

EKO-KOLONIE

OBHAJOBA DISERTAČNÍ PRÁCE

RNDr. Šárka Vavrečková

Ústav informatiky,
Filozoficko-přírodovědecká fakulta Slezské univerzity v Opavě
sarka.vavreckova@fpf.slu.cz

24. dubna 2008

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Obsah

1 Eko-kolonie

- Neformální popis
- Příklady

2 Definice

- L-systémy
- Eko-kolonie

3 Příklady

4 Struktura práce

- Kapitoly
- Výsledky

5 Navazující práce

- Princip
- Ukázky

6 Závěr

Neformální popis eko-kolonií

Motivace

Eko-kolonie jsou formální model systému, který obsahuje

- ① prostředí, které se samo dynamicky (paralelně) mění,
- ② agenty, které (paralelně) zasahují do vývoje prostředí, mají vyšší prioritu než vývojové akce prostředí,
- ③ synchronizační mechanismus – činnost prostředí i agentů probíhá synchronizovaně v krocích odvození.

Neformální popis eko-kolonií

Motivace

Eko-kolonie jsou formální model systému, který obsahuje

- ① prostředí, které se samo dynamicky (paralelně) mění,
- ② agenty, které (paralelně) zasahují do vývoje prostředí, mají vyšší prioritu než vývojové akce prostředí,
- ③ synchronizační mechanismus – činnost prostředí i agentů probíhá synchronizovaně v krocích odvození.

Neformální popis eko-kolonií

Motivace

Eko-kolonie jsou formální model systému, který obsahuje

- ① prostředí, které se samo dynamicky (paralelně) mění,
- ② agenty, které (paralelně) zasahují do vývoje prostředí, mají vyšší prioritu než vývojové akce prostředí,
- ③ synchronizační mechanismus – činnost prostředí i agentů probíhá synchronizovaně v krocích odvození.

Agenty a prostředí

Agent

- Každý agent je určen dvěma údaji:
 - 1 startovací symbol = symbol, který dokáže agent zpracovat,
 - 2 konečný jazyk agenta = množina akcí, které agent může se startovacím symbolem provést,
- agent hledá svůj startovací symbol v prostředí – když najde, vybere náhodně některý prvek svého jazyka a nahradí jím nalezený symbol.

Prostředí je L-schéma

- určeno abecedou (resp. abecedami) a vývojovými pravidly,
- každý symbol, který v daném kroku odvození není zpracován agentem, podléhá vývoji prostředí.

Agenty a prostředí

Agent

- Každý agent je určen dvěma údaji:
 - 1 startovací symbol = symbol, který dokáže agent zpracovat,
 - 2 konečný jazyk agenta = množina akcí, které agent může se startovacím symbolem provést,
- agent hledá svůj startovací symbol v prostředí – když najde, vybere náhodně některý prvek svého jazyka a nahradí jím nalezený symbol.

Prostředí je L-schéma

- určeno abecedou (resp. abecedami) a vývojovými pravidly,
- každý symbol, který v daném kroku odvození není zpracován agentem, podléhá vývoji prostředí.

Agenty a prostředí

Agent

- Každý agent je určen dvěma údaji:
 - 1 startovací symbol = symbol, který dokáže agent zpracovat,
 - 2 konečný jazyk agenta = množina akcí, které agent může se startovacím symbolem provést,
- agent hledá svůj startovací symbol v prostředí – když najde, vybere náhodně některý prvek svého jazyka a nahradí jím nalezený symbol.

Prostředí je L-schéma

- určeno abecedou (resp. abecedami) a vývojovými pravidly,
- každý symbol, který v daném kroku odvození není zpracován agentem, podléhá vývoji prostředí.

Agenty a prostředí

Agent

- Každý agent je určen dvěma údaji:
 - 1 startovací symbol = symbol, který dokáže agent zpracovat,
 - 2 konečný jazyk agenta = množina akcí, které agent může se startovacím symbolem provést,
- agent hledá svůj startovací symbol v prostředí – když najde, vybere náhodně některý prvek svého jazyka a nahradí jím nalezený symbol.

Prostředí je L-schéma

- určeno abecedou (resp. abecedami) a vývojovými pravidly,
- každý symbol, který v daném kroku odvození není zpracován agentem, podléhá vývoji prostředí.

Původ eko-kolonií

Eko-kolonie jsou inspirovány

- ① koloniemi,
- ② eko-gramatickými systémy.

Eko-kolonie jsou rozšířením kolonií . . .

Kolonie

=jednoduchý gramatický systém

- komponenty = gramatiky generující konečné jazyky, každá komponenta má
 - startovací symbol,
 - konečný jazyk komponenty,
- prostředí je statické, změny provádějí pouze komponenty,
- různé módy odvození – sekvenční, sekvenčně-paralelní, slabě paralelní a silně paralelní.

Eko-kolonie jsou rozšířením kolonií . . .

Kolonie

=jednoduchý gramatický systém

- komponenty = gramatiky generující konečné jazyky, každá komponenta má
 - startovací symbol,
 - konečný jazyk komponenty,
- prostředí je statické, změny provádějí pouze komponenty,
- různé módy odvození – sekvenční, sekvenčně-paralelní, slabě paralelní a silně paralelní.

Eko-kolonie jsou rozšířením kolonií . . .

Kolonie

=jednoduchý gramatický systém

- komponenty = gramatiky generující konečné jazyky, každá komponenta má
 - startovací symbol,
 - konečný jazyk komponenty,
- prostředí je statické, změny provádějí pouze komponenty,
- různé módy odvození – sekvenční, sekvenčně-paralelní, slabě paralelní a silně paralelní.

Eko-kolonie jsou rozšířením kolonií . . .

Kolonie

=jednoduchý gramatický systém

- komponenty = gramatiky generující konečné jazyky, každá komponenta má
 - startovací symbol,
 - konečný jazyk komponenty,
- prostředí je statické, změny provádějí pouze komponenty,
- různé módy odvození – sekvenční, sekvenčně-paralelní, slabě paralelní a silně paralelní.

Eko-kolonie jsou rozšířením kolonií . . .

Kolonie

=jednoduchý gramatický systém

- komponenty = gramatiky generující konečné jazyky, každá komponenta má
 - startovací symbol,
 - konečný jazyk komponenty,
- prostředí je statické, změny provádějí pouze komponenty,
- různé módy odvození – sekvenční, sekvenčně-paralelní, slabě paralelní a silně paralelní.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

... s inspirací u eko-gramatických systémů

Eko-gramatický systém

=složitější gramatický systém

- agenty mají
 - vlastní stav,
 - sadu vývojových pravidel ovlivňujících tento stav,
 - sadu akčních pravidel ovlivňujících prostředí,
- prostředí je OL-schéma, změny provádějí nejen agenty, ale prostředí se samo vyvíjí (vývojová pravidla),
- agenty pracují paralelně, prostředí také,
- agenty ovlivňují prostředí, prostředí ovlivňuje agenty.

Neformální příklady

- *Prostředí*: louka plná trávy,
 - *agenty*: králíci, koně, krávy, akcí je pasení trávy,
 - *vývoj prostředí*: spasená tráva dorůstá.
-
- *Prostředí*: bakteriální kultura,
 - *agenty*: antibiotika, akcí je likvidace konkrétních baktérií,
 - *vývoj prostředí*: baktérie se mohou dělit.
-
- *Prostředí*: stůl s papíry (čistými nebo pokreslenými),
 - *agenty*: děti s pastelkami, akcí je kreslení na čistý papír,
 - *vývoj prostředí*: pokreslené papíry jsou učitelkou pravidelně nahrazovány čistými.

Neformální příklady

- *Prostředí*: louka plná trávy,
 - *agenty*: králíci, koně, krávy, akcí je pasení trávy,
 - *vývoj prostředí*: spasená tráva dorůstá.
-
- *Prostředí*: bakteriální kultura,
 - *agenty*: antibiotika, akcí je likvidace konkrétních baktérií,
 - *vývoj prostředí*: baktérie se mohou dělit.
-
- *Prostředí*: stůl s papíry (čistými nebo pokreslenými),
 - *agenty*: děti s pastelkami, akcí je kreslení na čistý papír,
 - *vývoj prostředí*: pokreslené papíry jsou učitelkou pravidelně nahrazovány čistými.

Neformální příklady

- *Prostředí*: louka plná trávy,
 - *agenty*: králíci, koně, krávy, akcí je pasení trávy,
 - *vývoj prostředí*: spasená tráva dorůstá.
-
- *Prostředí*: bakteriální kultura,
 - *agenty*: antibiotika, akcí je likvidace konkrétních baktérií,
 - *vývoj prostředí*: baktérie se mohou dělit.
-
- *Prostředí*: stůl s papíry (čistými nebo pokreslenými),
 - *agenty*: děti s pastelkami, akcí je kreslení na čistý papír,
 - *vývoj prostředí*: pokreslené papíry jsou učitelkou pravidelně nahrazovány čistými.

Definice L-systémů

Definice (0L schéma)

0L schéma je uspořádaná dvojice $S_0 = (V, P)$, kde

- *V je konečná neprázdná abeceda systému,*
- *P je množina bezkontextových pravidel, $P \subseteq V \times V^*$.*

Definice (0L systém)

0L systém je uspořádaná trojice $G_0 = (V, P, \omega_0)$, kde (V, P) je 0L schéma a ω_0 je axiom, $\omega_0 \in V^$.*

Definice L-systémů

Definice (0L schéma)

0L schéma je uspořádaná dvojice $S_0 = (V, P)$, kde

- V je konečná neprázdná abeceda systému,
- P je množina bezkontextových pravidel, $P \subseteq V \times V^*$.

Definice (0L systém)

0L systém je uspořádaná trojice $G_0 = (V, P, \omega_0)$, kde (V, P) je 0L schéma a ω_0 je axiom, $\omega_0 \in V^*$.

Definice L-systémů

Definice (E0L schéma)

E0L schéma je uspořádaná trojice $S_E = (V, T, P)$, kde

- *V je konečná neprázdná abeceda systému,*
- *T je terminální abeceda, $T \subseteq V$,*
- *P je množina bezkontextových pravidel, $P \subseteq V \times V^*$.*

Definice (E0L-systém)

*E0L systém je uspořádaná čtveřice $G_E = (V, T, P, \omega_0)$, kde
(V, T, P) je E0L schéma ω_0 je axiom, $\omega_0 \in V^*$.*

Definice L-systémů

Definice (E0L schéma)

E0L schéma je uspořádaná trojice $S_E = (V, T, P)$, kde

- *V je konečná neprázdná abeceda systému,*
- *T je terminální abeceda, $T \subseteq V$,*
- *P je množina bezkontextových pravidel, $P \subseteq V \times V^*$.*

Definice (E0L-systém)

*E0L systém je uspořádaná čtveřice $G_E = (V, T, P, \omega_0)$, kde
(V, T, P) je E0L schéma ω_0 je axiom, $\omega_0 \in V^*$.*

Definice eko-kolonií

Definice (EOL eko-kolonie)

EOL eko-kolonia stupně n, n ≥ 1, je (n + 2)-tice

$\Sigma = (E, A_1, A_2, \dots, A_n, w_0)$, kde

- $E = (V, T, P)$ je EOL schéma,
- $A_i = (S_i, F_i)$, $1 \leq i \leq n$, je i-tý agent, kde
 - $S_i \in V$ je startovací symbol agenta,
 - $F_i \subseteq (V - \{S_i\})^*$ konečná množina akčních pravidel agenta (jeho jazyk),
- $w_0 \in V^*$ je axiom.

Definice eko-kolonií

Definice (0L eko-kolonie)

0L eko-kolonia stupně n, n ≥ 1, je (n + 2)-tice

$\Sigma = (E, A_1, A_2, \dots, A_n, w_0)$, kde

- $E = (V, P)$ je 0L schéma,
- $A_i = (S_i, F_i)$, $1 \leq i \leq n$, je i-tý agent, kde
 - $S_i \in V$ je startovací symbol agenta,
 - $F_i \subseteq (V - \{S_i\})^*$ konečná množina akčních pravidel agenta (jeho jazyk),
- $w_0 \in V^*$ je axiom.

Odvození v eko-koloniích

Slabý paralelismus (*wp* – weak parallel)

- ➊ pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, agent je pro daný krok *neaktivní*,
 - ➋ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ➌ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak pouze k jich je aktivních, zbylých $m - k$ je neaktivních,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty, které mohou pracovat.

Odvození v eko-koloniích

Slabý paralelismus (*wp* – weak parallel)

- ➊ pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, agent je pro daný krok *neaktivní*,
 - ➋ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ➌ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak pouze k jich je aktivních, zbylých $m - k$ je neaktivních,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty, které mohou pracovat.

Odvození v eko-koloniích

Slabý paralelismus (*wp* – weak parallel)

- ① pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, agent je pro daný krok *neaktivní*,
 - ② jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ③ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak pouze k jich je aktivních, zbylých $m - k$ je neaktivních,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty, které mohou pracovat.

Odvození v eko-koloniích

Slabý paralelismus (*wp* – weak parallel)

- ① pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, agent je pro daný krok *neaktivní*,
 - ② jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ③ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak pouze k jich je aktivních, zbylých $m - k$ je neaktivních,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty, které mohou pracovat.

Odvození v eko-koloniích

Plný paralelismus (*ap* – all are working parallelly)

- ➊ pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, odvození je blokováno,
 - ➋ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ➌ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak je odvození blokováno,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty.

Odvození v eko-koloniích

Plný paralelismus (*ap* – all are working parallelly)

- ➊ pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, odvození je blokováno,
 - ➋ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ➌ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak je odvození blokováno,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty.

Odvození v eko-koloniích

Plný paralelismus (*ap* – all are working parallelly)

- ① pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, odvození je blokováno,
 - ② jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ③ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak je odvození blokováno,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty.

Odvození v eko-koloniích

Plný paralelismus (*ap* – all are working parallelly)

- ① pokud se startovací symbol agenta nenachází v prostředí, odvození je blokováno,
 - ② jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m \leq k$, pak pracuje všech těchto m agentů (jsou aktivní),
 - ③ jestliže se symbol nachází v prostředí v k výskytech, $k > 0$, a agentů s tímto symbolem jako startovacím je $m > k$, pak je odvození blokováno,
- ⇒ v každém kroku odvození pracují všechny agenty.

Příklad 1

E0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A_1, A_2, AbB)$, kde

$E = (\{A, B, a, b\}, \{a, b\}, \{a \rightarrow a, b \rightarrow bb, A \rightarrow A, B \rightarrow B\}),$
 $A_1 = (A, \{aB, \varepsilon\}), A_2 = (B, \{aA, \varepsilon\})$

Ukázky odvození:

$AbB \xrightarrow{ap} aBb^2aA \xrightarrow{ap} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{ap} a^3Bb^8a^3A \xrightarrow{ap} a^4Ab^{16}a^4B \xrightarrow{ap} \dots$

$AbB \xrightarrow{wp} aBb^2aA \xrightarrow{wp} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{wp} a^2b^8a^3A \xrightarrow{wp} a^2b^{16}a^4B \xrightarrow{wp} \dots$

$$L(\Sigma, ap) = \left\{ a^n b^{2^n} a^n \mid n \geq 0 \right\}$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^i b^{2^n} a^j \mid n \geq 0, 0 \leq i, j \leq n \right\}$$

Příklad 1

E0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A_1, A_2, AbB)$, kde

$E = (\{A, B, a, b\}, \{a, b\}, \{a \rightarrow a, b \rightarrow bb, A \rightarrow A, B \rightarrow B\}),$
 $A_1 = (A, \{aB, \varepsilon\}), A_2 = (B, \{aA, \varepsilon\})$

Ukázky odvození:

$AbB \xrightarrow{ap} aBb^2aA \xrightarrow{ap} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{ap} a^3Bb^8a^3A \xrightarrow{ap} a^4Ab^{16}a^4B \xrightarrow{ap}$
...

$AbB \xrightarrow{wp} aBb^2aA \xrightarrow{wp} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{wp} a^2b^8a^3A \xrightarrow{wp} a^2b^{16}a^4B \xrightarrow{wp} \dots$

$$L(\Sigma, ap) = \left\{ a^n b^{2^n} a^n \mid n \geq 0 \right\}$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^i b^{2^n} a^j \mid n \geq 0, 0 \leq i, j \leq n \right\}$$

Příklad 1

E0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A_1, A_2, AbB)$, kde

$E = (\{A, B, a, b\}, \{a, b\}, \{a \rightarrow a, b \rightarrow bb, A \rightarrow A, B \rightarrow B\}),$
 $A_1 = (A, \{aB, \varepsilon\}), A_2 = (B, \{aA, \varepsilon\})$

Ukázky odvození:

$$AbB \xrightarrow{ap} aBb^2aA \xrightarrow{ap} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{ap} a^3Bb^8a^3A \xrightarrow{ap} a^4Ab^{16}a^4B \xrightarrow{ap} \dots$$

$$AbB \xrightarrow{wp} aBb^2aA \xrightarrow{wp} a^2Ab^4a^2B \xrightarrow{wp} a^2b^8a^3A \xrightarrow{wp} a^2b^{16}a^4B \xrightarrow{wp} \dots$$

$$L(\Sigma, ap) = \left\{ a^n b^{2^n} a^n \mid n \geq 0 \right\}$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^i b^{2^n} a^j \mid n \geq 0, 0 \leq i, j \leq n \right\}$$

Příklad 2

0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A, a)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^{2^n} \mid n \geq 0 \right\}, \quad L(\Sigma, ap) = \{a\}$$

nebo: $\Sigma = (E, A, b)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$b \xrightarrow{wp} a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

Příklad 2

0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A, a)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^{2^n} \mid n \geq 0 \right\}, \quad L(\Sigma, ap) = \{a\}$$

nebo: $\Sigma = (E, A, b)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$b \xrightarrow{wp} a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

Příklad 2

0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A, a)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^{2^n} \mid n \geq 0 \right\}, \quad L(\Sigma, ap) = \{a\}$$

nebo: $\Sigma = (E, A, b)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$b \xrightarrow{wp} a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

Příklad 2

0L eko-kolonie $\Sigma = (E, A, a)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

$$L(\Sigma, wp) = \left\{ a^{2^n} \mid n \geq 0 \right\}, \quad L(\Sigma, ap) = \{a\}$$

nebo: $\Sigma = (E, A, b)$, kde

$$E = (\{a, b\}, \{a \rightarrow aa, b \rightarrow b\}), \quad A = (b, \{a\})$$

Ukázka odvození:

$$b \xrightarrow{wp} a \xrightarrow{wp} a^2 \xrightarrow{wp} a^4 \xrightarrow{wp} a^8 \xrightarrow{wp} a^{16} \xrightarrow{wp} \dots$$

Struktura disertační práce

Kapitola 1 Formální gramatiky a jejich společenství

- základní informace související s tématem práce – stručné pojednání o
 - gramatikách Chomského hierarchie a L-systémech,
 - gramatických systémech a
 - eko-gramatických systémech.
- většinou neformální popis doprovázený příklady,
- formální popis u eko-gramatických systémů vzhledem k následujícímu obsahu dokumentu.

Struktura disertační práce

Kapitola 2 Kolonie

- popis, potřebné definice,
- příklady demonstrující důležité dále využívané vlastnosti kolonií,
- generativní síla kolonií – výsledky jiných autorů i vlastní výsledky (dvě věty s důkazy).

Kapitola 3 Eko-kolonie

- motivace,
- popis, potřebné definice,
- příklady demonstrující důležité vlastnosti eko-kolonií.

Struktura disertační práce

Kapitola 2 Kolonie

- popis, potřebné definice,
- příklady demonstrující důležité dále využívané vlastnosti kolonií,
- generativní síla kolonií – výsledky jiných autorů i vlastní výsledky (dvě věty s důkazy).

Kapitola 3 Eko-kolonie

- motivace,
- popis, potřebné definice,
- příklady demonstrující důležité vlastnosti eko-kolonií.

Struktura disertační práce

Kapitola 4 Generativní síla eko-kolonií

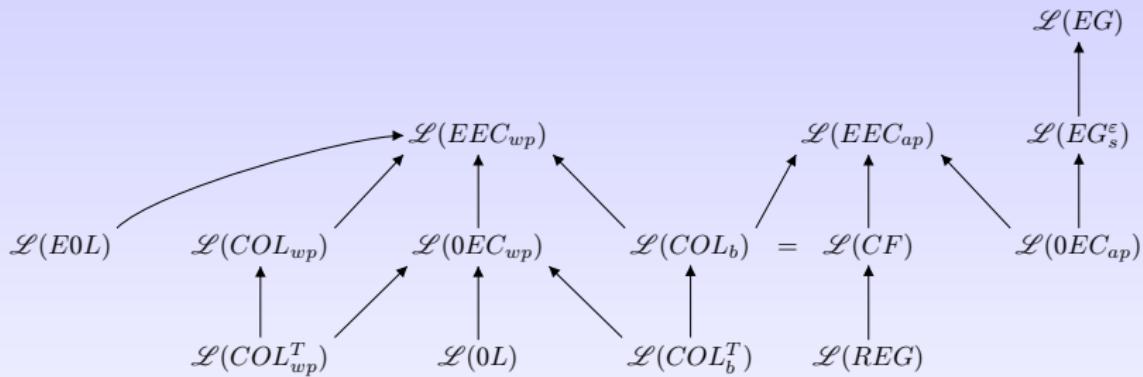
- kapitola je rozdělena na 5 sekcí:
 - 1 Eko-kolonie vs. kolonie
 - 2 Vztah mezi různými druhy eko-kolonií
 - 3 Eko-kolonie vs. L-systémy
 - 4 Eko-kolonie vs. eko-gramatické systémy
 - 5 Eko-kolonie vs. gramatiky Chomského hierarchie
- v každé sekci najdeme související věty o generativní síle a důkazy doprovázené příklady.

Další části dokumentu

Součástí dokumentu jsou také

- Úvod, Závěr, seznamy literatury,
- Obsah, Seznam definic, Seznam značení, Seznam uvedených jazyků, Rejstřík.

Věty o generativní síle eko-kolonií



Změny oproti rigorózní práci

Provedené změny:

- většina důkazů zestručněna a přepracována,
- přidány věty a důkazy týkající se porovnání generativní síly eko-kolonií a gramatik Chomského hierarchie (typu 2 a 3 a podtříd),
- krátká diskuse k ostatním gramatikám Chomského hierarchie,
- změna struktury práce z důvodu zvýšení přehlednosti.

Pokračování v tématu

Od L-systémů k eko-koloniím

- věty o generativní síle s důkazy,
- využití eko-kolonií v oblastech, kde se již léta používají L-systémy, zejména v modelování.

Pokračování v tématu

Od L-systémů k eko-koloniím

- věty o generativní síle s důkazy,
- využití eko-kolonií v oblastech, kde se již léta používají L-systémy, zejména v modelování.

Grafika – 2D Turtle

Motivace

- L-systémy se používají také v jednoduchém grafickém modelování,
- „želvička“ představuje momentální pozici a natočení kreslicího pera na plátně,
- přijímá příkazy pro pohyb, pohyb s kreslením, otočení apod.,
- může používat zásobník, pak přijímá také příkazy pro uložení konfigurace do zásobníku a znova učtení ze zásobníku,
- „náhodné“ výstupy jsou zajišťovány přidáním stochastických podmínek k vývojovým pravidlům.

Grafika – 2D Turtle

Motivace

- L-systémy se používají také v jednoduchém grafickém modelování,
- „želvička“ představuje momentální pozici a natočení kreslicího pera na plátně,
- přijímá příkazy pro pohyb, pohyb s kreslením, otočení apod.,
- může používat zásobník, pak přijímá také příkazy pro uložení konfigurace do zásobníku a znova učtení ze zásobníku,
- „náhodné“ výstupy jsou zajišťovány přidáním stochastických podmínek k vývojovým pravidlům.

Grafika – 2D Turtle

Motivace

- L-systémy se používají také v jednoduchém grafickém modelování,
- „želvička“ představuje momentální pozici a natočení kreslicího pera na plátně,
- přijímá příkazy pro pohyb, pohyb s kreslením, otočení apod.,
- může používat zásobník, pak přijímá také příkazy pro uložení konfigurace do zásobníku a znova učtení ze zásobníku,
- „náhodné“ výstupy jsou zajišťovány přidáním stochastických podmínek k vývojovým pravidlům.

Grafika – 2D Turtle

Motivace

- L-systémy se používají také v jednoduchém grafickém modelování,
- „želvička“ představuje momentální pozici a natočení kreslicího pera na plátně,
- přijímá příkazy pro pohyb, pohyb s kreslením, otočení apod.,
- může používat zásobník, pak přijímá také příkazy pro uložení konfigurace do zásobníku a znovunačtení ze zásobníku,
- „náhodné“ výstupy jsou zajišťovány přidáním stochastických podmínek k vývojovým pravidlům.

Grafika – 2D Turtle

Motivace

- L-systémy se používají také v jednoduchém grafickém modelování,
- „želvička“ představuje momentální pozici a natočení kreslicího pera na plátně,
- přijímá příkazy pro pohyb, pohyb s kreslením, otočení apod.,
- může používat zásobník, pak přijímá také příkazy pro uložení konfigurace do zásobníku a znovunačtení ze zásobníku,
- „náhodné“ výstupy jsou zajišťovány přidáním stochastických podmínek k vývojovým pravidlům.

Použití eko-kolonií

Agenty

= způsob zajištění náhodnosti výstupů, „chyba“ šířící se od místa svého vzniku dále

Úprava definic

- ➊ *Úprava agentů:* jazyky agentů jsou pouze jednoprvkové a agenty mohou generovat svůj startovací symbol, tj.
 $A = (S, \{f\})$, $S \in V, f \in V^*$, zapisujeme $S \rightarrow f$.
- ➋ *Úprava wp módu odvození:* každý agent hledá svůj startovací symbol v prostředí náhodně (random), ale počet pokusů o nalezení je omezen konstantní hodnotou.

Použití eko-kolonií

Agenty

= způsob zajištění náhodnosti výstupů, „chyba“ šířící se od místa svého vzniku dále

Úprava definic

- ① *Úprava agentů:* jazyky agentů jsou pouze jednoprvkové a agenty mohou generovat svůj startovací symbol, tj.
 $A = (S, \{f\})$, $S \in V, f \in V^*$, zapisujeme $S \rightarrow f$.
- ② *Úprava wp módu odvození:* každý agent hledá svůj startovací symbol v prostředí náhodně (random), ale počet pokusů o nalezení je omezen konstantní hodnotou.

Použití eko-kolonií

Agenty

= způsob zajištění náhodnosti výstupů, „chyba“ šířící se od místa svého vzniku dále

Úprava definic

- ① *Úprava agentů:* jazyky agentů jsou pouze jednoprvkové a agenty mohou generovat svůj startovací symbol, tj.
 $A = (S, \{f\})$, $S \in V$, $f \in V^*$, zapisujeme $S \rightarrow f$.
- ② *Úprava wp módu odvození:* každý agent hledá svůj startovací symbol v prostředí náhodně (random), ale počet pokusů o nalezení je omezen konstantní hodnotou.

L Systémy

czech.lng

DATA PRO VYGENEROVÁNÍ FRAKTÁLU

Axiom: $FF-[-F+F+F]+[+F-F-F]$

Pravidla:

$F > FF-[-F+F+F]+[+F-F-F]$

Agenty:

$F > FF+[+F-F-F]-[-F+F+F]$

$F > f$

$F > F$

Počáteční úhel natočení:

0° 90°

Počet iterací výpočtu: 3

Nastavit barvy pro symboly

Vypočítat Vykreslit fraktál

Uložit do BMP

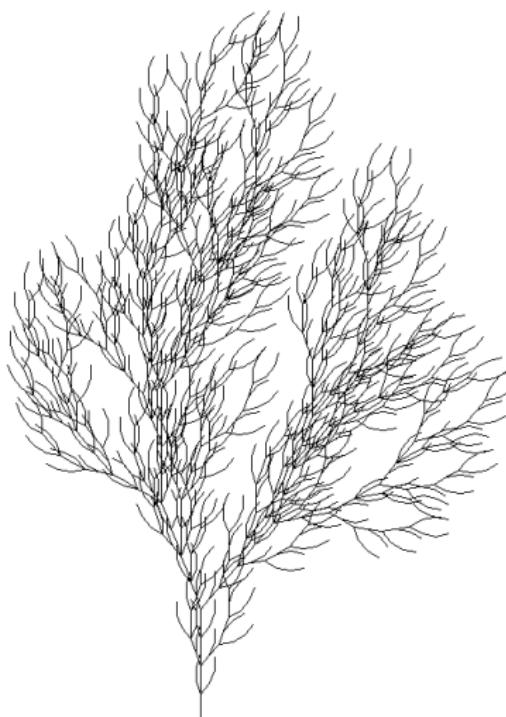
? Informace a nápověda

VYBRAT JINÝ FRAKTÁL ZE SEZNAMU

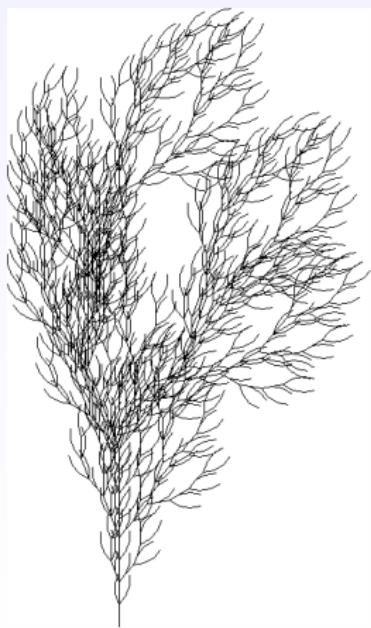
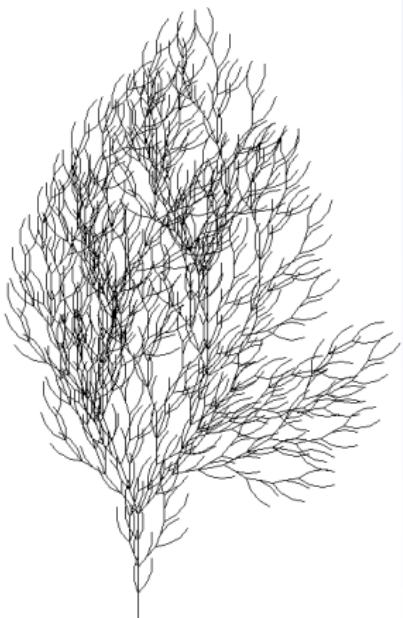
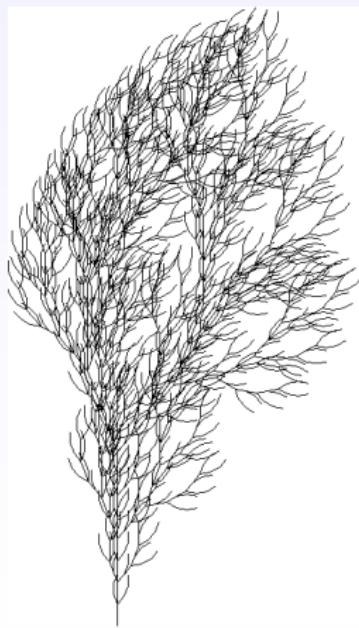
<< 41 >>

Velikost změny úhlu (stupně): 20

Vykresli zadaný fraktál do okna



Náhodnost výstupů



Závěr

Co je již hotovo

- zkoumání generativní síly eko-kolonií, pro některé vztahy ještě není zúplněno,
- v ukázkových příkladech jsou demonstrovány některé zajímavé vlastnosti eko-kolonií, které lze případně dále rozpracovat a použít v dalších důkazech,
- algoritmy pro využití v jednoduchém grafickém modelování.

Co ještě zbývá udělat

- uzavření dalších vztahů eko-kolonií k dalším systémům vzhledem ke generativní síle,
- hledání dalších možností využití eko-kolonií a případné zdokonalení programu L Systémy.

Závěr

Co je již hotovo

- zkoumání generativní síly eko-kolonií, pro některé vztahy ještě není zúplněno,
- v ukázkových příkladech jsou demonstrovány některé zajímavé vlastnosti eko-kolonií, které lze případně dále rozpracovat a použít v dalších důkazech,
- algoritmy pro využití v jednoduchém grafickém modelování.

Co ještě zbývá udělat

- uzavření dalších vztahů eko-kolonií k dalším systémům vzhledem ke generativní síle,
- hledání dalších možností využití eko-kolonií a případné zdokonalení programu L Systémy.

Děkuji za pozornost.