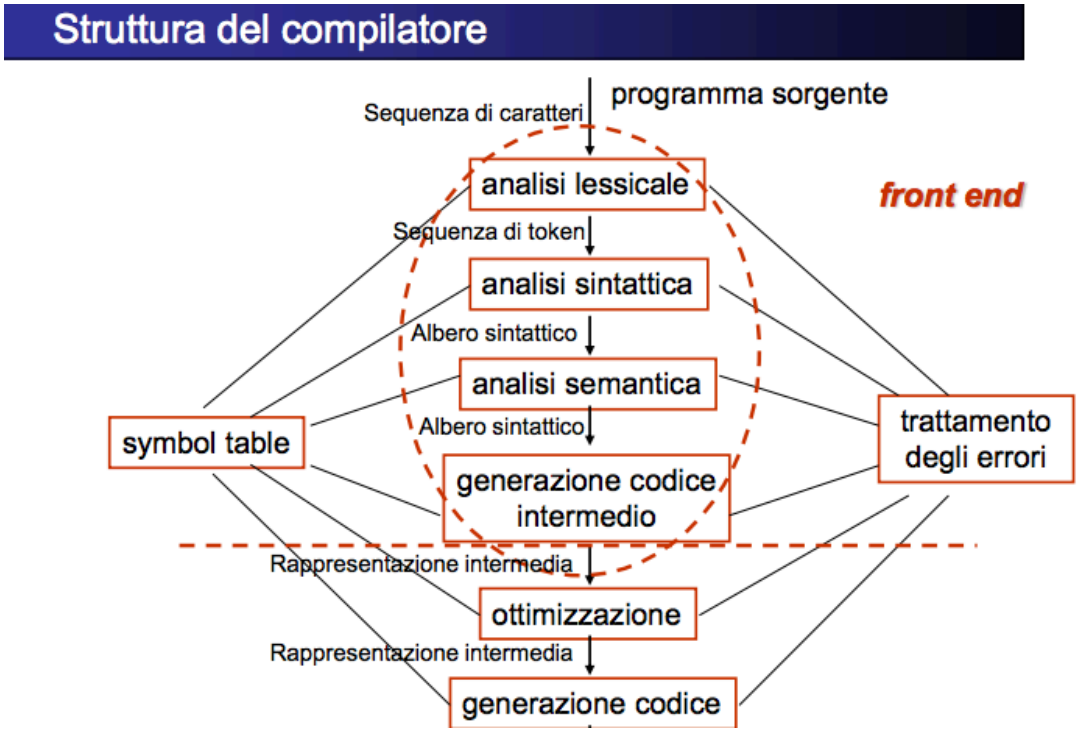
4. Traduzione diretta dalla sintassi

Valutatore di espressioni

Analizzatore sintattico

- Dove si posiziona in una pipeline di traduzione?
- L'analizzatore sintattico (o parser) implementato fornirà l'input agli step successivi all'analisi sintattica (traduzione guidata dalla sintassi).



(...continua...)

Esercizio 4.1

- Implementazione in Java di un valutatore di espressioni aritmetiche semplici
- Modificare l'analizzatore sintattico dell'esercizio 3.1 (parser per espressioni aritmetiche) in modo da valutare le espressioni aritmetiche semplici, facendo riferimento allo schema di traduzione diretto dalla sintassi seguente

Esercizio 4.1

- Schema di traduzione diretto dalla sintassi
- Azioni semantiche descritte in verde nel corpo delle produzioni

$$
\begin{array}{lcl}
\langle start \rangle & ::= & \langle expr \rangle \ \texttt{EOF} \ \{ \ print(expr.val) \ \} \\
\\
\langle expr \rangle & ::= & \langle term \rangle \ \{ \ exprp.i = term.val \ \} \ \langle exprp \rangle \ \{ \ expr.val = exprp.val \ \} \\
\\
\langle exprp \rangle & ::= & + \ \langle term \rangle \ \{ \ exprp_1.i = exprp.i + term.val \ \} \ \langle exprp_1 \rangle \ \{ \ exprp.val = exprp_1.val \ \} \\
& | & - \ \langle term \rangle \ \{ \ exprp_1.i = exprp.i - term.val \ \} \ \langle exprp_1 \rangle \ \{ \ exprp.val = exprp_1.val \ \} \\
& | & \varepsilon \ \{ \ exprp.val = exprp.i \ \} \\
\\
\langle term \rangle & ::= & \langle fact \rangle \ \{ \ termp.i = fact.val \ \} \ \langle termp \rangle \ \{ \ term.val = termp.val \ \} \\
\\
\langle termp \rangle & ::= & * \ \langle fact \rangle \ \{ \ termp_1.i = termp.i * fact.val \ \} \ \langle termp_1 \rangle \ \{ \ termp.val = termp_1.val \ \} \\
& | & / \ \langle fact \rangle \ \{ \ termp_1.i = termp.i / fact.val \ \} \ \langle termp_1 \rangle \ \{ \ termp.val = termp_1.val \ \} \\
& | & \varepsilon \ \{ \ termp.val = termp.i \ \} \\
\\
\langle fact \rangle & ::= & (\ \langle expr \rangle \ ) \ \{ \ fact.val = expr.val \ \} \\
& | & \texttt{NUM} \ \{ \ fact.val = \texttt{NUM}.value \ \}
\end{array}
$$

il terminale NUM ha l'attributo value , che è il valore numerico del terminale, fornito dal lexer

Esercizio 4.1

- Schema di traduzione diretto dalla sintassi
- Azioni semantiche descritte in verde nel corpo delle produzioni

$$
\begin{array}{lcl}
\langle start \rangle & ::= & \langle expr \rangle \ \texttt{EOF} \ \{ \ print(expr.val) \ \} \\
\\
\langle expr \rangle & ::= & \langle term \rangle \ \{ \ exprp.i = term.val \ \} \ \langle exprp \rangle \ \{ \ expr.val = exprp.val \ \} \\
\\
\langle exprp \rangle & ::= & + \ \langle term \rangle \ \{ \ exprp_1.i = exprp.i + term.val \ \} \ \langle exprp_1 \rangle \ \{ \ exprp.val = exprp_1.val \ \} \\
& | & - \ \langle term \rangle \ \{ \ exprp_1.i = exprp.i - term.val \ \} \ \langle exprp_1 \rangle \ \{ \ exprp.val = exprp_1.val \ \} \\
& | & \varepsilon \ \{ \ exprp.val = exprp.i \ \} \\
\\
\langle term \rangle & ::= & \langle fact \rangle \ \{ \ termp.i = fact.val \ \} \ \langle termp \rangle \\
\\
\langle termp \rangle & ::= & * \ \langle fact \rangle \ \{ \ termp_1.i = termp.i * fact. \\
& | & / \ \langle fact \rangle \ \{ \ termp_1.i = termp.i/fact.v \\
& | & \varepsilon \ \{ \ termp.val = termp.i \ \} \\
\\
\langle fact \rangle & ::= & (\ \langle expr \rangle \ ) \ \{ \ fact.val = expr.val \ \} \\
& | & \texttt{NUM} \ \{ \ fact.val = \texttt{NUM}.value \ \}
\end{array}
$$

Il terminale NUM ha l'attributo value , che è il valore numerico del terminale, fornito dal lexer (analisi lessicale)

Attenzione: qui molti nodi eventuali relativi a come avete implementato la classe NumberTok verranno al pettine

Esercizio 4.1

- Estendere il parser che avete costruito in 3.1. e trasformarlo in traduttore
- Create una nuova classe: (scaricare codice con spunti)
- Aggiungere codice nei vari metodi già realizzati
- Per valutare le espressioni

```
import java.io.*;

public class Valutatore {
    private Lexer lex;
    private BufferedReader pbr;
    private Token look;

    public Valutatore(Lexer l, BufferedReader br) {
        lex = l;
     pbr = br;
        move();
    }

    void move() {
        // come in Esercizio 3.1
    }

    void error(String s) {
        // come in Esercizio 3.1
    }

    void match(int t) {
        // come in Esercizio 3.1
    }

    public void start() {
        int expr_val;

        // ... completare ...

        expr_val = expr();
```

Richiamo teoria

- Traduzione guidata dalla sintassi: SDD (syntax directed definitions) e grafo delle dipendenze
- Schemi di traduzione (SDT) e traduzione top-down di SDD L-attribuite.
- Differenza fra attributi sintetizzati e attributi ereditati
  - è importante nel contesto di questo esercizio per sapere se un valore deve essere passato come parametro ai metodi (ad esempio, in exprp e termp)

Richiamo teoria

Definizioni guidate dalla sintassi: SDD

Per i **simboli non terminali** consideriamo due tipi di attributi:

- ***sintetizzati***: un attributo sintetizzato per una variabile A in un nodo *n* dell'albero di parsificazione è definito da una regola semantica associata alla produzione in *n* e il suo valore è calcolato solo in termini dei valori degli attributi nei nodi figli di *n* e in *n* stesso.
  (A è il simbolo a sinistra nella produzione, cioè la testa).

- ***ereditati***: un attributo ereditato per una variabile A in un nodo *n* dell'albero di parsificazione è definito da una regola semantica associata alla produzione nel nodo padre di *n* e il suo valore è calcolato solo in termini dei valori degli attributi del padre di *n*, di *n* stesso e dei suoi fratelli.
  (A è un simbolo nel corpo della produzione, cioè al membro destro).

Conservare in variabili locali i valori necessari per il calcolo degli attributi ereditati relativi ai non terminali
Es. caso della somma/sottrazione:
la difficoltà è tenere traccia dei valori da sommare, sottrarre ecc.

Richiamo teoria

Valutazione top-down di SDD L-attribuite

```
main traduzione_discesa_ricorsiva( )
  var risultato
        cc ← PROSS
        risultato ← S( )
        if (cc = '$') stampa ("stringa corretta, la sua traduzione è:" risultato)
        else ERRORE(…)

function A(e1, . . . en)
    var s1, . . . , sm, X1_a1, . . . , X1_ak, . . . , Xh_a1,  . . . , Xh_ar
          if (cc ∈ Gui(A → α1)) body'(α1)
          elseif (cc ∈ Gui(A → α2)) body'(α2)
          ….
          elseif (cc ∈ Gui(A → αk)) body'(αk)
          else ERRORE(…)
          return (<s1, . . . , sm>)
```

Ad ogni non terminale si associa una funzione che ha come parametri in input i valori degli attributi ereditati della variabile e restituisce i valori dei suoi attributi sintetizzati.

Richiamo teoria

Valutazione top-down di SDD L-attribuite

```
main traduzione_discesa_ricorsiva( )
  var risultato
        cc ← PROSS
        risultato ← S( )
        if (cc = '$') stampa ("stringa corretta, la sua traduzione è:" risultato)
        else ERRORE(…)

function A(e1, . . . en)
    var s1, . . . , sm, X1_a1, . . . , X1_ak, . . . , Xh_a1, . . . , Xh_ar
          if (cc ∈ Gui(A → α1)) body'(α1)
          elseif (cc ∈ Gui(A → α2)) body'(α2)
          ….
          elseif (cc ∈ Gui(A → αk)) body'(αk)
          else ERRORE(…)
          return (<s1, . . . , sm>)
```

La funzione per un non terminale ha una variabile locale per ogni attributo ereditato o sintetizzato per i simboli che compaiono nelle parti destre delle produzioni da quel non terminale.

Richiamo teoria

Valutazione top-down di SDD L-attribuite

Codice per le parti destre delle produzioni (body'(α_i)):

- Per ogni terminale i valori degli attributi vengono assegnati alle corrispondenti variabili e l'esame passa al simbolo successivo.

- Per ogni non terminale B si genera un'assegnazione
  $$c \leftarrow B(b_1, \ldots b_n),$$
  che è una chiamata alla funzione associata a B.
  Poiché la SDD è L-attribuita, gli argomenti (attributi) saranno già stati calcolati e memorizzati nelle variabili locali.

- Le azioni semantiche vengono ricopiate dopo aver sostituito i riferimenti agli attributi con le variabili corrispondenti.

Richiamo teoria

Schemi di traduzione: SDT

Gli **schemi di traduzione** (**SDT**) sono un'utile notazione per specificare la traduzione durante la parsificazione.

Uno schema di traduzione è una definizione guidata dalla sintassi in cui le azioni semantiche, racchiuse tra parentesi graffe, sono inserite nei membri destri delle produzioni, in posizione tale che il valore di un attributo sia disponibile quando un'azione fa ad esso riferimento.

Gli schemi di traduzione impongono un ordine di valutazione da sinistra a destra e permettono che nelle azioni semantiche siano contenuti frammenti di programma e in generale side-effect che non influiscano sulla valutazione degli attributi.

Esempio della somma

- Alcuni valori sono passati come parametri ai metodi, e alcuni valori vengono restituiti da altri metodi
- Esempio della somma nel codice con spunti come modello:
  - uso del parametro corrisponde attributo ereditato
  - uso del valore restituito da una chiamata di un metodo corrisponde a attributo sintetizzato

```
private int exprp(int exprp_i) {
    int term_val, exprp_val;

    switch(look.tag) {
        case '+':
            match('+');
            term_val = term();
            exprp_val = exprp(exprp_i + term_val);
            break;
```

(continua)

Trasformazione di comandi

```
private int expr() {
 int term_val, exprp_val;

 // ... completare ...

 term_val = term();
 exprp_i = term_val;
 exprp_val = exprp(exprp_i);
 expr_val = exprp_val;

 // ... completare ...
 return expr_val;
 }
```

```
private int expr() {
int term_val, exprp_val;

// ... completare ...

term_val = term();
exprp_val = exprp(term_val);

// ... completare ...
return exprp_val;
}
```

- In entrambe le versioni, il valore restituito è lo stesso (inoltre, exprp_val ha lo stesso valore)
- Il frammento di codice scaricabile dalla pagina Moodle contiene codice “ridotto” in questo modo

Richiamo teoria (es. *)

Esempio: valutazione di espressioni aritmetiche

$T \rightarrow F\ T'$

$T' \rightarrow *\ F\ T'_1$

$T' \rightarrow /\ F\ T'_1$

$T' \rightarrow \varepsilon$

$F \rightarrow (\ E\ )$

$F \rightarrow num$