

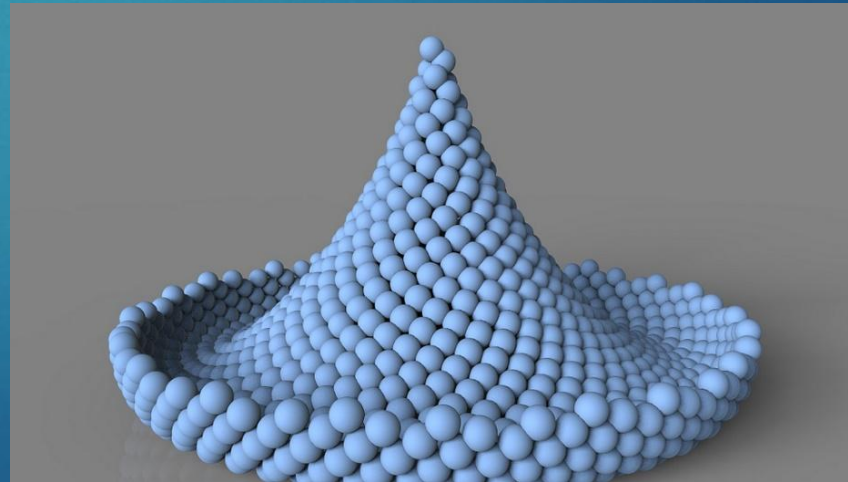
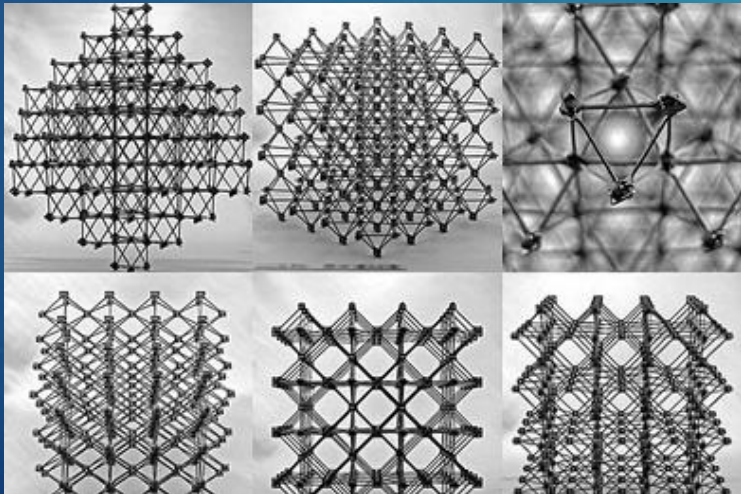
The Structural Power of Reconfigurable Circuits in the Amoebot Model

Átprogramozható Áramkörök Szerkezeti Ereje az
Amőba Modellben

KÉSZÍTETTE: BÉRES GÁBOR KRISTÓF, TÓTH BOTOND, WERNER BENDEGÚZ

Bevezetés az amőbamodellbe

- ▶ Az amőbamodell egy programozható anyagot ír le, amely apró, robotikus egységekből (*amőbotokból*) áll.
- ▶ Ezek az egységek egy végtelen háromszög rácsra helyezkednek el, és képesek mozogni tágulás és összehúzódás révén.
- ▶ A cél a kollektív viselkedés vizsgálata és optimalizálása.



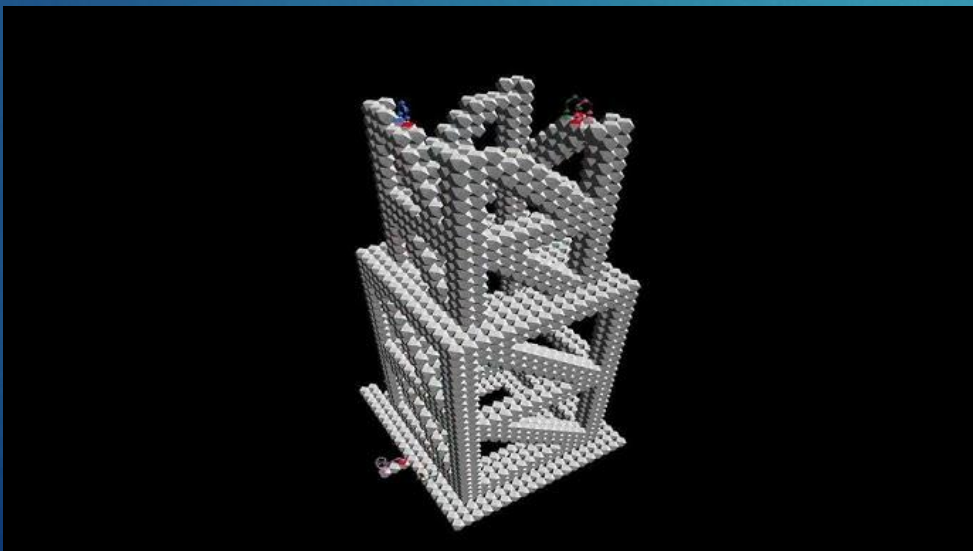
Fő kutatási kérdések a cikkben

- ▶ Stripe problem vagy Csík probléma
- ▶ Globális maximum probléma
- ▶ Csontváz-probléma
- ▶ Spanning tree létrehozása
- ▶ Szimmetria detektálás

Problem	Required pins	Runtime
Stripe	2	$O(\log n)$
Global maxima	2	$O(\log^2 n)$ w.h.p.
Canonical skeleton	4	$O(\log^2 n)$ w.h.p.
Spanning tree	4	$O(\log^2 n)$ w.h.p.
Symmetry detection	4	$O(\log^5 n)$ w.h.p.

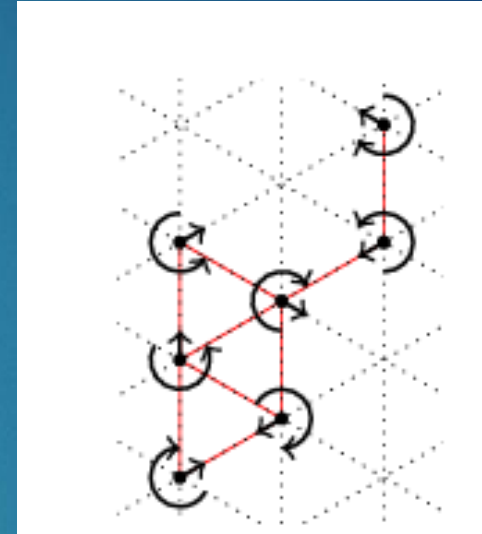
Alkalmazások és jelentőség

- ▶ Az amőbamodellel és az átprogramozható áramkörök **gyors alakváltásra, energiahatékony adatátvitelre, és szerkezeti monitorozásra** használhatók.
- ▶ Az új megközelítések **polilogaritmikus időbonyolultságot** érnek el, jelentős teljesítményjavulást kínálva.



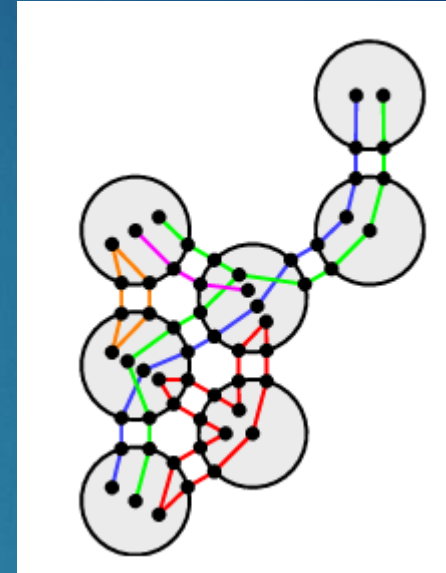
Modell felépülése

- ▶ Végtelen háromszög gráf rács
- ▶ Helyi mozgások (összehúzódnás, tágulás)
- ▶ Minden csúcson legfeljebb 1 amoebot
- ▶ Közös irány orientáció
- ▶ Minden amoebot összehúzódott
- ▶ Összefüggőek

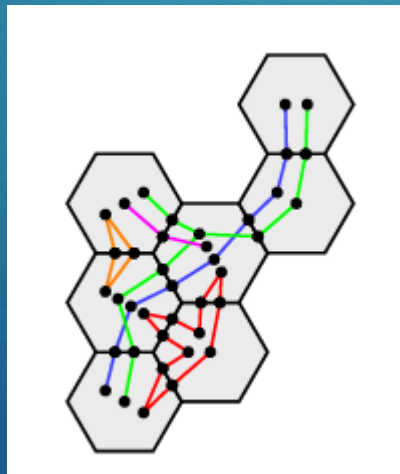


Áramköri kiterjesztés

- ▶ Külső kapcsolatok: Minden amoebot között k db él
- ▶ Csapok egységesek ($k \geq 1$)
- ▶ Csapkészlet felosztása diszjunkt halmazokra
- ▶ Áramkörök alakulnak ki
- ▶ Primitív jelküldés partíciókon



- ▶ Hatszögletű mozaik



PASC algoritmus

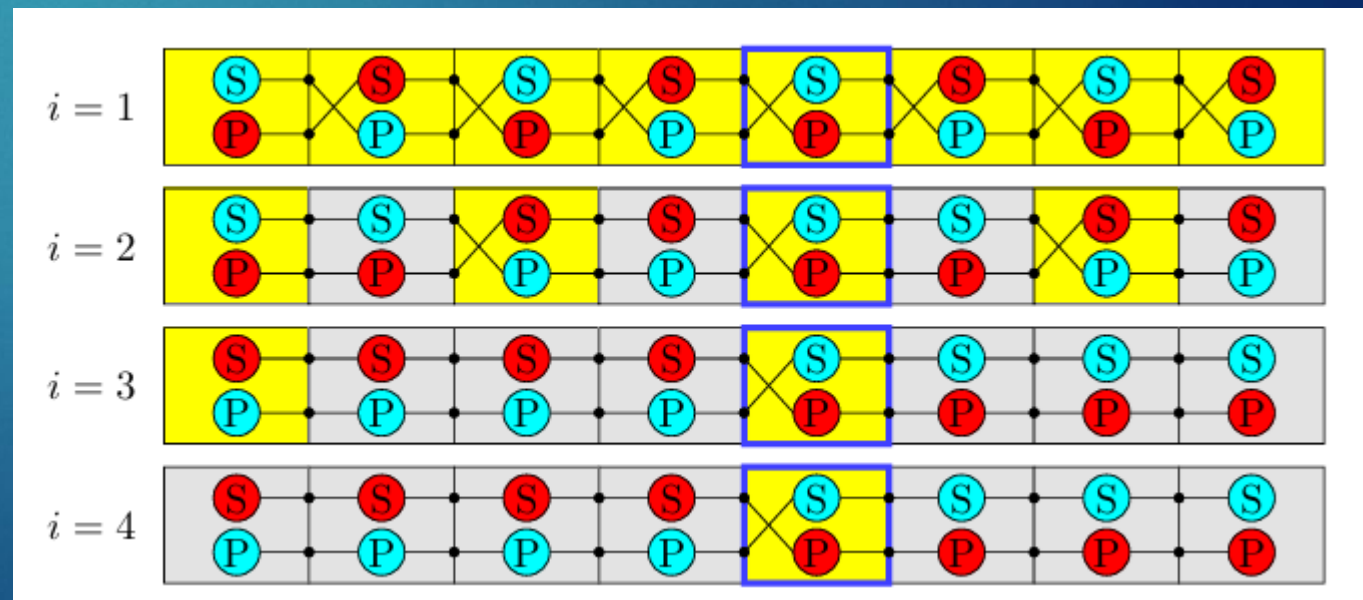
- ▶ Láncok -> amoebotok rendezett sorozata (u_i és u_{i+1} szomszédok)
- ▶ Vezetőválasztás
- ▶ Lánc meghatározása
- ▶ Algoritmus célja: azonosítók kiszámítása

Azonosítók lánc mentén - előkészületek

- ▶ Referencia amoebot
- ▶ Minden amoebot aktív vagy passzív
- ▶ Két áramkör létrehozása
- ▶ Elsődleges és másodlagos partíció halmaz
- ▶ Összekötés:
 - ▶ Aktív: elsődleges -> elődje másodlagos
másodlagos -> elődje elsődleges
 - ▶ Passzív: elsődleges -> elődje elsődleges
másodlagos -> elődje másodlagos

Azonosítók lánc mentén - folyamat

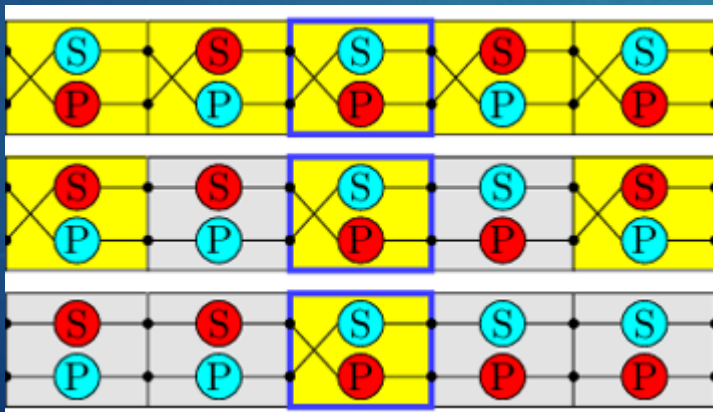
- ▶ Referencia amoebot aktiválja az elsődleges áramkört (jelzés)
- ▶ Aki a másodlagoson kapott jelzést, a 2.körben a másodlagoson jelez, majd passzív lesz
- ▶ Addig tart, amíg a 2.kör csendes



Azonosítók lánc mentén - azonosítók

- ▶ Minden körben minden amoebot az egyik áramkörén kap jelzést
- ▶ Elsődleges áramkör: 0
- ▶ Másodlagos áramkör: 1
- ▶ Minden jelzés egy bit, visszafele kell jegyezni: (x_{k-1}, \dots, x_0) , x_i körben 1 vagy 0
- ▶ k az iterációk száma ($0 \leq i < k$)

- ▶ Példa:



0	1	0	1	0
10	11	00	01	10
110	111	000	001	010

Azonosító lánc mentén - bitek

- ▶ Kettes komplement ábrázolás

- ▶ Pozitív és 0

- ▶ 000: 0

- ▶ 001: 1

- ▶ 010: 2

- ▶ Negatív

- ▶ bitek invertálása

0	1	0	1	0
---	---	---	---	---

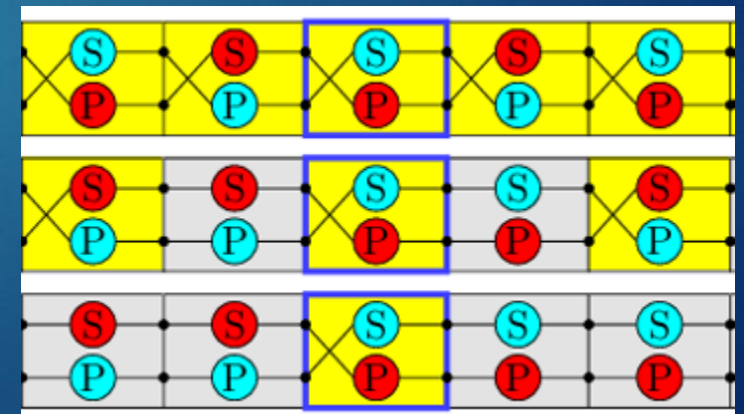
- ▶ 1 hozzáadása

- ▶ 111 -> 000 -> 001: -1

10	11	00	01	10
----	----	----	----	----

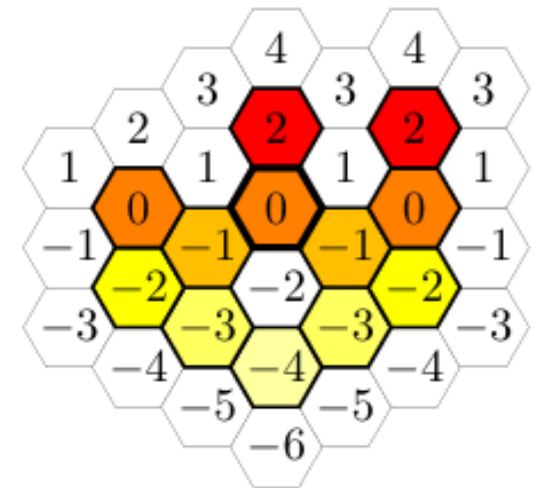
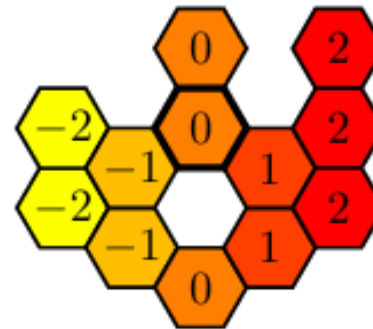
- ▶ 110 -> 001 -> 010: -2

110	111	000	001	010
-----	-----	-----	-----	-----



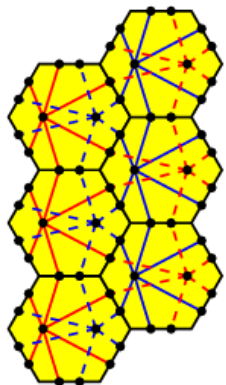
Térbeli azonosítók

- ▶ Adott egy d irány és egy egy 90° -al elforgatott d' irány
- ▶ pl.: $d=E \rightarrow d'=N$
- ▶ Diszjunkt csíkokra partícionálás
- ▶ Minden csík ismeri az elődjét és utódját
- ▶ Csíkok összekötése

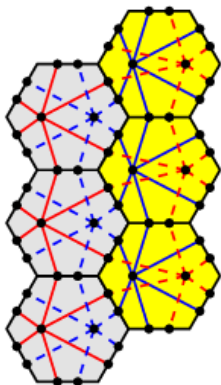


Térbeli azonosítók

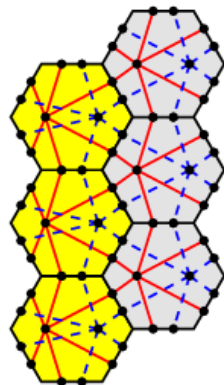
- ▶ Adott egy d irány és egy egy 90° -al elforgatott d' irány
- ▶ pl.: $d=E \rightarrow d'=N$
- ▶ Diszjunkt csíkokra partícionálás
- ▶ Minden csík ismeri az elődjét és utódját
- ▶ Csíkok összekötése
- ▶ PASC algoritmus a csíkok halmazán



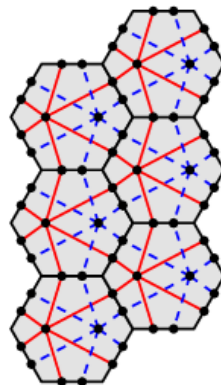
ACTIVE/ACTIVE



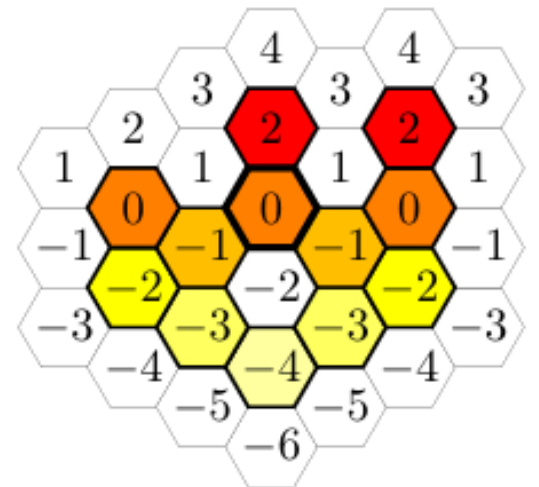
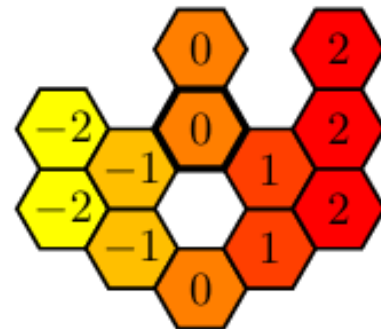
PASSIVE/ACTIVE



ACTIVE/PASSIVE

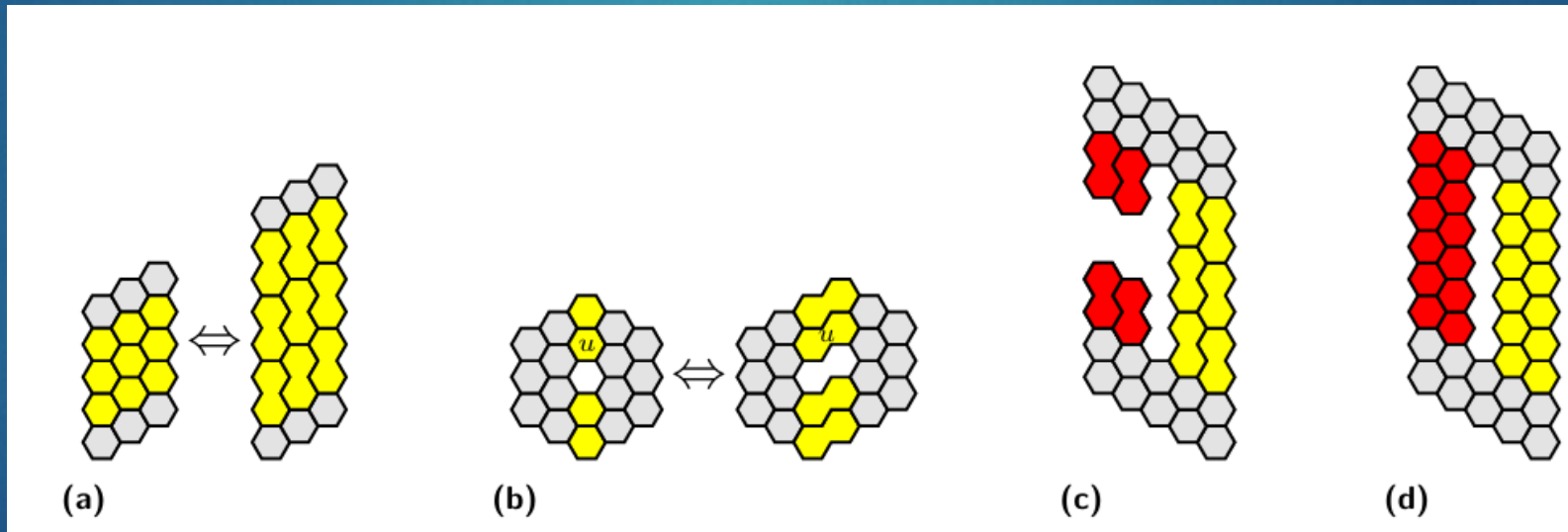


PASSIVE/PASSIVE



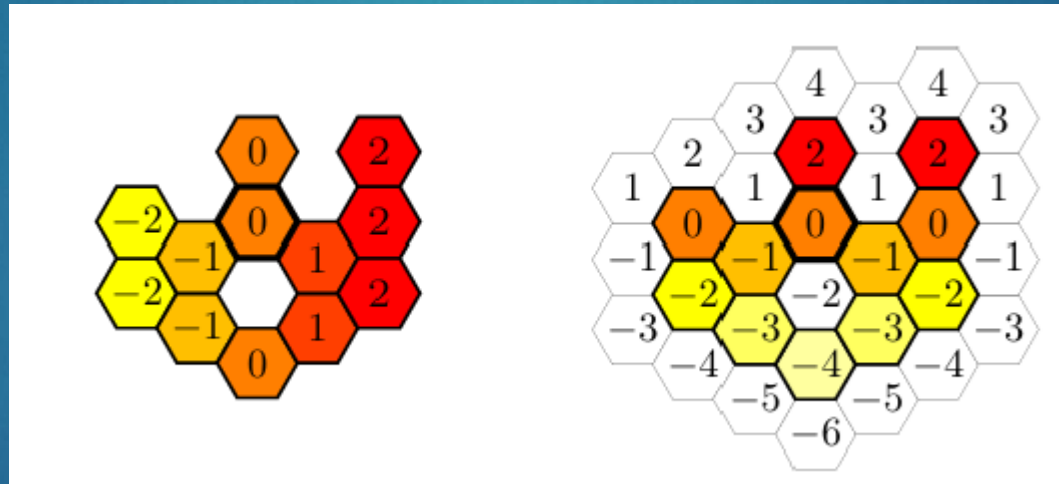
Stripe problem

- ▶ Probléma: Egy adott u amoebot és X tengely
 - ▶ Összes, a tengelyes áthaladó amoebot meghatározása
- ▶ Fontos a konfliktusok elkerüléséhez, gyors alakváltás
- ▶ PASC algoritmus megoldja



Globális maximum probléma

- Probléma: Egy adott amoebot halmaz globális maximumának meghatározása
- PASC algoritmus által kiosztott azonosítók meghatározzák a szélsőértékeket egy tengely mentén





Köszönjük a figyelmet!