

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Michal Kušil

mku@un.sk

24.6.2013

Vážená komisia, ...

2013-06-23

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.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

Modely vznikajú v dvoch oblastiach

• modely biologických javov

• abstraktné informatické modely

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.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

Prehľad modelov

Biologicky motivované výpočtové modely

Biologicky motivované výpočtové modely

• Neuronové siete (od 1943)

• Celulárne automaty (od 1949)

• Evolučné algoritmy (od 1960)

• L systémy (od 1965)

• P systémy (od 1969) [?]

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.

2013-06-23


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. Tvoriť to hierarchickú štruktúru, ktorá sa dá zobraziť ako strom.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Obsah membrány

Obsah membrány

• Multimnožina objektov

$x \in A \mid B$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C \mid D$

$x \in A \mid B \mid C \mid D \mid E$

V každej membráne je multimnožina objektov. Objekty predstavujú molekuly, alebo chemické zlúčeniny. Každá membrána má aj množinu prepisovacích pravidiel. Ľavá aj pravá strana pravidiel 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 sa pošlú cez membránu von, alebo dnu cez konkrétnu membránu. Pravidlo môže obsahovať špeciálny symbol delta. Po aplikácii takéhoto pravidla sa membrána rozpustí, jej pravidlá zaniknú, a objekty a prípadne membrány sa z vnútra vylejú von.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

P systém

P systém

P systém definujeme ako:

$(P, \{V, \mu, \nu, \delta, \dots\}, \{R_1, R_2, \dots, R_n\})$  kde

$V$  je abeceda objektov

$\mu, \nu$  je membránová štruktúra

$\delta$  je množina prepisovacích pravidiel v membránach

$R_1, R_2, \dots, R_n$  sú množiny prepisovacích pravidiel v membránach

$\delta$  je prázdna

P systém sa definuje ako konštrukt pozostávajúci z abecedy objektov, membránovej štruktúry, počiatočnej multimnožiny objektov a prepisovacích pravidiel

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

Prehľad problematiky

P systémy

Konfigurácia a krok výpočtu

Konfigurácia a krok výpočtu

• Konfigurácia = membránová štruktúra + abeceda objektov

• krok výpočtu = množina prepisovacích pravidiel

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

$\delta$

$x \in A \mid B \mid C$

$x \in A \mid B \mid C$

Konfigurácia P systému v sebe zahŕňa membránovú štruktúru a obsah jednotlivých membrán. P systém má globálny časovač, v každom kroku, každá membrána aplikuje maximálnu multimnožinu pravidiel. V tomto príklade máme dve jednoduché pravidlá a multimnožinu aabb. Ak sa použije prvé pravidlo, žiadne ďalšie sa už v tomto kroku použiť nemôže, preto je to maximálna multimnožina. Ak sa použije druhé pravidlo, musí sa použiť dvakrát, aby to bola maximálna multimnožina. V tomto príklade sú teda dve maximálne multimnožiny pravidiel. O ďalšej konfigurácii sa rozhodne nedeterministicky.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

- Přehled problematik
  - P systémy
    - Jazyk
      - jazykové výpočty v matematickém výpočtu, kvant
      - první výpočty prahů lze vykonávat mentálně
      - za každé úroveň v kvantifikaci existování
        - geometrie vs. interpretací moží
        - Příkladové ukázky: Fuzzy

Ak je postupnosť krokov výpočtu konečná, výpočet je úspešný a výsledok výpočtu je multimnožina objektov, ktorá prešla cez vonkajšiu membránu. Podobne by sa dal definovať aj ako multimnožina objektov, ktorá ostane v špecifickej membráne. V akceptačnom móde sa do špecifickej membrány vloží multimnožina objektov, pričom ostatné membrány sú prázdne. Ak výpočet zastaví, pôvodná multimnožina patrí do jazyka, inak nepatrí.

Pre väčšinu známych modelov sú generatívny aj akceptačný mód rovnako silné, u P systémoch to nie je vždy tak, preto sa oplatí skúmať obidva módy.

Všetky možné úspešné výpočty definujú jazyk nad multimnožinami. Z hľadiska výpočtovej sily sa triedy týchto jazykov porovnávajú s Parikhovým zobrazením známych tried jazykov. P systémom zodpovedá trieda jazykov PsRE, čo je

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Přehled problematik
  - └ Varianty
    - └ Varianty pravidel

Varianty pravidel

- Inkompletní (PbR1)
- Inkompletní (PbR2)
- Inkompletní (PbR3)
- Inkompletní (PbR4)
- Inkompletní (PbR5)
- Inkompletní (PbR6)
- Inkompletní (PbR7)
- Inkompletní (PbR8)
- Inkompletní (PbR9)
- Inkompletní (PbR10)
- Inkompletní (PbR11)
- Inkompletní (PbR12)
- Inkompletní (PbR13)
- Inkompletní (PbR14)
- Inkompletní (PbR15)
- Inkompletní (PbR16)
- Inkompletní (PbR17)
- Inkompletní (PbR18)
- Inkompletní (PbR19)
- Inkompletní (PbR20)
- Inkompletní (PbR21)
- Inkompletní (PbR22)
- Inkompletní (PbR23)
- Inkompletní (PbR24)
- Inkompletní (PbR25)
- Inkompletní (PbR26)
- Inkompletní (PbR27)
- Inkompletní (PbR28)
- Inkompletní (PbR29)
- Inkompletní (PbR30)
- Inkompletní (PbR31)
- Inkompletní (PbR32)
- Inkompletní (PbR33)
- Inkompletní (PbR34)
- Inkompletní (PbR35)
- Inkompletní (PbR36)
- Inkompletní (PbR37)
- Inkompletní (PbR38)
- Inkompletní (PbR39)
- Inkompletní (PbR40)
- Inkompletní (PbR41)
- Inkompletní (PbR42)
- Inkompletní (PbR43)
- Inkompletní (PbR44)
- Inkompletní (PbR45)
- Inkompletní (PbR46)
- Inkompletní (PbR47)
- Inkompletní (PbR48)
- Inkompletní (PbR49)
- Inkompletní (PbR50)
- Inkompletní (PbR51)
- Inkompletní (PbR52)
- Inkompletní (PbR53)
- Inkompletní (PbR54)
- Inkompletní (PbR55)
- Inkompletní (PbR56)
- Inkompletní (PbR57)
- Inkompletní (PbR58)
- Inkompletní (PbR59)
- Inkompletní (PbR60)
- Inkompletní (PbR61)
- Inkompletní (PbR62)
- Inkompletní (PbR63)
- Inkompletní (PbR64)
- Inkompletní (PbR65)
- Inkompletní (PbR66)
- Inkompletní (PbR67)
- Inkompletní (PbR68)
- Inkompletní (PbR69)
- Inkompletní (PbR70)
- Inkompletní (PbR71)
- Inkompletní (PbR72)
- Inkompletní (PbR73)
- Inkompletní (PbR74)
- Inkompletní (PbR75)
- Inkompletní (PbR76)
- Inkompletní (PbR77)
- Inkompletní (PbR78)
- Inkompletní (PbR79)
- Inkompletní (PbR80)
- Inkompletní (PbR81)
- Inkompletní (PbR82)
- Inkompletní (PbR83)
- Inkompletní (PbR84)
- Inkompletní (PbR85)
- Inkompletní (PbR86)
- Inkompletní (PbR87)
- Inkompletní (PbR88)
- Inkompletní (PbR89)
- Inkompletní (PbR90)
- Inkompletní (PbR91)
- Inkompletní (PbR92)
- Inkompletní (PbR93)
- Inkompletní (PbR94)
- Inkompletní (PbR95)
- Inkompletní (PbR96)
- Inkompletní (PbR97)
- Inkompletní (PbR98)
- Inkompletní (PbR99)
- Inkompletní (PbR100)

2013-06-23

- Biologicky motivované výpočtové modely
  - └─ Přehled problematik
    - └─ Varianty
      - └─ Varianty objektov

Varianty objektov

- varianty objektov [5]
- varianty informálního objektu (i.e. v modelování duchovního útvaru [10])
- implementace [16a]

Aby sme mohli definovať priamo jazyky nad stringami, Mate navrhol variant P systems with worm objects. V membránach sú rovno multimnožiny stringov, čo je inšpirované reťazcami DNA. Takto sa dostal priamo k triede rekurzívne včísliteľných jazykov.

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

- └─ Přehled problematik
  - └─ Varianty
    - └─ Varianty kroku výpočtu

Varianty kroku výpočtu

- minimální paralelismus (PARE)
- minimální paralelismus bez priorit (PARE) [9]
- minimální (nebo simulovaný) paralelismus, VBA, [9]
- ucelený a prioritní (TODS)
- ucelený (TODS)
- minimální paralelismus (PARE) [9]
- n paralelismus, více n paralelismus...

```

graph LR
    A[Biologicky motivované výpočtové modely] --> B[Plány na dizertačnú prácu]
    A --> C[Aktuálne riešené problémy]
    A --> D[Sequenčné P systémy]
    B --> C
    C --> D
  
```

Biologicky motivované výpočtové modely

- Plány na dizertačnú prácu
- Aktuálne riešené problémy
- Sequenčné P systémy

**Biologicky motivované výpočtové modely**

- ├── Plány na disertační práci
  - └── Další plány
    - └── Další plány

**Další plány**

- Průběžně řešené kandidátské dalšího úseku F  
syntetika z Mladky výpočetní síly  
zpracování dat  
výpočetní síly
- Přenosná a digitální komunikace, například Petriho sítě /  
reaction systems / GDS /
- Nízká most variety

2013-06-23

**Biologicky motivované výpočtové modely**

- Plány na dizertačnú prácu
  - Ďalšie plány
    - Inšpirácie z výsledkov iných formalizmov

**Inšpirácie z výsledkov iných formalizmov**

- Perceptrónové siete
  - VRN (very noisy networks)
  - 1 hidden layer
  - very noisy hidden units (very often randomly set)
  - approx. 10% of weights
- CNN (Convolutional Neural Networks)
  - very noisy weights, very structured 2D symmetry [5]
  - ResNet (deep residual) learning

2013-06-23

Biologicky motivované výpočtové modely

- Plány na dizertačnú prácu
  - Ďalšie plány
    - Nové varianty

Nové varianty

- Revised [7]: Discrete version by real life
  - redundancy
  - underredundancy
  - indunderredundancy