

# 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  $\Sigma$  numerabile di simboli che chiameremo *simboli terminali*
- Una stringa  $\sigma$  su  $\Sigma$  è una sequenza di elementi di  $\Sigma$

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

- Esempio:  $\Sigma = \{0, 1\}$ . Sono stringhe su  $\Sigma$ : 1001, 111, 0, 1.
- Sia  $\Sigma^*$  l'insieme di tutte le stringhe su  $\Sigma$  di qualunque lunghezza
- Un *linguaggio*  $\mathcal{L}$  su  $\Sigma$  è un **sottoinsieme di  $\Sigma^*$**
- 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<sub>i</sub>* 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:

$$\langle \text{cifra} \rangle \longrightarrow 0 \mid \dots \mid 9$$

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

$$\langle \text{operatore} \rangle \longrightarrow + \mid - \mid * \mid /$$

$$\begin{aligned} \langle \text{espressione} \rangle \longrightarrow \langle \text{numero} \rangle \mid \\ \langle \text{numero} \rangle \langle \text{operatore} \rangle \langle \text{espressione} \rangle \mid \\ ( \langle \text{espressione} \rangle ) \end{aligned}$$

- ◆ Scopo della grammatica:  $\langle \text{espressione} \rangle$
- Esercizio: modificare la grammatica in modo da considerare interi con segno