Tentamen Vertalerbouw—5 november 2004

De nagekeken tentamens zijn af te halen bij het onderwijsbureau.

Opmerkingen:

- Schrijf **netjes** en duidelijk, met zwarte of blauwe pen.
- Zet op het eerste blad alle gegevens als naam, etc., en het totaal aantal ingeleverde bladen, en nummer de ingeleverde bladen.
- Lees de opgaven eerst goed door.
- Motiveer uw antwoorden.
- De opgaven zullen gewogen meetellen in het totaalcijfer, volgens de vermelde bestedingstijd.

1. (50 minuten)

   a) Geef voor alle nonterminals uit onderstaande produkties de sets *first* en *follow*.

   b) Is de grammatica, gegeven door de volgende produkties met startsymbool S, $LL(1), LR(0)$, $SLR(1)$, $LR(1)$?
   Geef in geval van conflicten deze duidelijk aan. Geef, ingeval de conflicten volgens U oplosbaar zijn, aan hoe de oplossing verloopt.

   $$
   \begin{array}{lll}
   & S & \rightarrow & ABCD \\
   , & A & \rightarrow & aAB \\
   , & A & \rightarrow & \\
   , & B & \rightarrow & Bb \\
   , & B & \rightarrow & \\
   , & C & \rightarrow & cD \\
   , & D & \rightarrow & d \\
   , & D & \rightarrow & S
   \end{array}
   $$

2. (40 minuten)

   Gegeven is een eenvoudig taaltje, dat syntactisch gespecificeerd wordt door:

   $$
   \begin{array}{lll}
   , & S \rightarrow & E \# R \\
   , & E \rightarrow & E + T \\
   , & E \rightarrow & T \\
   , & T \rightarrow & T * F \\
   , & T \rightarrow & F \\
   , & F \rightarrow & N \\
   , & F \rightarrow & (E) \\
   , & N \rightarrow & N\ dig \\
   , & N \rightarrow & dig \\
   , & R \rightarrow & N
   \end{array}
   $$

   Hierbij is `dig` een terminalsymbol met attribuut `val` van type integer (de waarde van de digit). Ziehier twee (korrekte) voorbeelden uit dit taaltje:

```
3*17 + 76 # 8
101 * (11+1) # 2
```

Het is de bedoeling deze syntaxregels te voorzien van attributen. De volgende restricties dienen opgelegd te worden:

- R is een radix, die een waarde onder 10 moet hebben
- in de expressie E komen geen digits voor die gelijk of groter zijn dan de radix R

We willen de numerieke waarde van de expressie, gegeven de radix, via de attributen en rekenvoorschriften bepalen. Het symbol S heeft dus tenminste een attribuut `val` van type integer nodig. In de twee voorbeelden van zonet moet `S.val` dus de waarde 107 respectievelijk 20 krijgen.

Geef bij elk grammatica symbool aan welke attributen erbij horen, en van ieder attribuut of het inherited danwel synthesized is.

3. (50 minuten)

Gegeven is het volgende pseudo-Pascal programma:

```
PROGRAM tentamen;

VAR a,b,c: integer;

PROCEDURE do1 (a: integer; VAR b: integer);
  BEGIN IF a < 0 THEN
           b := -a * c                          (* 1 *)
        ELSE
           b := a DIV c
  END;

FUNCTION f (a: integer): real;
  VAR x: real;

  PROCEDURE bit (a: integer);
    BEGIN b := (a + b);                         (* 2 *)
    END;

  BEGIN do1 (2*a,x);                            (* 3 *)
        bit(a);                                 (* 4 *)
        x := x * b;
        RETURN x;                               (* 5 *)
  END;
```

```
PROCEDURE p (q: real);
  VAR i: integer;
      a: ARRAY [1..10] OF real;
  BEGIN FOR i := 1 TO 10 DO
            a[i] := f(i) * q;                    (* 6 *)
  END;

BEGIN p(2.0);
END (* tentamen *).
```

Voor het geheugenbeheer en de adresberekeningen worden de volgende registers gebruikt:

`GP` het base address van het activation record van het hoofdprogramma,

`LNB` het base address van het huidige activation record, en

`LFA` het adres van de eerste vrije geheugenlokatie.

Voor het overdragen van de omgeving van een aan te roepen procedure kan het register `ENV` worden gebruikt.

In de machineinstructies `CALL` en `RETURN` van de doelmachine wordt impliciet gebruik gemaakt van een (aparte) return stack. U hoeft zich dus niet druk te maken over terugkeer-adressen!

Er zijn voldoende registers (R0, R1, R2, ...) voor het opslaan van de tussenresultaten.

Een functie wordt vrijwel op dezelfde manier geïmplementeerd als een procedure. Het functieresultaat fungeert als een impliciete extra (eerste) parameter. De `return` keyword geeft dus een assignment aan deze extra parameter aan. De aanroeper moet dus ook één extra geheugencel reserveren voor deze extra parameter.

a) Teken het activation record van de function `f` en de procedure `p`.

b) Geef de te genereren (pseudo-)instructies voor de procedure-entry en exit van `bit`.

c) Geef de te genereren (pseudo-)instructies voor de 6 gemarkeerde statements. Controle op arrayindex–waarden is niet nodig!

4. (40 minuten)

Gegeven zijn de volgende produktieregels:

$$
\begin{array}{lllll}
P = & \{ & S & \rightarrow & E\ Stl \\
 & , & Stl & \rightarrow & semicolon\ S \\
 & , & Stl & \rightarrow & \\
 & , & E & \rightarrow & F\ Etl \\
 & , & Etl & \rightarrow & plus\ E \\
 & , & Etl & \rightarrow & minus\ E \\
 & , & Etl & \rightarrow & \\
 & , & F & \rightarrow & a \\
 & , & F & \rightarrow & (S) \\
 & \} & & &
\end{array}
$$

a) Laat zien dat deze grammatica $LL(1)$ is.

b) Voor een recursive descent parser **met** error-recovery hebben we o.a. de volgende procedures nodig: `pStl`, `pEtl`, `pE`.
Geef de implementatie van deze procedures en ook alle hulpprocedures die U daarbij gebruikt hebt, d.w.z. procedures die niet afhangen van de gegeven produktieregels (zoals `match` of `delete`).