

## Rozumienie języka — gramatyki bezkontekstowe

- *Gramatyka bezkontekstowa* składa się z *produkcji* postaci

$\langle \text{nieterminal} \rangle \longrightarrow \text{ciąg terminali i nieterminali}$

*terminale* — symbole ostatecznie pojawiające się w docelowym tekście;  
*nieterminale* — symbole pomocnicze, z których *wyprowadza się* ciągi znaków. Notacja

$\langle \text{nieterminal} \rangle ::= \text{ciąg}_1 \mid \text{ciąg}_2 \mid \dots \mid \text{ciąg}_n$

jest skrótem zbioru produkcji

$\langle \text{nieterminal} \rangle \longrightarrow \text{ciąg}_1$

$\langle \text{nieterminal} \rangle \longrightarrow \text{ciąg}_2$

...

$\langle \text{nieterminal} \rangle \longrightarrow \text{ciąg}_n$

Jeden wyróżniony *nieterminal* nazywamy *symbolem początkowym* lub *aksjomatem* gramatyki.

Wykład 5, 29 III 2004, str. 2

## Rozumienie języka — gramatyki bezkontekstowe

- *Wyprowadzanie* (lub *wywód*) polega na zastępowaniu *nieterminalu* z lewej strony produkcji całą prawą stroną tej samej produkcji.

Wyprowadzenie zaczyna się od *symbolu początkowego* gramatyki.

Na przykład:

$\langle \text{zdanie} \rangle \longrightarrow \langle \text{mianownik} \rangle \langle \text{gr.orzeczenia} \rangle .$   
 $\longrightarrow \text{Basia} \langle \text{gr.orzeczenia} \rangle .$   
 $\longrightarrow \text{Basia} \langle \text{gr.orzeczenia} \rangle \langle \text{biernik} \rangle .$   
 $\longrightarrow \text{Basia} \langle \text{czasownik} \rangle \langle \text{biernik} \rangle .$   
 $\longrightarrow \text{Basia} \text{bije} \langle \text{biernik} \rangle .$   
 $\longrightarrow \text{Basia} \text{bije} \text{Jasia} .$

## Bezkontekstowe podejście do języka — wnioski

1. Ciąg samych **terminali** jest *zdaniem* o ile istnieje wywód kończący się tym ciągiem.
2. Inaczej mówiąc, ciąg samych **terminali** jest *zdaniem* o ile istnieje drzewo wyvodu w którego liściach stoi ten ciąg.
3. Zbiór wszystkich zdań nazywamy *językiem* definiowanym przez daną gramatykę.
4. Zbiór napisów posiadający definiującą go gramatykę bezkontekstową nazywa się *językiem bezkontekstowym*.
5. Łatwo wskazać zbiory napisów nie będące językami bezkontekstowymi.

Wykład 5, 29 III 2004, str. 4

## Bezkontekstowe podejście do języka — wnioski

6. Znając gramatykę bezkontekstową można automatycznie wygenerować algorytm wykonujący *analizę składniową* jego zdań; to znaczy do każdego zdania budujący jego drzewo wyvodu a dla każdego *niezdania* sygnalizujący błąd.
7. *Praktycznie każdy* język programowania  $L$  sam nie jest bezkontekstowy, ale jest zawarty w pewnym niewiele się od niego różniącym języku bezkontekstowym  $L'$ . Wobec tego analiza programu składa się z dwóch etapów:
  - dokonujemy *analizy składniowej* programu (jak w 6) i ew. sygnalizujemy błąd, jeśli ta analiza nie wyjdzie;
  - jeśli wyjdzie, to już wiemy, że program należy do  $L'$ ; wtedy sprawdzamy pewne dodatkowe warunki *semantyczne*; jeśli nie są spełnione, to program jest w  $L' \setminus L$  — należy zasygnalizować błąd; jeśli są spełnione, to program jest w  $L$ .

## Bezkontekstowe podejście do języka — wnioski

8. W latach sześćdziesiątych spodziewano się, że ludzkie **języki naturalne** są być może bezkontekstowe i próbowano stosować do ich analizy takie same algorytmy.
9. Teraz raczej uważa się, że języki naturalne są bardzo odległe od bezkontekstowości.

Wykład 5, 29 III 2004, str. 6

## Rozumienie języka — reguły wnioskowania (dedukcji)

### System dedukcyjny

Wyprowadzamy **sądy** o tym, co z czego wynika.

$\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q$  czytamy: **z założeń**  $p_1, \dots, p_n$  **wynika**  $q$ .

#### Przykład:

$\{x > 0, y > 0\} \vdash x \cdot y > 0$  — sąd poprawny

$\{x > 0, z > 0\} \vdash x \cdot y > 0$  — sąd niepoprawny

$\{\} \vdash p \Rightarrow q$  — sąd niepoprawny

$\{p\} \vdash p \Rightarrow q$  — sąd niepoprawny

$\{q\} \vdash p \Rightarrow q$  — sąd poprawny

$\{\} \vdash p \Rightarrow p$  — sąd poprawny

$\{\neg p\} \vdash p \Rightarrow p$  — sąd poprawny

$\{\forall x x^2 \leq 0\} \vdash (-5)^2 \leq 0$  — sąd poprawny

## System dedukcyjny

Do wyprowadzania takich sądów używamy reguł wnioskowania:

sąd <sub>1</sub>
sąd <sub>2</sub>
...
sąd <sub>n</sub>
-----
sąd <sub>0</sub>

Reguła założeniowa:

$$\frac{}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash p_i} \quad (\text{dla } 1 \leq i \leq n)$$

Reguła monotoniczności:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q}{\{p_1, \dots, p_n, r\} \vdash q}$$

Reguła cięcia:

$$\frac{\begin{array}{l} \{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \\ \{p_1, \dots, p_n, q\} \vdash r \end{array}}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash r}$$

**Dodatkowo reguły dotyczące konkretnej dziedziny wiedzy.**

## Rachunek zdań

Wprowadzanie koniunkcji:

$$\frac{\begin{array}{l} \{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \\ \{p_1, \dots, p_n\} \vdash r \end{array}}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \& r}$$

Eliminacja koniunkcji 1:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \& r}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q}$$

Wprowadzanie alternatywy 1:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \vee r}$$

Eliminacja koniunkcji 2:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \& r}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash r}$$

Wprowadzanie alternatywy 2:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash r}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \vee r}$$

Eliminacja alternatywy:

$$\frac{\begin{array}{l} \{p_1, \dots, p_n, q\} \vdash s \\ \{p_1, \dots, p_n, r\} \vdash s \end{array}}{\{p_1, \dots, p_n, q \vee r\} \vdash s}$$

## Rachunek zdań

Wprowadzanie implikacji:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n, q\} \vdash r}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \Rightarrow r}$$

Eliminacja implikacji (reg. odrywania):

$$\frac{\begin{array}{l} \{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \Rightarrow r \\ \{p_1, \dots, p_n\} \vdash q \end{array}}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash r}$$

Wprowadzanie negacji:

$$\frac{\{p_1, \dots, p_n, q\} \vdash \text{fałsz}}{\{p_1, \dots, p_n\} \vdash \neg q}$$

Eliminacja negacji:

$$\frac{}{\{p_1, \dots, p_n, q, \neg q\} \vdash \text{fałsz}}$$

## Rachunek zdań — przykładowy wywód

