

Biologicky motivované výpočtové modely

Michal Kováč

FMFI UK

24.6.2013

1 Prehľad modelov

2 P systém

3 Varianty

4 Ďalšie plány

Biologicky motivované výpočtové modely

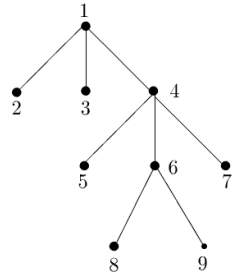
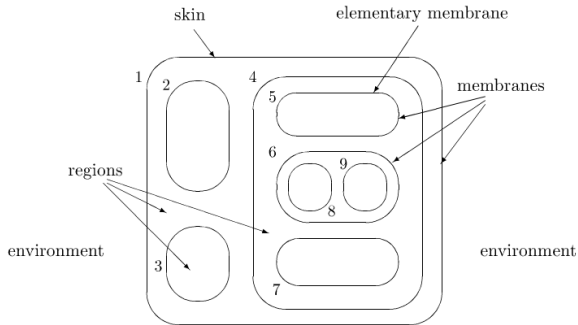
Modely vznikajú s dvoma účelmi:

- 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) [Pău98]
- ...

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 je štvorica $(V, \mu, w_1, w_2, \dots, w_m, R_1, R_2, \dots, R_m)$, 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

$$R_i \subseteq (\mathbb{N}^V \setminus 0^V) \times \mathbb{N}^{V \times (\{here, in, out\} \cup \{in_1, \dots, in_m\})}$$

.

Konfigurácia a krok výpočtu

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

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

Konfigurácia a krok výpočtu

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

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

Varianty obsahu membrány

- worm objects [MRPS02]
 - namiesto multimnožín objektov sú v membránach multimnožiny stringov
 - inšpirované DNA

Varianty pravidiel

- kontextové
- kooperatívne
- katalytické
- bezkontextové
- s inhibítormi / promótermi
- inhibícia pravidiel
- bez povolenia rozpúšťania membrán
- s vytváraním nových membrán

Varianty kroku výpočtu

- maximálny paralelizmus
- sekvenčný
- asynchrónny
- minimálny paralelizmus
- n-paralelizmus
- bez priorít

Iné varianty

- priestorové P systémy
- rozpadajúce sa objekty
- energie

Ďalšie plány

- Preskúmať možnosti kombinovania variantov P systémov z hľadiska výpočtovej sily
- Porovnať s inými formalizmami, napríklad Petriho siete / reaction systems / CLS / ...
- Nájsť nové varianty

Možnosti kombinovania variantov

- Výpočtová sila
- Varianty pravidiel
 - kontextové (PsRE)
 - kooperatívne (PsRE)
 - katalytické (PsRE)
 - bezkontextové (PsCF)
 - bezkontextové s inhibítormi (PsRE)

Sekvenčné P systémy

- nie sú univerzálne
- na univerzalitu treba:
 - povoliť neobmedzené vytváranie membrán [IWYD05]
 - inhibítory
 - iné rozšírenia (vacuum, ...)
 - inšpirácie z výsledkov iných formalizmov

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 [BMT07]
- Reakčné (alebo reaktívne?) systémy

Nové varianty

Besozzi [Bes04]: Dobrý variant by mal byť:

- realistický
- univerzálny
- iredundantný

Literatúra I



Daniela Besozzi.

Computational and modelling power of P systems.

PhD thesis, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy, 2004.



Roberto Barbuti, Paolo Milazzo, and Angelo Troina.

The calculus of looping sequences for modeling biological membranes.

In *8th Workshop on Membrane Computing (WMC8), LNCS 4860*, pages 54–76. Springer, 2007.

Literatúra II



Oscar H. Ibarra, Sara Woodworth, Hsu-Chun Yen, and Zhe Dang.

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, 2005. Springer-Verlag.



José L. Maté, A. Rodríguez-Patón, and Andrés Silva.

On the power of p systems with dna-worm-objects.

Fundam. Inf., 49(1):229–239, 2002.

Literatúra III



Gheorghe Păun.

Computing with membranes.

Technical Report 208, Turku Center for Computer
Science-TUCS, 1998.
(www.tucs.fi).

Ďakujem za pozornosť