

Grammatiche dei linguaggi

Stefano Lodi

Insegnamento di Informatica

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

`stefano.lodi@unibo.it`

Alfabeti e linguaggi

Alfabeti e linguaggi

Notazione

Backus-Naur

Esempio di
grammatica

Esempio di
grammatica

- Sia dato un alfabeto Σ numerabile di simboli che chiameremo *simboli terminali*
- Una stringa σ su Σ è una sequenza di elementi di Σ

$$\sigma = \sigma_1\sigma_2 \dots \sigma_n \quad \sigma_i \in \Sigma, i = 1, \dots, n$$

- Esempio: $\Sigma = \{0, 1\}$. Sono stringhe su Σ : 1001, 111, 0, 1.
- Sia Σ^* l'insieme di tutte le stringhe su Σ di qualunque lunghezza
- Un *linguaggio* \mathcal{L} su Σ è un **sottoinsieme di Σ^***
- Un linguaggio non è in generale un insieme finito; pertanto per definire \mathcal{L} non posso elencarne gli elementi
- Serve una descrizione formale e finita per definire \mathcal{L}
- La **teoria dei linguaggi** ha sviluppato vari metodi
 - ◆ Notazione **Backus-Naur**
 - ◆ Diagrammi sintattici

Notazione Backus-Naur

Alfabeti e linguaggi

Notazione

Backus-Naur

Esempio di
grammatica

Esempio di
grammatica

- Una grammatica in notazione Backus-Naur si compone di:
 - ◆ Un insieme, o *alfabeto*, di *simboli terminali*
 - ◆ Un insieme, o *alfabeto*, di *simboli non terminali*
 - ◆ Un insieme di *regole di produzione*. Una regola di produzione è una scrittura della seguente forma:

$$stringa \longrightarrow stringa_1 \mid stringa_2 \mid \cdots \mid stringa_n,$$

dove *stringa* è un simbolo non terminale e *stringa_i* una sequenza di simboli terminali e non terminali, $i = 1, \dots, n$

- ◆ Un simbolo non terminale, o *scopo della grammatica*
- Esempio: grammatica dei numeri binari
 - ◆ Alfabeto dei terminali: $\Sigma = \{0, 1\}$
 - ◆ Alfabeto dei non terminali: $\{\langle \text{numero} \rangle, \langle \text{cifra} \rangle\}$
 - ◆ Regole di produzione:

$$\langle \text{cifra} \rangle \longrightarrow 0 \mid 1$$

$$\langle \text{numero} \rangle \longrightarrow \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{cifra} \rangle \langle \text{numero} \rangle$$

- ◆ Scopo della grammatica: $\langle \text{numero} \rangle$

Esempio di grammatica

Alfabeti e linguaggi

Notazione

Backus-Naur

Esempio di
grammatica

Esempio di
grammatica

■ Identificatori in un linguaggio di programmazione

- ◆ Alfabeto dei terminali: $\Sigma = \{a, b, c, \dots, z, A, B, C, \dots, Z, 0, \dots, 9, -\}$
- ◆ Alfabeto dei non terminali:
 $\{\langle \text{lettera} \rangle, \langle \text{cifra} \rangle, \langle \text{simbolo} \rangle, \langle \text{simboli} \rangle, \langle \text{identificatore} \rangle\}$
- ◆ Regole di produzione:

$$\langle \text{lettera} \rangle \longrightarrow a \mid \dots \mid z \mid A \mid \dots \mid Z \mid -$$
$$\langle \text{cifra} \rangle \longrightarrow 0 \mid \dots \mid 9$$
$$\langle \text{simbolo} \rangle \longrightarrow \langle \text{lettera} \rangle \mid \langle \text{cifra} \rangle$$
$$\langle \text{simboli} \rangle \longrightarrow \langle \text{simbolo} \rangle \mid \langle \text{simbolo} \rangle \langle \text{simboli} \rangle$$
$$\langle \text{identificatore} \rangle \longrightarrow \langle \text{lettera} \rangle \mid \langle \text{lettera} \rangle \langle \text{simboli} \rangle$$

- ◆ Scopo della grammatica: $\langle \text{identificatore} \rangle$

- Esercizio: verificare quali di queste stringhe sono identificatori secondo la grammatica

prodotto1 pRoDoTto1 Prodotto1

somma-interi SommaInteri somma_interi

1_somma _somma __somma ___1 0__

Esempio di grammatica

Alfabeti e linguaggi

Notazione

Backus-Naur

Esempio di
grammatica

Esempio di
grammatica

■ Espressioni aritmetiche con interi non negativi

◆ Alfabeto dei terminali: $\Sigma = \{0, \dots, 9, (,), +, -, *, /\}$

◆ Alfabeto dei non terminali:

$\{\langle \text{cifra} \rangle, \langle \text{numero} \rangle, \langle \text{operatore} \rangle, \langle \text{espressione} \rangle\}$

◆ Regole di produzione:

$$\langle \text{cifra} \rangle \longrightarrow 0 \mid \dots \mid 9$$
$$\langle \text{numero} \rangle \longrightarrow \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{cifra} \rangle \langle \text{numero} \rangle$$
$$\langle \text{operatore} \rangle \longrightarrow + \mid - \mid * \mid /$$
$$\langle \text{espressione} \rangle \longrightarrow \langle \text{numero} \rangle \mid$$
$$\langle \text{numero} \rangle \langle \text{operatore} \rangle \langle \text{espressione} \rangle \mid$$
$$(\langle \text{espressione} \rangle)$$

◆ Scopo della grammatica: $\langle \text{espressione} \rangle$

■ Esercizio: modificare la grammatica in modo da considerare interi con segno