

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
 - └ Prehľad modelov
 - └ Biologicky motivované výpočtové modely

**Biologicky motivované
výpočtové modely**

Dvojaké uplatnenie:

- ♦ reálne modely živých systémov
 - virtuálne biologické experimenty
 - verifikácia správnosti chápania ich činnosti
- ♦ modely na popis iných systémov

Biologicky motivované výpočtové modely majú dvojaké 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)

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
 - └ Prehľad modelov
 - └ Biologicky motivované výpočtové modely

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.

- ♦ Neurónové siete (od 1943)
- ♦ Celulárne automaty (od 1948)
- ♦ Evolučné algoritmy (od 1954)
- ♦ L. systémy (od 1960)
- ♦ P systémy (od 1968) [7]
- ♦ Calculi of Looping Sequences (od 2007)
- ♦ Reaction systems (od 2007)
- ♦ ...

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
 - └ P systémy
 - └ Membránová štruktúra

Membránová štruktúra

The diagram illustrates the structure of a cell membrane. On the left, a cross-section of a membrane is shown with labels: 'vlna' (wave), 'obmedzený priestor' (restricted space), 'membrána' (membrane), 'lipidy' (lipids), 'proteíny' (proteins), and 'vlny' (waves). On the right, a hierarchical tree diagram shows the relationship between different components, with 'membrána' at the top, branching into 'lipidy' and 'proteíny', which further branch into 'vlny' and 'obmedzený priestor'.

- ♦ Multinálny
- ♦ Pravidlá

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.

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
- └ P systémy
- └ Varianty pravidiel

Varianty pravidel

- Kooperativní ($\{a\} \vdash b \rightarrow a$) (RE [7])
- Nekooperativní ($\{a \rightarrow c\}$) (CF [7])
- Nekooperativní s inhibicí ($\{a \rightarrow b \mid \neg a\}$) (ETOL [7])
- Katalytická ($\{a\} \vdash a \mid c \mid d$)
 - ≤ 2 katalyzátory (RE [7])
 - ≤ 1 katalyzátorů (otvorený problém)
 - ≤ 1 katalyzátorů s inhibicí (RE [7])

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
 - └ P systémy
 - └ Varianty pravidiel

Variety pravidel

- ♦ Kooperativní ($\langle x \mid b \mid b \rightarrow b \rangle$) (RE [7])
- ♦ Nekooperativní ($\langle b \rightarrow c \rangle$) (CF [2])
- ♦ Nekooperativní s inhibitory ($\langle x \rightarrow b \mid \neg x \rangle$) (ETDL [7])
- ♦ Katalytické ($\langle x \mid b \rightarrow x \mid c \mid d \rangle$)
 - 1 katalyzátor (RE [7])
 - 1 katalyzátor s (závislou) problemí
 - 1 katalyzátor s inhibitory (RE [7])

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

- └ Prehľad problematiky
 - └ P systémy
 - └ Sekvenčné P systémy

- Maximálny paralelizmus vs. sekvenčný mód
- Sekvenčné P systémy s kooperatívnymi pravidlami (VASS [7])
 - s prioritami (RE [7])
 - s aktívnymi membránami (RE [7])
 - s inhibíciou (RE [7])

2015-11-05

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
- Očakávanie: x sa reprezentuje počtom stavu objektu x
- Objekt pre každú instrukciu
- SUB instrukcia sa simuluje pomocou inhibítora
 - $i \rightarrow SUB(x, j, k)$
 - $ix \rightarrow j$
 - $i \rightarrow k$

2015-11-05

Biologicky motivované výpočtové modely

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

- Simulácia maximálne paralelného P systému Π_1 pomocou skutočného P systému s inhibítorom Π_2 .
- Každý maximálne paralelný krok Π_1 simulujeme skutočnými krokmi Π_2 .
- Predáť sa označuje, aby neboli použité, kým reaktanti daný maximálne paralelný krok.
- Pomocou inhibítora zdieľame moment, kedy sa už v Π_1 nedá aplikovať ďalšie pravidlo, aby sa mohol simulovať ďalší maximálne paralelný krok.

2015-11-05

- Biologicky motivované výpočtové modely
 - Skúmané varianty P systémov
 - Sekvenčné P systémy s aktívnymi membránami
 - Problém zastavenia

Problém zastavenia

- Problém zastavenia je definovaný pre deterministické modely
- Zastavenie: Existencia (aj konečného) výpočtu

2015-11-05

- 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

- Abstrakcia [7]: počet objektov sa ignoruje
 - Skladba pravidla \rightarrow množina
 - Existencia a kvantifikácia zadržaná
 - Kvantifikácia množiny je vnútri množiny
- Kľúč: Kľúč [7]: "non-model" computational step (= odloženie mod.)
- Skladba a kvantifikácia zadržaná
- Varianta:
 - Pravidla bez kvantifikácie (objekty sa môžu objaviť ako replikáty alebo sa nemusia pravidla)
 - Pravidla s kvantifikáciou (objekty sa môžu pravidla ako replikáty, budú spomínané)

2015-11-05

- 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 súvisiacimi množinami

- $\mathcal{O} = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$
- $\mathcal{C} = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$
- $\mathcal{I} = \{I_1, I_2, \dots, I_k\}$
- $\mathcal{V} = \{V_1, V_2, \dots, V_l\}$
- Pravidla:
 - $\mathcal{R} = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$
 - $\mathcal{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$
 - $\mathcal{B} = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$
 - $\mathcal{W} = \{w_1, w_2, \dots, w_l\}$