

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Michal Kušt  
mku@uc  
24.9.2013

Vážená komisia, . . . , chcel by som vám prezentovať moje pokroky v dizertačnej práci.

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Outline

Prezentáciu začnem prehľadom existujúcich modelov, ktoré sú inšpirované biológiou. Potom budem hovoriť o P systémoch, pretože im som sa najviac venoval. Existuje množstvo variantov, o ktorých niečo poviem v ďalšej časti. Prezentáciu zavřším predstretím plánov na dizertačnú prácu.

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Dvojité uplatnenie

- reálne modely (biologické systémy)
- modely biologických experimentov
- modely uplatnení (dizertačná práca)
- modely na popis biologických systémov

Biologicky motivované výpočtové modely majú dvojité uplatnenie. Jednak v rámci biológie môžu slúžiť ako reálne modely správania sa živých systémov, na ktorých môžeme robiť rôzne virtuálne biologické experimenty, prípadne verifikovať správnosť nášho chápania ich biologickej činnosti. Na druhej strane môžu slúžiť ako modely na popis aj iných ako biologických systémov, čo otvára rad teoretických informatických otázok (napr. výpočtová sila)

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

- Neuronal networks (1943)
- Cellular automata (1943)
- Cellular automata (1943)
- L systems (1968)
- P systems (1998)
- Global of Learning Automata (1997)
- Reaction systems (1997)

Dlho skúmané modely ako neuronové siete, celulárne automaty, evolučné algoritmy, či L systémy, si už našli svoje uplatnenie v praxi, kým membránové systémy sú ešte len v začiatkoch svojho vývoja.

2015-11-04

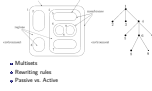
Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Membránová štruktúra

Membránová štruktúra



- Multisets
- Rewriting rules
- Positive vs. Active

Membránové systémy sú inšpirované bunkami. Základom je preto membránová štruktúra, ktorá pozostáva z regiónov, ktoré sú oddelené membránami. Tvori to hierarchickú štruktúru, ktorá sa dá zobraziť ako strom.

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Varianty pravidiel

Varianty pravidiel

- Noncontextual ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (RE [7])
- Contextual ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CT [7])
- Noncontextual with inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI [7])
- Contextual with inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI [7])
- Noncontextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI2 [7])
- Contextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI2 [7])
- Noncontextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI2 [7])
- Contextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI2 [7])

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Varianty pravidiel

Varianty pravidiel

- Noncontextual ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (RE [7])
- Contextual ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CT [7])
- Noncontextual with inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI [7])
- Contextual with inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI [7])
- Noncontextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI2 [7])
- Contextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI2 [7])
- Noncontextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (NTI2 [7])
- Contextual with 2 inhibitors ( $\alpha \rightarrow \beta$  or  $\alpha \rightarrow \beta$ ) (CTI2 [7])

2015-11-04

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Sekvenčné P systémy

Sekvenčné P systémy

- Multisets parallelism vs. sequential model
- Sequential P systems vs. Nonsequential P systems (NPS [7])
- Sequential P systems (SE [7])
- Nonsequential P systems (NSE [7])
- Sequential P systems with inhibitors (SEI [7])
- Nonsequential P systems with inhibitors (NSEI [7])
- Sequential P systems with 2 inhibitors (SEI2 [7])
- Nonsequential P systems with 2 inhibitors (NSEI2 [7])
- Sequential P systems with 2 inhibitors (SEI2 [7])
- Nonsequential P systems with 2 inhibitors (NSEI2 [7])

2015-11-04

## Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Skúmané varianty P systémov
  - └ Sekvenčné P systémy s inhibítormi
    - └ Prehľad simulácie pre akceptačný mód

### Prehľad simulácie pre akceptačný mód

- ♦ Simulácia registrového stroja
- ♦ Obsah registra  $j$  sa reprezentuje počítanostou objektu  $j$
- ♦ Objekt pre každú instrukciu
- ♦ SUB Instrukcia sa simuluje pomocou inhibitora
  - $i: SUB(j, k, l)$
  - $\bar{q} \rightarrow k$
  - $l \rightarrow \bar{l} - q$

2015-11-04

## Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Skúmané varianty P systémov
  - └ Sekvenčné P systémy s inhibítormi
    - └ Prehľad simulácie pre generatívny mód

### Prehľad simulácie pre generatívny model

- Simulácia maximálne paralelného P systému  $\Pi_1$  pomocou sekvencného P systému s inhibítorom  $\Pi_2$ .
- Každý maximálne paralelný krok  $\Pi_1$  simulujeme sekvencnými krokmi  $\Pi_2$ .
- Predkedy si vzájomne, aby neboli použité, kým neskončí daný maximálne paralelný krok.
- Posovso inhibítorov vzájomne, kedy sa už v  $\Pi_2$  nedá aplikovať žiadne pravidlo, aby sa mohol simulovať ďalší maximálne paralelný krok.
- Synchronizácia medzi nemiernými pomocou tokenu.

2015-11-04

## Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Skúmané varianty P systémov
  - └ Sekvenčné P systémy s aktívnymi membránami
    - └ Problém zastavenia

### Problém zastavenia

- **Problém zastravenia** je definovaný pre deterministické modely
- **Zovšeobecnenie:** Existencia (ne)končného výpočtu

2015-11-04

## Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Skúmané varianty P systémov
  - └ Sekvenčné P systémy s množinami namiesto multimnožín
    - └ P systémy s množinami objektov

## P systémy s množinami objektov

- Alharov [7]: počty objektů vs ignorují (R), s aktivními membránami (RE)
- Kijay, Koutny [7]: "min-enabled" computational step  $\Rightarrow$  (R)
- Maximální paralelismus  $\Rightarrow$  determinismus
- Právě řeší konflikt (objekty s mlhu účasti) ako reaktanty účasti vo viacerých pravidlách

2015-11-04

## Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Skúmané varianty P systémov
  - └ Sekvenčné P systémy s množinami namiesto multimnožín
    - └ Sekvenčné P systémy s množinami

Sekvenčné P systémy s množinami objektov a

- ♦  $\Pi = (\Sigma, C_0, C_1, \dots, C_m)$
  - ♦  $C = (T, I, c)$ 
    - $f: V(T) \rightarrow \{1, \dots, m\}$
    - $c: V(T) \rightarrow 2^E$
  - ♦ **Previditi**
    - $u \rightarrow w$
    - $u \rightarrow w_1$
    - $u \rightarrow \frac{1}{2} w_1 w_2$
- kde  $u \in \mathbb{X}$ ,  $|u| \geq 1$ ,  $w_1, w_2 \in \mathbb{N}$  a  $w \in (\mathbb{X} = \{1, 2, i, j\})$