



Σχεδίαση Γλωσσών & Μεταγλωττιστές

Ενότητα 16: Παραγωγή Κώδικα για Εντολές Ελέγχου Ροής

Επ. Καθ. Π. Κατσαρός
Τμήμα Πληροφορικής



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Εντολές ελέγχου ροής

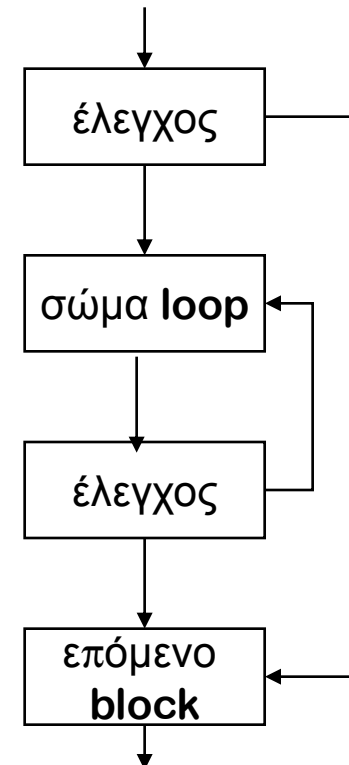
If-then-else

- Διακλάδωση ανάλογα με το αποτέλεσμα λογικής έκφρασης

Βρόχοι (loops)

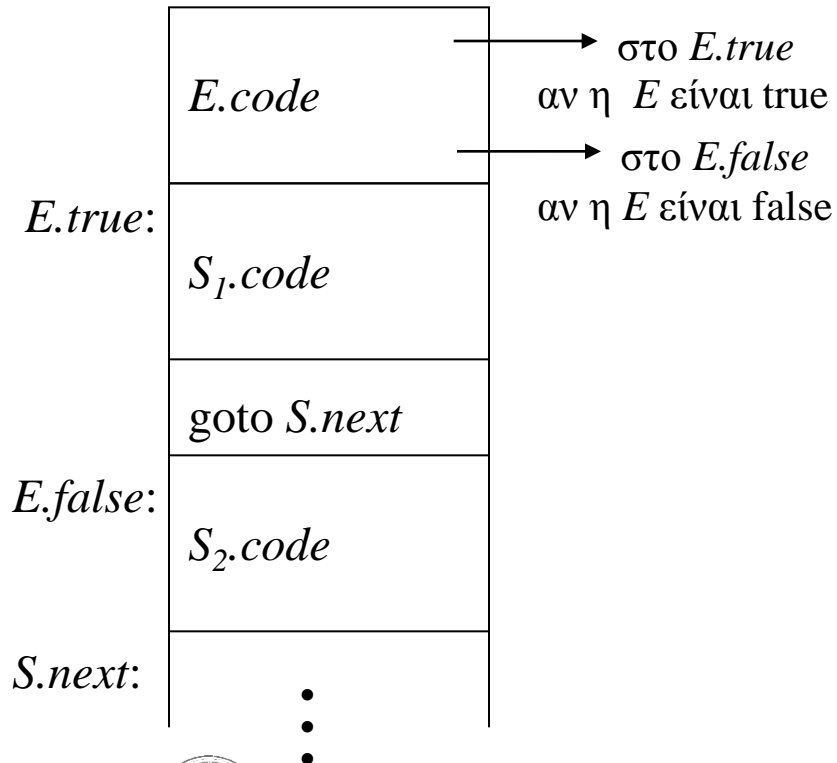
- Αποτίμηση συνθηκών πριν από το loop (αν χρειάζεται)
- Αποτίμηση συνθήκης μετά από το loop
- Διακλάδωση στην αρχή, αν ισχύει η συνθήκη

While, for, do και until υλοποιούνται όλα έτσι

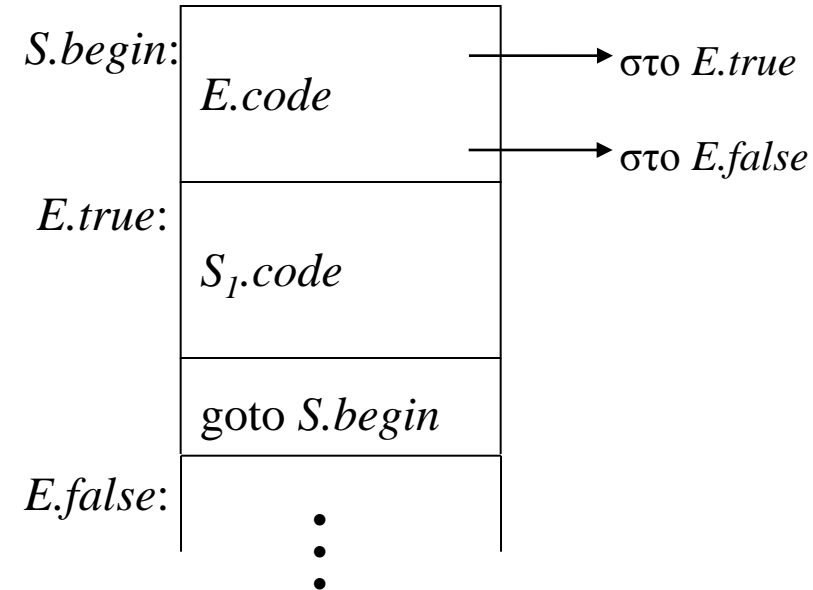


ΕΝΤΟΛΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ: ΔΟΜΗ ΚΩΔΙΚΑ

$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S_1 \text{ else } S_2$



$S \rightarrow \text{while } E \text{ do } S_1$



Εντολές ελέγχου ροής: παραγωγή κώδικα

Ιδιότητες :

- $S.code$: σειρά εντολών που παράγονται για την S
- $S.next$: ετικέτα για την εντολή που θα εκτελεστεί αμέσως μετά την S (η $S.next$ είναι κληρονομήσιμη ιδιότητα)

Παραγωγές

$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S_1 \text{ else } S_2$

Σημασιολογικοί κανόνες

```

E.true ← newlabel();
E.false ← newlabel();
S1.next ← S.next;
S2.next ← S.next;
S.code ← E.code || gen(E.true ':') || S1.code
           || gen('goto' S.next) || gen(E.false ':') || S2.code ;

```

$S \rightarrow \text{while } E \text{ do } S_1$

```

S.begin ← newlabel();
E.true ← newlabel();
E.false ← S.next;
S1.next ← S.begin;
S.code ← gen(S.begin ':') || E.code || gen(E.true ':') || S1.code
           || gen('goto' S.begin);

```

$S \rightarrow S_1 ; S_2$

```

S1.next ← newlabel();
S2.next ← S.next;
S.code ← S1.code || gen(S1.next ':') || S2.code

```



Παράδειγμα εντολής ελέγχου ροής

Απόσπασμα πηγαίου κώδικα:

```
while (a < b) {  
  if (c < d)  
    x = y + z;  
  else  
    x = y - z  
}
```

```
L1:    if a < b goto L2  
      goto LNext  
L2:    if c < d goto L3  
      goto L4  
L3:    t1 := y + z  
      x := t1  
      goto L1  
L4:    t2 := y - z  
      x := t2  
      goto L1  
LNext: ...
```



Backpatching

- Οι *E.true*, *E.false*, *S.next* μπορεί να μην είναι εφικτό να υπολογισθούν με ένα πέρασμα (είναι κληρονομήσιμες ιδιότητες)
- Το backpatching είναι μία τεχνική δημιουργίας ετικετών *E.true*, *E.false*, *S.next* και εισαγωγής τους στις κατάλληλες θέσεις κώδικα με ένα μόνο πέρασμα
- Βασική ιδέα
 - Διατηρούμε τις λίστες *E.truelist*, *E.falselist*, *S.nextlist*
 - *E.truelist*: η λίστα των εντολών όπου πρέπει να συμπληρωθεί η ετικέτα για το *E.true* όταν αυτή γίνει διαθέσιμη
 - *S.nextlist*: η λίστα των εντολών όπου πρέπει να συμπληρωθεί η ετικέτα για το *S.next* όταν αυτή γίνει διαθέσιμη
 - Όταν γίνουν διαθέσιμες οι τιμές των *E.true*, *E.false*, *S.next* τότε συμπληρώνονται οι ετικέτες στις εντολές που αναφέρονται στις λίστες



Παραγωγή κώδικα στο μεταγλωττιστή της YAPL

- Στο μεταγλωττιστή του βιβλίου
 - παράγεται κώδικας assembly
 - απευθείας, με προδιατεταγμένη διάσχιση του συντακτικού δένδρου από αριστερά προς τα δεξιά
- Δε χρησιμοποιείται κώδικας τριών διευθύνσεων ή κάποια άλλη μορφή ενδιάμεσης αναπαράστασης



Συνάρτηση δημιουργίας εντολής

```
void emit_code(char keno, char *optr, char *opd1, char *opd2, char *opd3)
{ char kodikas[81];
  if(keno == 'y')
  {
    strcpy(kodikas, "      ");
    strcat(kodikas, optr);
  }
  else
    strcpy(kodikas, optr);
  if(strlen(opd1) > 0)
  {
    strcat(kodikas, " ");
    strcat(kodikas, opd1);
    if(strlen(opd2) > 0)
    {
      strcat(kodikas, ",");
      strcat(kodikas, opd2);
      if(strlen(opd3) > 0)
      {
        strcat(kodikas, ",");
        strcat(kodikas, opd3);
      }
    }
  }
  strcat(kodikas, "\n");
  fputs(kodikas, femitc);
}
```



Συνάρτηση διάσχισης δένδρου

```

void CodeGeneration(AstNode *p, int lev, int lvalue, int leftChild)
{
    switch (p->NodeType)
    {
        case astEmptyProgram: break;
        case astProgram: ProcessProgram(p,lev);break;
        case astEmptyDeclSeq: break;
        case astDeclSeq:ProcessDeclSeq(p,lev,lvalue);break;
        case astDecl:ProcessDecl(p,lev,lvalue);break;
        .....
        case astStmtSeq: ProcessStmtSeq(p,lev,lvalue);break;
        case astIfElseStmt:ProcessIfElseStmt(p,lev,lvalue);break;
        case astIfStmt:ProcessIfStmt(p,lev,lvalue);break;
        case astExprStmt: ProcessExprStmt(p,lev,lvalue);break;
        case astNullStmt:ProcessNullStmt();break;
        case astReadStmt: ProcessReadStmt(p,lev); break;
        case astPrintStmt: ProcessPrintStmt(p,lev);break;
        case astDecimConst: ProcessDecimConst(p); break;
        .....
        case astNotEq: ProcessComp(p,lev,lvalue,leftChild);break;
        case astAssign: ProcessAssign(p,lev,leftChild);break;
        default:
            printf("AGNOSTO=%d\n",p->NodeType);
    }
}

```



Συνάρτηση επεξεργασίας κόμβου PrintStmt

```

void ProcessPrintStmt(AstNode *p, int lev)
{
    symbol *rhs;

    CodeGeneration(p->pAstNode[0], lev+1, FALSE, FALSE);
    rhs=pop_vs();
    switch( rhs->sclass )
    {
        case MEMORY:
        case CONSTANT:
            emit_code('y', "mov", "ax", rhs->name, "");
            emit_code('y', "push", "ax", "", "");
            break;
        case REGISTER:
            emit_code('y', "push", rhs->name, "", "");
            break;
    }
    emit_code('y', "push", "10", "", "");
    emit_code('y', "call", "_PrintInt", "", "");
    emit_code('y', "add", "sp", "4", "");
    discard_symbol(rhs);
}

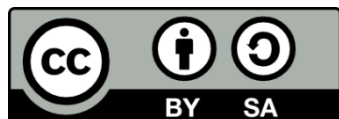
```





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Εμμανουέλα Στάχτιαρη
Θεσσαλονίκη, 21/07/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ