

# 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

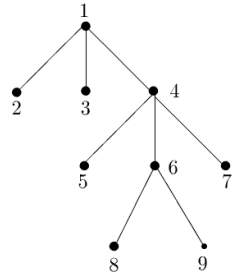
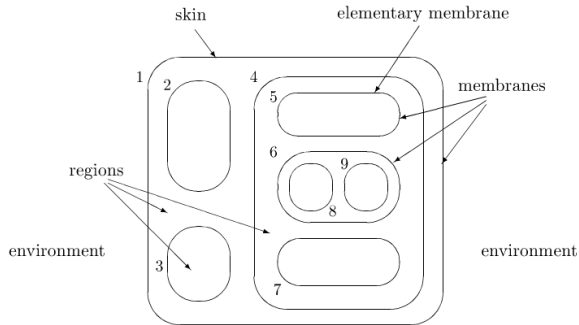
Modely vznikajú s dvoma účelmi:

- 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
- prepisovacie pravidlá

# Prepisovacie pravidlá

- $r \in \mathbb{N}^V \times \mathbb{N}^{V \times (\{here, in, out\} \cup \{in_1, \dots, in_m\})}$
- $a \mid b \mid b \rightarrow a \mid a \downarrow \mid a \uparrow \mid b \downarrow_6$
- $b \rightarrow a \mid \delta$

# 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
- $\mu$  je membránová štruktúra
- $w_1, w_2, \dots, w_m$  sú počiatočné multimnožiny v membránach  $1 \dots m$
- $R_1, R_2, \dots, R_m$  sú množiny prepisovacích pravidiel v membránach  $1 \dots m$ .



# 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

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

# 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 Petriho sietí

- nie sú univerzálne
- s inhibítormi áno
- ake ine varianty Petriho sietí este nikto nevyskusal aplikovat v P systemoch?

# 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, Universita' degli Studi di Milano, Milano, Italy,  
2004.



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.

## Literatúra II



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.



Gheorghe Păun.  
Computing with membranes.  
Technical Report 208, Turku Center for Computer  
Science-TUCS, 1998.  
([www.tucs.fi](http://www.tucs.fi)).

Ďakujem za pozornosť