

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Michal Kušíř

mku@un.uz.zgora.cz

24.6.2013

Vážená komisia, ...

2013-06-22

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 zavŕším predstretím plánov na dizertačnú prácu.

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Modely vznikajú v dvoch oblastiach

- v teórii biologických jazykov
- v aplikácii informatických modelov

Tieto modely majú dvojaké uplatnenie. Jednak v rámci biológie môžu slúžiť ako reálne modely správania sa živých systémov, na ktorých si možnosťami simulácie či verifikácie môžeme overovať správnosť nášho chápania ich biologickej činnosti, robiť virtuálne biologické experimenty. Na druhej strane môžu slúžiť ako nové inšpiratívne výpočtové modely otvárajúce rad teoretických informatických otázok (napr. výpočtová sila) alebo ako modely na popis aj iných ako biologických systémov.

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

- Neurónové siete (od 1943)
- Celulárne automaty (od 1942)
- Evolučné algoritmy (od 1960)
- L systémy (od 1965)
- P systémy (od 1969) [?]

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

2013-06-22


Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Membránová štruktúra

Membránová štruktúra



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

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Obsah membrány

Obsah membrány

- Multimnožina objektov
 - $a \mid b \mid b$
- Prepisovacie pravidlá
 - $a \mid b \mid a \mid a \mid c \mid a \mid b \mid a$
 - $a \mid b \mid a \mid c$

V každej membráne je multimnožina objektov, ktorú zapisujeme takto. Každá membrána má aj množinu prepisovacích pravidiel. Ľavá aj pravá strana pravidla pozostáva z multimnožiny objektov, pričom ľavá strana nesmie byť prázdna. Posielanie objektov cez membránu sa uskutočňuje tak, že na pravej strane môžu mať objekty špecifikované, či ostanú v aktuálnom regióne, alebo pôjdu do rodiča, alebo do syna. Môže sa poslať do konkrétneho syna, alebo všetkým.

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

P systém

P systém

- P systém definujeme ako:
 - $P \subseteq \{V, \mu, \nu, \pi, \dots, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots, \epsilon, \zeta, \eta, \dots\}$ kde
 - V je množina objektov
 - μ je membránová štruktúra
 - $\nu, \pi, \dots, \alpha, \beta$ sú počiatočné multimnožiny v membránach
 - $\nu, \pi, \dots, \alpha, \beta \subseteq V^*$
 - $\gamma, \delta, \dots, \epsilon, \zeta, \eta$ sú množiny prepisovacích pravidiel v membránach
 - $\gamma, \delta, \dots, \epsilon, \zeta, \eta \subseteq (V^* \setminus \{ \epsilon \})^* \times 2^{V^* \setminus \{ \epsilon \}} \times (V^* \setminus \{ \epsilon \})^*$

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Konfigurácia a krok výpočtu

Konfigurácia a krok výpočtu

- Konfigurácia = membránová štruktúra + obsah membrán
- Krok výpočtu = množina prepisovacích pravidiel

$a \mid b \mid b \mid c$

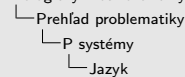
$a \mid b \mid b$

$a \mid c$

$a \mid a \mid c \mid c$

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

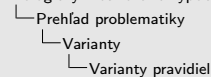


Jazyk

- ♦ Parikhovo zobrazenie
- ♦ alternatíva: worm objects [7]
 - zameriava multimediálne objekty sú v membránach multimedialný stringov
 - inšpirované DNA
- ♦ generatívny móď
- ♦ akceptačný móď

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

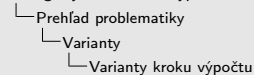


Varianty pravidiel

- ♦ kontextové (PaRE)
- ♦ kooperatívne (PaRE)
- ♦ katalytické
 - c 2 katalyzátormi (PaRE) [7]
 - c 1 katalyzátorom (otvorený problém)
 - c 1 katalyzátorom a inhibítormi (PaRE) [7]
- ♦ bezkontextové (PaCF) [7]
 - bezkontextové c inhibítormi (PaCF) [7]

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

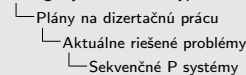


Varianty kroku výpočtu

- maximálny paralelizmus (PuRE)
- maximálny paralelizmus bez priorit (PuRE) [P]
- ♦ sekvenčný (vieme simulovať pomocou VRSS, [P])
- sekvenčný s prioritami (TCDD)
- ♦ asynchroný (TODO)
- ♦ minimálny paralelizmus (PuRE) [P]
- n-paralelizmus, max-n-paralelizmus, ...

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

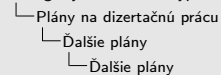


Sekvenčné P systémy

- rieši na univerzite
- na univerzite robota:
 - povolí technické vzťahy medzi členmi [7]
 - inhibitory
 - publikuje sa
 - inhibuje the parallelism in IP system
 - 2nd International Workshop on Hybrid Systems and Biology
- iné rozlíšenia (vacuum, ...)
- inšpirácie z výsledkov iných formalizácií

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely

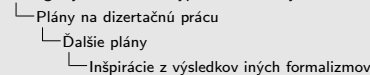


Ďalšie plány

- Preskúvať 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

2013-06-22

Biologicky motivované výpočtové modely



Inšpirácie z výsledkov iných formalizmov

- Petriho sieť
 - nie sú univerzálne
 - v inhibičnom štýle
 - ako iné varianty Petriho sietí ešte nikdy nevyužívané v P systémoch?
- CLS (Calculus of Looping Sequences)
 - takzvaný model, via simulovať P systémy [1]
- Reakčné (alebo reakčné?) systémy