ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Katedra informatiky a výpočetní techniky

Semestrální práce z předmětu

Formální jazyky a překladače

Doplnění cyklu DO – WHILE do jazyka PL/0

Jméno a příjmení: Martin Sloup
Osobní číslo: A08N0111P
Obor: ININ/SWI
E-mail: msloup@students.zcu.cz
Datum odevzdání: 6. ledna 2009

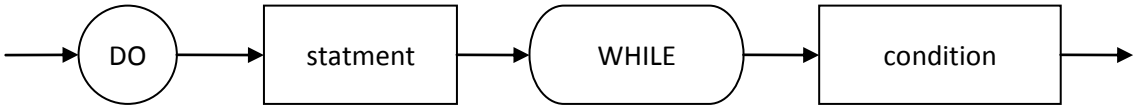
Zadání

Do stávajícího překládače PL/0 doplňte cyklus „**DO** příkaz **WHILE** podmínka;“.

Mezi klíčovými slovy **DO** a **WHILE** musí být právě jeden příkaz, má-li jich tam být více, musí být uzavřeny v bloku **begin - end**.

Analýza

Stejně jako již implementovaný cyklus s podmínkou na začátku, tedy **WHILE-DO** cyklus, i **DO-WHILE** cyklus s podmínkou na konci bude součástí bloku **statment** jazyka PL/0. Do bloku statment u syntaktického analyzátoru jazyka PL/0 doplníme následující větev:



Cyklus DO-WHILE není prakticky nutné popisovat. Obecně, pokud je pravdivá podmínka (blok condition) na konci cyklu, dojde ke skoku na začátek cyklu.

Řešení

Řešení implementace DO-WHILE cyklu s podmínkou na konci je obdobné jako u WHILE-DO cyklu, teda cyklu s podmínkou na začátku. V DO-WHILE cyklu je pouze potřeba znát adresu začátku smyčky. Je to také adresa, kde začíná kód uvedený v bloku statment uvnitř cyklu. A také je nutné znát adresu příkazu, který následuje za cyklem. Nejlépe to vysvětlí následující pseudokód s návěštími:

```
ZACATEK:  kód bloku statment  - kód uvnitř cyklu
          kód bloku condition - podmínka cyklu

          JPC  0    KONEC    - není-li podmínka pravdivá, pak se skočí na konec
          JMP  0    ZACATEK  - jinak se skočí na začátek cyklu

KONEC:    …
```

Implementace

Jako cílový jazyk implementace mého řešení cyklu DO-WHILE jsem si při zadávání semestrální práce vybral programovací jazyk PHP. U implementace DO-WHILE cyklu jsem se inspiroval již implementovaným cyklem WHILE-DO. Znovupoužil jsem terminální symboly DO a WHILE tohoto cyklu. Při dopisování kódu překládače jsem použil kostru z kapitoly Analýza a napsal zdrojový kód, který generuje cílový kód představený v kapitole Řešení.

V mém řešení se používají dva skoky, u kterých je nutné dopředu znát adresu cílového skoku. U prvního skoku na začátek cyklu to není problém. Stačí si na začátku cyklu zapamatovat adresu, kde začíná statment blok. U druhého skoku, kdy se skáče na instrukci nacházející se za koncem cyklu, je to trochu problém. I když i to není problém, je to totiž adresa instrukce toho skoku plus dvě instrukce. Každopádně obecně správným řešením je zapamatovat si pozici instrukce skoku a při konci bloku cyklu stačí přistoupit k zpět k instrukci skoku a zapsat aktuální adresu instrukce (adresa instrukce následovaná za cyklem).

Zdrojový kód cyklu DO-WHILE překládače jazyka PL/0 byl napsán do metody statment za kód cyklu WHILE-DO. Níže se nachází výsledný zdrojový kód:

```
} elseif ($sym == Kdosym) {             // začíná cyklus DO-WHILE
     $cx_do_begin = $cx;                // uložíme si pozici pro skok na začátek cyklu
     getsym();                          // přečteme následující symbol
     $pom = nuluj();                    // vynulovaní pomocné proměnné
     sjednot($pom, $fsys);              // sjednocení obsahu proměnné $pom s $fsys
     $pom[Ksemicolon] = 1;              // nastavíme, že se má statment ukončit po nalezeni středníku
     statement($pom,$tx,$lev);          // zavoláme blok statment

     if ($sym == Ksemicolon) getsym();  // skončilo-li to na středník, přečteme další znak
     else error(10);                    // jinak vyhodíme chybu o nesprávném symbolu příkazu

     if ($sym == Kwhilesym) getsym();   // je-li symbol WHILE, pokračujeme dál
     else error(33);                    // jinak vyhodíme chybu o nenalezeném symbolu WHILE

                                        // nyní zpracujeme blok condition
     $pom = nuluj();                    // vynulovaní pomocné proměnné
     sjednot($pom, $fsys);              // sjednocení obsahu proměnné $pom s $fsys
     $pom[Ksemicolon] = 1;              // nastavíme, že se má condition ukončit po nalezeni středníku
     condition($pom,$tx,$lev);          // zavoláme blok condition
     $cx_jpc = $cx;                     // uložíme si pozici instrukce JPC pro pozdější použití
     gen(Kjpc,0,0);                     // pokud výsledek 0, přeskočíme následující instrukci
     gen(Kjmp,0,$cx_do_begin);          // pokud výsledek 1, skočíme na začátek cyklu
     $code[$cx_jpc]->a = $cx;           // nastavíme do JPC adresu následující instrukce
}                                       // Konec přidání cyklu DO-WHILE
```

Kromě tohoto kódu bylo nutné doplnit množinu počátečních symbolů příkazů o symbol DO, tedy:

```
$statbegsys[Kdosym] = 1;
```

A také přidat chybovou hlášku, pokud nebyl nalezen očekávaný symbol WHILE:

```
function error($n) {
     ...
          case 33 : echo 'ocekavano "while"';
            break;
     ...
}
```

Příklady ukázkového kódu v jazyce PL/0

Příklad 1

```
 0   JMP   0   1
 1   INT   0   6
 2   LIT   0   5
 3   STO   0   4
 4   LIT   0   0
 5   STO   0   3
 6   LIT   0   1
 7   STO   0   5
 8   LOD   0   3
 9   LOD   0   5
10   OPR   0   2
11   STO   0   3
12   LOD   0   5
13   LIT   0   1
14   OPR   0   2
15   STO   0   5
16   LOD   0   5
17   LOD   0   4
18   OPR   0  10
```

```
var vysledek, vstup, iterator;

begin
    vstup:= 5;

    vysledek:= 0;
    iterator:= 1;
    do
        begin
            vysledek:= vysledek + iterator;
            iterator:= iterator + 1;
        end;
    while iterator < vstup;
end.
```

```
 19   JMC   0  21
 20   JMP   0   8
 21   RET   0   0
```

Příklad 2

```
  0   JMP   0   1
  1   INT   0   4
  2   LIT   0   0
  3   STO   0   3
  4   LOD   0   3
  5   LIT   0   1
  6   OPR   0   2
  7   STO   0   3
  8   LIT   0   4
  9   LIT   0   4
 10   OPR   0  12
 11   JMC   0  13
 12   JMP   0   4
 13   RET   0   0
```

```
var a;

begin
    a:= 0;
    do
        a:= a + 1;
    while 4 > 4;
end.
```

Příklad 3

```
  0   JMP   0   1
  1   INT   0   6
  2   LIT   0   0
  3   STO   0   3
  4   LOD   0   3
  5   LIT   0   1
  6   OPR   0   2
  7   STO   0   3
  8   LOD   0   3
  9   LIT   0   5
 10   OPR   0  10
 11   JMC   0  13
 12   JMP   0   4
 13   LOD   0   5
 14   LOD   0   3
 15   OPR   0   2
 16   STO   0   5
 17   LOD   0   4
 18   LIT   0   1
 19   OPR   0   2
 20   STO   0   4
 21   LOD   0   4
 22   LIT   0   5
 23   OPR   0  10
 24   JMC   0  26
 25   JMP   0   2
 26   RET   0   0
```

```
var x, y, vysledek;

begin
    do
        begin
            x:= 0;

            do
                x:= x + 1;
            while x < 5;

            vysledek:= vysledek + x;

            y:= y + 1;
        end;
    while y < 5;
end.
```

Závěr

Dle zadání jsem do překládače jazyka PL/0 implementoval podporu pro cyklus DO-WHILE. Při návrhu a implementaci DO-WHILE cyklu jsem se inspiroval jeho bratříčkem, cyklem WHILE-DO. Při implementaci řešení mi chvíli trvalo, než jsem prozkoumal, jak je celý překládač poskládán dohromady. K čistotě kódu překladače PL/0 napsaném v jazyce PHP nemám moc výhrad. Pouze by bylo vhodné se držet jednotného formátování. Do semestrální práce jsem přidal pár příkladů ukazující použití DO-WHILE cyklu včetně ukázek zanoření.