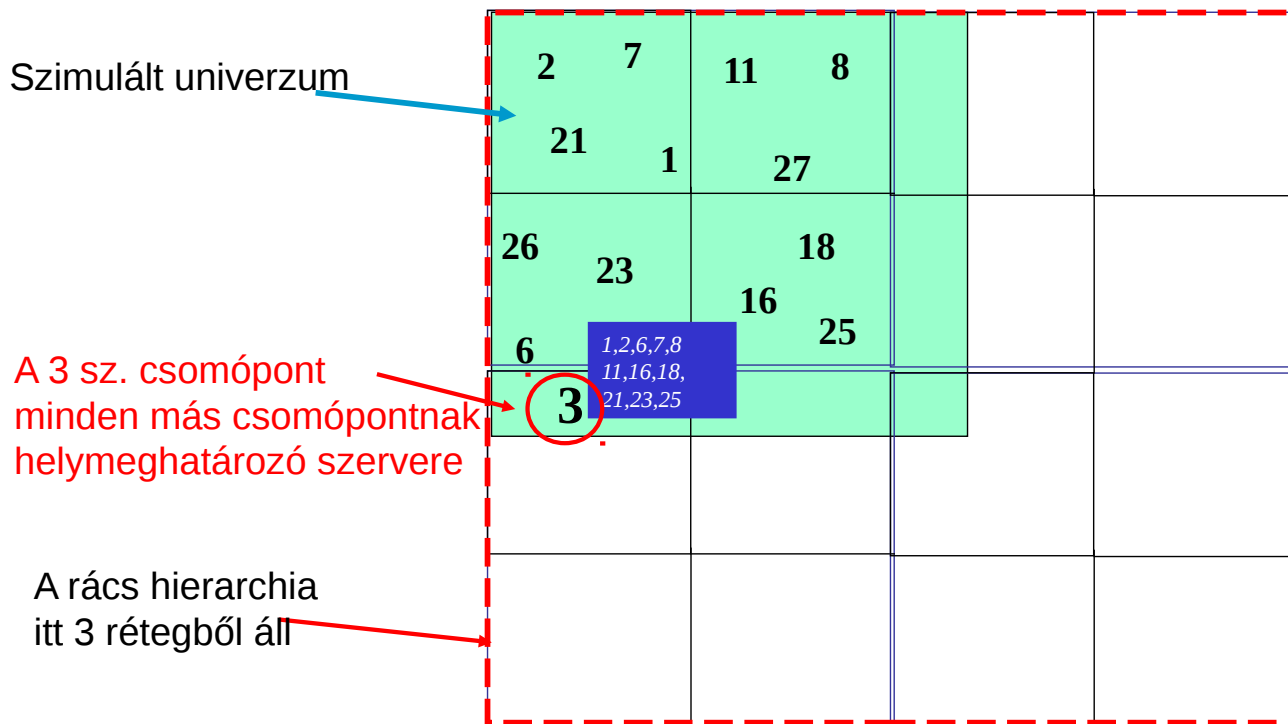
- Protokoll csomagok: GLS update, GLS query/reply

## Az Átlagos Helymeghatározó Tábla Méret Kicsi



- Átlagos helymeghatározó tábla méret nagyon lassan nő a hálózat növekedésével

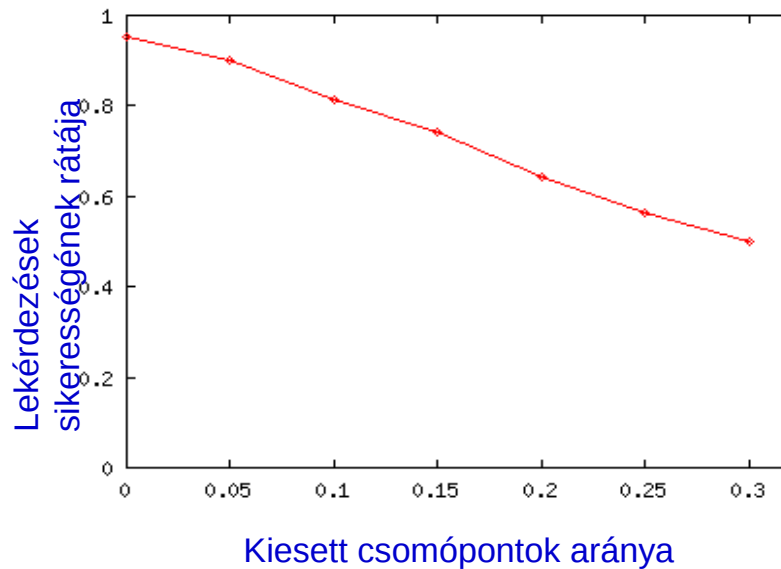
## Nem-Uniform Helymeghatározó Tábla Méret



Lehetséges megoldás: dinamikusan igazítsuk a négyzetek határát

## GLS Hibatoleráns

- A lekérdezések sikerességének mért rátája, közvetlenül azután, amikor a csomópontok egy hányada egyidőben kiesik. (200-csomópontból álló hálózat)



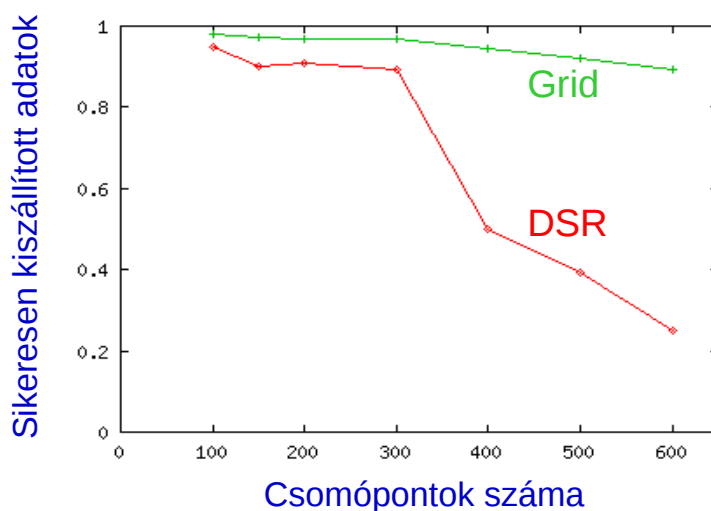
## Lekérdezési Utak Hossza Arányos a Lekérdező és a Cél Csomópont Távolságával



## GLS és DSR Összehasonlítása

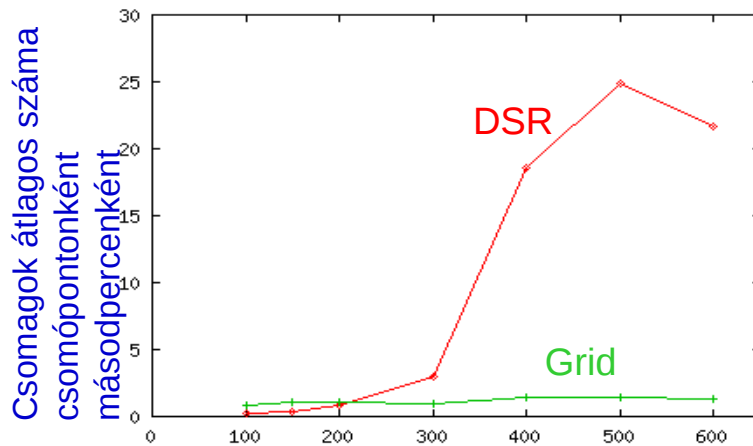
- DSR (Dynamic Source Routing)
  - A forrás eláraszt egy útlekérdezés-csomaggal, hogy megtalálja a célt.
  - A válasz a lekérdezésre tartalmazza az utat a forrástól a célig.
  - A forrás ezt az utat használja az adatok küldéséhez.
- Szimulációs scenárió:
  - 2Mbps radio bandwidth
  - CBR források, 4 db. 128-byte csomag/másodperc 20 másodpercig.
  - A csomópontok 50%-a inicializálódik a szimuláció 300 másodperce alatt.

### Sikeresen Kiszállított Adatok Aránya



- Geographic forwarding kevésbé sérülékeny, mint a source routing.
- Miért van a DSR-nek problémája > 300 csomópontnál?

## Protokoll Csomag Overhead



### Csomópontok száma

- DSR érzékeny a torlódásra nagy hálózatokban:
  - A forrásoknak újra el kell árasztani a hálózatot, hogy találjanak új utat egy megszakadt út helyett
  - Ezek torlódást okoznak
- GLS lekérdezései kisebb terhelést okoznak.
  - A lekérdezések unicast-tal történnek, nem elárasztások.
  - Nem routolható csomagokat a forrás nem küldi el, ha a lekérdezés sikertelen.

## Összefoglalás

- GLS lehetővé teszi, hogy „geographic forwarding”-ot (pozíció alapú routingot) használjunk
- GLS megőrzi a „geographic forwarding” skálázhatóságát.
- GLS implementáció Linux-ra: <http://pdos.lcs.mit.edu/grid>