

Biologicky motivované výpočtové modely

Michal Kováč

FMFI UK

24.6.2013

- 1 Prehľad problematiky
 - Prehľad modelov
 - P systémy
 - Varianty

- 2 Plány na dizertačnú prácu
 - Aktuálne riešené problémy
 - Ďalšie plány

Biologicky motivované výpočtové modely

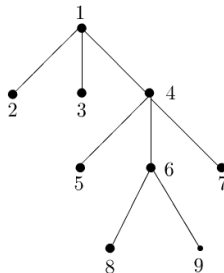
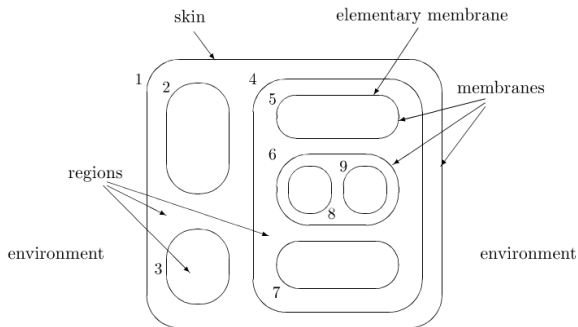
Modely vznikajú s dvoma účelmi:

- simulácia biologických javov
- zdokonalenie informatických riešení

Biologicky motivované výpočtové modely

- Neurónové siete (od 1943)
- Celulárne automaty (od 1948)
- Evolučné algoritmy (od 1954)
- L systémy (od 1968)
- P systémy (od 1998) [Păun, 1998]
- ...

Membránová štruktúra



Obsah membrány

- multimnožina objektov
 - $a \mid b \mid b$
- prepisovacie pravidlá
 - $a \mid b \mid b \rightarrow a \mid a \downarrow \mid a \uparrow \mid b \downarrow_6$
 - $b \rightarrow a \mid \delta$

P systém

P systém definujeme ako

$\Pi = (V, \mu, w_1, w_2, \dots, w_m, R_1, R_2, \dots, R_m)$, kde:

- V je abeceda objektov
- μ je membránová štruktúra
- w_1, w_2, \dots, w_m sú počiatočné multimnožiny v membránach $1 \dots m$, $w_i \subseteq \mathbb{N}^V$
- R_1, R_2, \dots, R_m sú množiny prepisovacích pravidiel v membránach $1 \dots m$, pričom

$$R_i \subseteq (\mathbb{N}^V \setminus 0^V) \times \mathbb{N}^V \times (\{\text{here}, \text{in}, \text{out}\} \cup \{\text{in}_1, \dots, \text{in}_m\})$$

.

Konfigurácia a krok výpočtu

- konfigurácia = membránová štruktúra + obsahy membrán
- krok výpočtu: maximálny paralelizmus

$$\begin{array}{c} a \mid b \mid b \rightarrow c \\ b \rightarrow c \mid c \\ \hline a \mid a \mid b \mid b \end{array}$$

Konfigurácia a krok výpočtu

- konfigurácia = membránová štruktúra + obsahy membrán
- krok výpočtu: maximálny paralelizmus

$$\begin{array}{c}
 a \mid b \mid b \rightarrow c \\
 b \rightarrow c \mid c \\
 a \mid a \mid b \mid b \\
 \hline
 a \mid c \\
 \hline
 a \mid a \mid c \mid c
 \end{array}$$

Jazyk

- Parikhovo zobrazenie
- alternatíva: worm objects [Maté et al., 2002]
 - namiesto multimnožín objektov sú v membránach multimnožiny stringov
 - inšpirované DNA
- generatívny mód
- akceptačný mód

Varianty pravidiel

- kontextové (PsRE)
- kooperatívne (PsRE)
- katalytické
 - s 2 katalyzátormi (PsRE) [Freund et al., 2005]
 - s 1 katalyzátorom (otvorený problem)
 - s 1 katalyzátorom a inhibítormi (PsRE)
[Ionescu and Sburlan, 2004]
- bezkontextové (PsCF) [Sburlan, 2005]
- bezkontextové s inhibítormi (PsETOL)
[Ionescu and Sburlan, 2004]

Varianty kroku výpočtu

- maximálny paralelizmus (PsRE)
- maximálny paralelizmus bez priorít (PsRE)
[Sosík and Freund, 2003]
- sekvenčný (vieme simulovať pomocou VASS,
[Ibarra et al., 2005])
- sekvenčný s prioritami (TODO)
- asynchrónny (TODO)
- minimálny paralelizmus (PsRE) [Ciobanu et al., 2007]
- n-paralelizmus, max-n-paralelizmus, ...

Sekvenčné P systémy

- nie sú univerzálne
- na univerzalitu treba:
 - povoliť neobmedzené vytváranie membrán [Ibarra et al., 2005]
 - inhibítory
 - publikuje sa
 - Inhibiting the parallelism in P systems
 - 2nd International Workshop on Hybrid Systems and Biology
 - iné rozšírenia (vacuum, ...)
 - inšpirácie z výsledkov iných formalizmov

Ďalšie plány

- Preskúmať možnosti kombinovania ďalších variantov P systémov z hľadiska výpočtovej sily
 - priestorové P systémy
 - rozpadajúce sa objekty
 - energie
- Porovnať s inými formalizmami, napríklad Petriho siete / reaction systems / CLS / ...
- Nájsť nové varianty

Inšpirácie z výsledkov iných formalizmov

- Petriho siete
 - nie sú univerzálne
 - s inhibítormi áno
 - ake iné varianty Petriho sietí ešte nikto nevyskúšal aplikovať v P systémoch?
- CLS (Calculi of Looping Sequences)
 - sekvenčný model, vie simulovať P systémy [Barbuti et al., 2007]
- Reakčné (alebo reaktívne?) systémy

Nové varianty

Besozzi [Besozzi, 2004]: Dobrý variant by mal byť:

- realistický
- univerzálny
- iredundantný

Literatúra I



Barbuti, R., Milazzo, P., and Troina, A. (2007).

The calculus of looping sequences for modeling biological membranes.

In 8th Workshop on Membrane Computing (WMC8), LNCS 4860, pages 54–76. Springer.



Besozzi, D. (2004).

Computational and modelling power of P systems.

PhD thesis, Universita' degli Studi di Milano, Milano, Italy.



Ciobanu, G., Pan, L., Pun, G., and Pérez-Jiménez, M. J. (2007).

P systems with minimal parallelism.

Theor. Comput. Sci., 378(1):117–130.

Literatúra II



Freund, R., Kari, L., Oswald, M., and Sosík, P. (2005).
Computationally universal p systems without priorities: two
catalysts are sufficient.

Theoretical Computer Science, 330(2):251 – 266.

Descriptional Complexity of Formal Systems.



Ibarra, O. H., Woodworth, S., Yen, H.-C., and Dang, Z.
(2005).

On sequential and 1-deterministic p systems.

In *Proceedings of the 11th annual international conference on
Computing and Combinatorics, COCOON'05*, pages 905–914,
Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.

Literatúra III



Ionescu, M. and Sburlan, D. (2004).
On p systems with promoters/inhibitors.
Journal of Universal Computer Science, 10(5):581–599.



Maté, J. L., Rodríguez-Patón, A., and Silva, A. (2002).
On the power of p systems with dna-worm-objects.
Fundam. Inf., 49(1):229–239.



Păun, G. (1998).
Computing with membranes.
Technical Report 208, Turku Center for Computer
Science-TUCS.
(www.tucs.fi).

Literatúra IV



Sburlan, D. (2005).

Promoting and Inhibiting Contexts in Membrane Computing.
PhD thesis, University of Seville.



Sosík, P. and Freund, R. (2003).

P systems without priorities are computationally universal.
In *Revised Papers from the International Workshop on
Membrane Computing, WMC-CdeA '02*, pages 400–409,
London, UK, UK. Springer-Verlag.

Ďakujem za pozornosť