Traduzione di programmi

Lezione 12 di Fondamenti di informatica

Docenti: Marina Madonia & Giuseppe Scollo

Università di Catania
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea in Informatica, I livello, AA 2008-09

Indice

il processo di traduzione

due tipi principali di **traduttori:**

compilatori: traduttori "puri": **sorgente → oggetto**

interpreti: eseguono ciascuna istruzione sorgente subito dopo averla tradotta

fasi principali della traduzione:

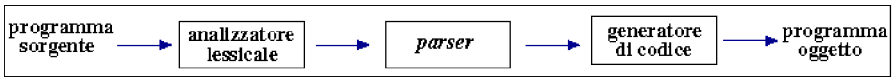
analisi lessicale: riconoscimento dei **lessemi (*tokens*)** del linguaggio (identificatori, parole riservate, separatori, operatori, etc.)

analisi sintattica (*parsing*):

controllo di **correttezza** del sorgente rispetto alla **grammatica libera** del linguaggio (v. avanti)

costruzione dell'**albero sintattico** del sorgente

generazione del codice: da albero sintattico e **tabella dei simboli**



esecuzione di un traduttore

l'esistenza di una naturale **sequenzialità delle fasi** del processo di traduzione non ne impedisce l'**esecuzione parallela**

l'attività di ciascuna fase trasforma un **flusso (*stream*)** di dati in ingresso in un flusso di dati in uscita

una **porzione** del flusso in ingresso è in genere sufficiente per produrre una corrispondente porzione del flusso in uscita

ciò permette l'esecuzione in **cascata parallela (*pipeline*)** delle fasi della traduzione

oltre la traduzione

compilazione separata:
i compilatori sono generalmente in grado di tradurre **moduli** di programma (ad es. procedure, definizioni di funzioni, classi) separatamente e in tempi diversi

***linker*:**
il risultato della traduzione di un **modulo sorgente** non è generalmente un programma eseguibile, bensì un **modulo oggetto**, che va **collegato** ad altri moduli oggetto per costruire un **eseguibile**

***loader*:**
in un programma eseguibile gli indirizzi di memoria non sono generalmente assoluti, bensì **relativi** ad una locazione di base, determinata all'atto del **caricamento** del programma in memoria

analisi sintattica

grammatica libera del linguaggio L : $G_L = (V_T, V_N, P, s_0)$

dove:

V_T : vocabolario **terminale**

V_N : vocabolario **non terminale**

$P \subseteq V_N \times (V_T \cup V_N)^*$: **produzioni** (regole) della grammatica

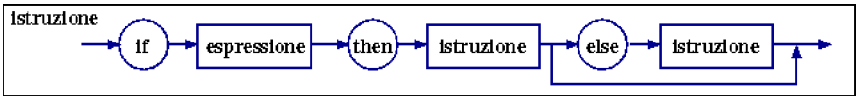
s_0 : **simbolo iniziale** della grammatica

linguaggio L generato da G_L : sottoinsieme di V_T^* costituito dalle stringhe terminali **derivabili** da s_0 con le produzioni P

determinare (se esiste) una tale derivazione, per una qualsiasi stringa data di V_T^*, è l'**obiettivo dell'analisi sintattica**

diagrammi sintattici

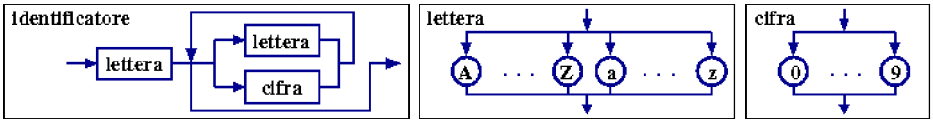
rappresentazioni grafiche delle **produzioni** (regole) di una **grammatica libera:**
cerchi: simboli **terminali** (lessemi)
rettangoli: simboli **non terminali** (sintagmi)



un **cammino** dall'ingresso all'uscita del diagramma sintattico rappresenta la stringa R di una produzione (N, R); il diagramma stesso è etichettato dal non-terminale N

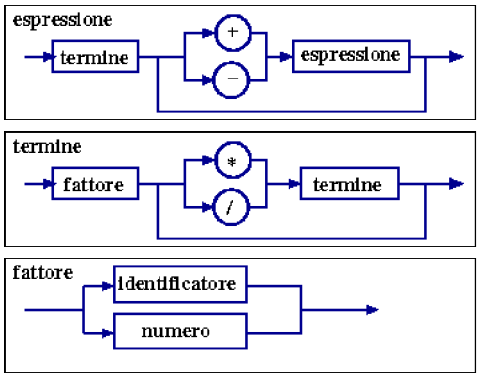
produzione in **forma di Backus-Naur (BNF):** N ::= R

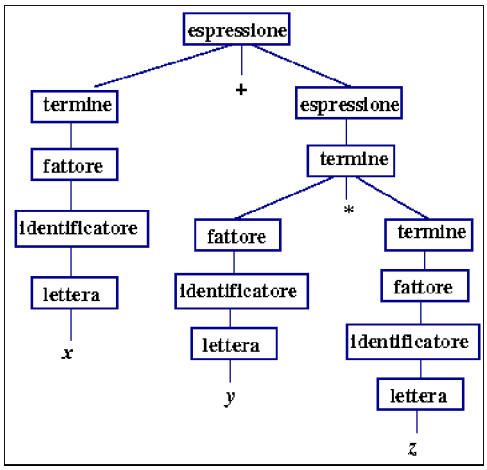
notazione **BNF estesa:** possibilità di **alternative** (diramazioni) e **iterazioni** (cicli)



costruzione di alberi sintattici

esempio: ***parsing*** dell'espressione ***x+y*z***





derivazione dal simbolo iniziale:
top-down o ***bottom-up*** ?

ambiguità sintattica

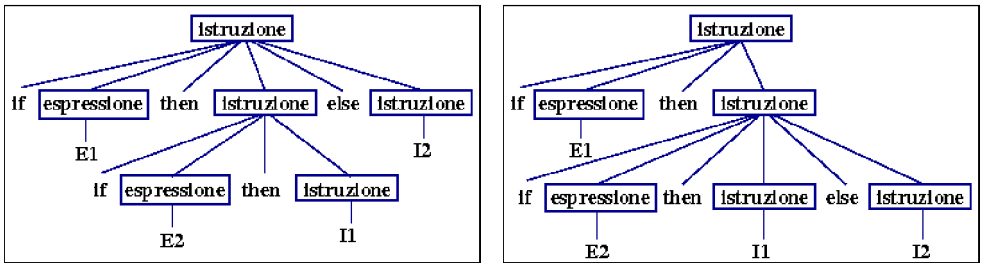
una grammatica è **ambigua** se qualche espressione del linguaggio che essa genera ha **più derivazioni** dal simbolo iniziale

esempio: il precedente diagramma sintattico per istruzioni condizionali

if <espressione> then <istruzione> [else <istruzione>]

rende ambigua la grammatica di simbolo iniziale **<istruzione>**

infatti "**if E1 then if E2 then I1 else I2**" ha **due** derivazioni:



analisi semantica

non tutte le espressioni sintatticamente corrette hanno significato

ad es., la frase seguente ha ben **quattro** derivazioni nella grammatica inglese:

time flies like an arrow

tuttavia, **tre** di esse sono prive di significato

nel processo di traduzione dei programmi, l'**analisi semantica statica** discrimina gli alberi risultanti dall'analisi sintattica in base ad ulteriori **vincoli**, che devono essere soddisfatti perché l'espressione sia traducibile

ad es., vincoli di concordanza (o compatibilità) di **tipo**

detti vincoli possono essere espressi da **regole semantiche** associate a produzioni di una grammatica libera; le **grammatiche con attributi** permettono di formalizzare tali regole con precisione

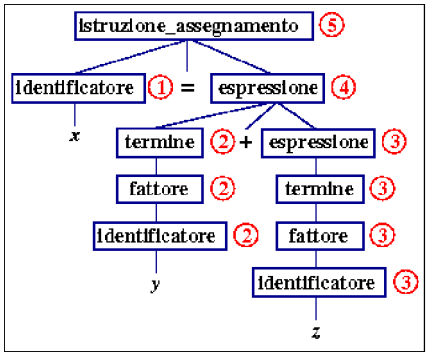
l'analisi semantica genera alberi sintattici **decorati**, ai cui nodi sono associati **record semantici**, con informazione di tipo e riferimenti ad unità lessicali

generazione del codice

input: alberi sintattici decorati, prodotti dall'analisi semantica

carattere essenziale del **processo:** estendere le decorazioni dei nodi dell'albero con opportune sequenze di istruzioni del linguaggio oggetto

in tal modo, la traduzione procede **per composizione** ***bottom-up***



record semantici

#	nome	tipo
1	x	int
2	y	int
3	z	int
4	temp	int
5	x	int

codice generato

```
1  X:  .DATA 0
2  Y:  .DATA 0
3  Z:  .DATA 0
4  TEMP: .DATA 0
   ...
          LOAD  Y
          ADD   Z
          STORE TEMP
5         LOAD  TEMP
          STORE X
```

ottimizzazione del codice

il codice generato nell'esempio precedente presenta **istruzioni superflue**

obiettivo: migliorare l'efficienza del codice generato

ottimizzazione locale:

esamina sequenze brevi delle **istruzioni generate** ed applica semplici trasformazioni, quali ad es.:

valutazione di costanti

eliminazione di trasferimenti memoria-registro superflui

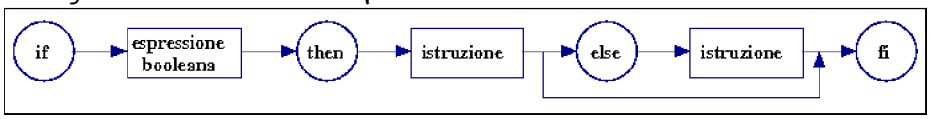
riduzione di complessità, in base al costo computazionale delle istruzioni macchina

ottimizzazione globale:

molto più complessa, esamina le **strutture** del codice, di qualsiasi ampiezza e profondità, per applicarvi trasformazioni ottimizzanti computazionalmente equivalenti (non tutti i compilatori la realizzano)

esercizi (1)

1. Quale delle seguenti asserzioni sul paradigma funzionale è vera?
   (a) Consta di funzioni elaborate appositamente per ciascun dato problema.
   (b) È basato sulla composizione di funzioni.
   (c) È anche noto come paradigma procedurale.
   (d) Consiste nella costruzione di funzioni complesse.
2. Quale dei seguenti programmi traduce e immediatamente esegue ciascuna istruzione di un programma sorgente?
   (a) analizzatore lessicale , (b) *parser* , (c) compilatore , (d) interprete
3. Verificare che la seguente estensione del primo diagramma sintattico a p. 6 elimina l'ambiguità sintattica mostrata a p. 8



4. Modificare i diagrammi sintattici a p. 7 per ammettere espressioni con parentesi, quali ad es. `x*(y+z)`, senza generare alcuna ambiguità sintattica.

esercizi (2)

5. Definire una grammatica per espressioni booleane, formate da:

   costanti booleane e variabili (identificatori);
   operatori `<`, `==`, `>` di confronto di espressioni aritmetiche;
   operatori booleani di congiunzione, disgiunzione, negazione;
   parentesi.

6. Usando i risultati dei tre esercizi precedenti, definire una grammatica per un linguaggio di programmazione imperativo dotato di:

   dichiarazioni di variabili (identificatori) di tipo intero o booleano,
   istruzioni di lettura di variabili,
   istruzioni di scrittura di espressioni,
   istruzioni di assegnamento,
   strutture condizionali,
   cicli a condizione anticipata.

7. Con riferimento al linguaggio specificato nell'esercizio precedente, fornire esempi di istruzioni sintatticamente valide ma rigettate dall'analisi semantica.