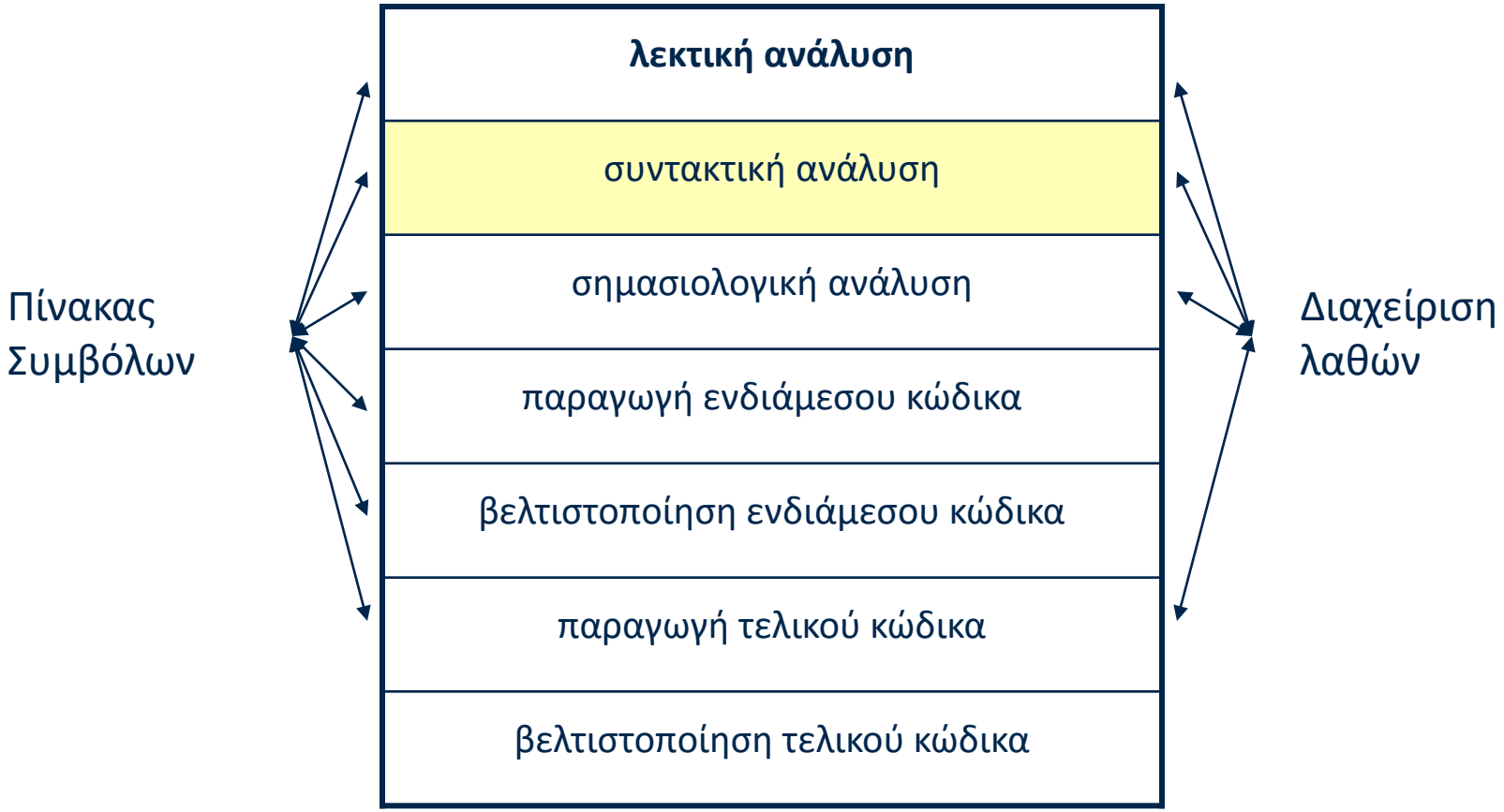
Συντακτικός Αναλυτής

Διαλέξεις στο μάθημα: Μεταφραστές
Γιώργος Μανής

Οι Φάσεις της Μεταγλώττισης



Συντακτική Ανάλυση

Λειτουργία Συντακτικού Αναλυτή

- Γίνεται έλεγχος για να διαπιστωθεί εάν το πηγαίο πρόγραμμα **ανήκει ή όχι** στη γλώσσα
- δημιουργεί το **κατάλληλο «περιβάλλον»** μέσα από το οποίο αργότερα θα κληθούν οι σημαντικές ρουτίνες.
- Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να κατασκευαστεί ένας συντακτικός αναλυτής
- Θα προτιμήσουμε τη συντακτική ανάλυση με **αναδρομική κατάβαση**
- Βασίζεται σε **γραμματική LL(1)**

Γραμματική LL(1)

- L : left to right
- L : leftmost derivation
- (1) : one look-ahead symbol

  - Η γραμματική LL(1) αναγνωρίζει από **αριστερά στα δεξιά**, **την αριστερότερη δυνατή παραγωγή** και όταν βρίσκεται σε δίλλημα ποιον κανόνα να ακολουθήσει της αρκεί να κοιτάξει το **αμέσως επόμενο σύμβολο** στην συμβολοσειρά εισόδου

Γραμματική LL(1)

Παράδειγμα:

```
S ::=     while(condition) S
S ::=     print(expression)
S ::=     input(id)
S ::=     { S }
```

στο παραπάνω τμήμα γραμματικής, όταν πρέπει να αναγνωρίζουμε S, τότε

- ακολουθούμε τον πρώτο κανόνα αν η επόμενη λεκτική μονάδα στη είσοδο είναι το while,
- τον δεύτερο εάν είναι το print,
- τον τρίτο εάν είναι το input
- και τον τέταρτο εάν είναι το άνοιγμα αγκίστρου

Ανάλυση από πάνω προς τα κάτω

Γραμματική:

```
S ::= aABc
A ::= Ab
A ::= cSB
S ::= ε
B ::= a
```

Συμβολοσειρά εισόδου:

```
acabac
```

Παραγωγή:

```
S ::= aABc
S ::= aAbBc
S ::= acSBbBc
S ::= acabac
```

Εσωτερική Λειτουργία

- Για κάθε έναν από τους **κανόνες** της γραμματικής, φτιάχνουμε και ένα αντίστοιχο **υποπρόγραμμα**
- Όταν συναντάμε **μη τερματικό** σύμβολο **καλούμε** το αντίστοιχο υποπρόγραμμα
- Όταν συναντάμε **τερματικό** σύμβολο, τότε
  - εάν και ο λεκτικός αναλυτής **επιστρέφει λεκτική μονάδα που αντιστοιχεί** στο τερματικό αυτό σύμβολο έχουμε αναγνωρίσει **επιτυχώς** τη λεκτική μονάδα
  - αντίθετα εάν ο λεκτικός αναλυτής **δεν επιστρέψει τη λεκτική μονάδα που περιμένει** ο συντακτικός αναλυτής, έχουμε **λάθος** και καλείται ο διαχειριστής σφαλμάτων
- **Όταν αναγνωριστεί και η τελευταία λέξη** του πηγαίου προγράμματος, τότε η συντακτική ανάλυση έχει στεφτεί με **επιτυχία**.

Παράδειγμα – Ένα Τμήμα Γραμματικής

```
<PROGRAM>          ::= program ID
                           <PROGRAMBLOCK>

<PROGRAMBLOCK>     ::= <DECLARATIONS>
                           <SUBPROGRAMS>
                           <BLOCK>

<BLOCK>            ::= begin
                           <SEQUENCE>
                       end

<DECLARATIONS>     ::= <CONSTDECL>
                           <VARDECL>

<CONSTDECL>        ::= const <ASSIGNLIST> ; | ε

    ...
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<PROGRAM> ::= **program** ID <PROGRAMBLOCK>

```
void program()
{
      if (token==programtk) {
               token=lex();
               if (token==idtk) {
                        token=lex();
                        programBlock();  }
               else error("program name exprected");       }
      else error ("the keyword 'program' was expected");
      }
}
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<PROGRAMBLOCK> ::= <DECLARATIONS>
<SUBPROGRAMS>
<BLOCK>

```
void programBlock()
{
   declarations();
   subprograms();
   block();
}
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<BLOCK> ::= **begin** <SEQUENCE> **end**

```
void block()
{
      if (token==begintk)
      {
               token=lex();
               sequence();
               if (token==endtk)
                        token=lex();
               else error ("the keyword 'end' was expected");
      }
      else error ("the keyword 'begin' was expected");
}
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<DECLARATRIONS> ::= <CONSTDECL><VARDECL>

```
void declarations()
{
      constdecl();
      vardecl();
}
```

<CONSTDECL>::= **const** <ASSIGNLIST> ; | ε

```
void constdecl()
{
      if (token==consttk) {
            token=lex();
            assignlist();
      }
 }
```

Παράδειγμα – Ένα Τμήμα Γραμματικής

```
<IF-STAT>          ::= if <CONDITION>
                           then  <BLOCK>
                           <ELSEPART>

<ELSEPART>                 ::= ε | else <BLOCK>

    ...

<BOOLFACTOR>       ::= not <CONDITION> |
                           ( <CONDITION> ) |
                           <EXPRESSION>
                           <RELATIONAL-OPER>
                           <EXPRESSION>

<EXPRESSION>       := <OPTIONAL-SIGN> <TERM>
                           ( <ADD-OPER> <TERM>)*

    ...
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<IF-STAT> ::= **if** <CONDITION> **then** <BLOCK> <ELSEPART>

```
void if_stat()
{
     if (token==iftk)
     {
          token=lex();
          condition();
          if (token==thentk)
          {     token=lex();
                block();
                elsepart();
          }
          else error ("the keyword 'then' was expected");
     }
     else error ("the keyword 'if' was expected");
}
```

θα υπάρχει πάντα
if αλλιώς δε θα μπει
μέσα στην IF-STAT

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<ELSEPART> ::= **else** <BLOCK> | ε

```
void elsepart()
{
      if (token==elsetk)
      {
               token=lex();
               block();

      }
}
```

Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<BOOLFACTOR> ::= **not** <CONDITION> | **(** <CONDITION> **)** |
<EXPRESSION> <RELATIONAL-OPER> <EXPRESSION>

```
void boolFactor()
{
      if (token==nottk) {
               token=lex();
               condition(); }
      else if (token==leftpartk) {
               token=lex();
               condition();
               if (token==rightpartk)
                        token=lex()
               else error("right bracket expected"); }
      else {
               expression();
               relationalOper();
               expression(); }
}
```

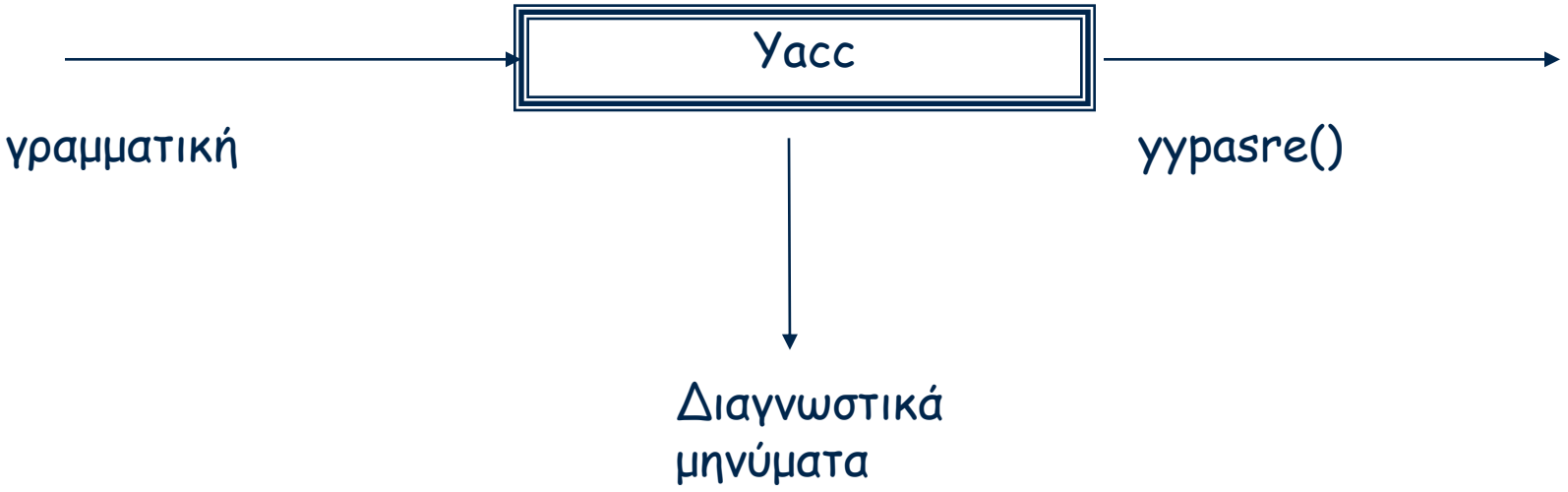
Από τη Γραμματική στον Κώδικα

<EXPRESSION>::=<OPTIONAL-SIGN> <TERM>

(<ADD-OPER> <TERM>) *

```
void expression()
{
     optionalSign();
     term();
     while (token==plustk || token==minustk)
     {
            addOper();
            term();
     }
}
```

Συντακτική Ανάλυση με το Εργαλείο yacc



Παράδειγμα Γραμματικής

```
E -> E + E
E -> E * E
E -> id
```

```
E -> E * E          (r2)
  -> E * z          (r3)
  -> E + E * z      (r1)
  -> E + y * z      (r3)
  -> x + y * z      (r3)
```

Παράδειγμα calculator - lex

```
%token INTEGER

%{
#include <stdlib.h>
void yyerror(char *);
#include "y.tab.h"
%}

%%

[0-9]+      {
                yylval = atoi(yytext);
                return INTEGER;
            }

[-+\n]      return *yytext;

[ \t]       ; /* skip whitespace */

.           yyerror("invalid character");

%%
```

Παράδειγμα calculator - yacc

```
%{
    int yylex(void);
    void yyerror(char *);
%}

%token INTEGER

%%

program:
        program expr '\n'
        |
        ;

expr:
        INTEGER
        | expr '+' expr
        | expr '-' expr
        ;

%%
```