TELECOM Nancy (1A) — Mathématiques Appliquées pour l'Informatique

Analyse syntaxique descendante : premier et suivant, symbole directeur, grammaire LL(1)

Exercice 1

Les notions de *premier* et *suivant* sont des notions essentielles en analyse syntaxique.

1. On rappelle la définition de $Premier$ et l'algorithme permettant de calculer les premiers, vus en cours.
   Définition des premiers.
   Soit $G = (N,\ T,\ \rightarrow,\ S)$ une grammaire algébrique et $\alpha \in (N \cup T)^*$, $Premier(\alpha) = \{x\ ;\ x \in T\ et\ \alpha \overset{*}{\rightarrowtail} xw\}$.

   Algorithme de calcul des premiers pour les non-terminaux

   (a) pour tout non terminal X de la grammaire G, initialiser $Premier(X)$ à l'ensemble vide fpour

   (b) pour toute règle de la forme $X \rightarrow Y_1 \ldots Y_n$

   si $Y_1 \in T$ alors -ajouter Y_1 à $Premier(X)$
   sinon -ajouter $Premier(Y_1)$ à $Premier(X)$;
   -pour tout $j \in \{2, \ldots, n\}$ tq $\forall i \in \{1, \ldots, j\text{-}1\}$ tq $Y_i \in P_\epsilon(G)$
   ajouter $Premier(Y_j)$ à $Premier(X)$
   fpour
   fsi
   fpour

   Recommencer l'étape (b) jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de changement

   Premiers pour les éléments de $(N \cup T)^*$
   — $Premier(a\beta) = \{a\}$ si $a \in T$
   — $Premier(X)$ est déjà défini pour $X \in N$
   — $Premier(X\beta) =$ si $X \notin P_\epsilon(G)$ alors $Premier(X)$ sinon $Premier(X) \cup Premier(\beta)$ fsi où $\beta \neq \varepsilon$

   Question : justifier la partie (b) de l'algorithme de calcul des premiers.

2. On rappelle la définition des suivants et l'algorithme de calcul des suivants.
   Définition des suivants. Soit la grammaire $G = (N,\ T,\ \rightarrow,\ S)$ et soit $A \in N$, $Suivant(A)$ est l'ensemble des éléments a de $T \cup \{\$\}$ qui peuvent apparaître immédiatement après A dans une dérivation (c'est-à-dire les éléments a tel que $S \overset{*}{\rightarrowtail} \alpha A a \beta$)
   Algorithme de calcul des suivants

   (a) initialiser $Suivant(S)$ à $\{\$\}$;
   pour tout non terminal $X \neq S$ de la grammaire G, initialiser $Suivant(X)$ à l'ensemble vide fpour

   (b) pour chaque règle de la forme $A \rightarrow \alpha B \beta$ où $B \in N$ ajouter $Premier(\beta)$ à $Suivant(B)$

   (c) pour chaque règle $A \rightarrow \alpha B$, ajouter $Suivant(A)$ à $Suivant(B)$

   (d) pour chaque règle $A \rightarrow \alpha B \beta$ tel que $\beta \overset{*}{\rightarrowtail} \varepsilon$ ajouter $Suivant(A)$ à $Suivant(B)$

   Recommencer à partir de l'étape (c) jusqu'à ce que l'on n'ajoute rien de nouveau dans les ensembles $Suivant$

   Question : justifier les étapes (b), (c) et (d) de l'algorithme de calcul des suivants.

Exercice 2

Soit la grammaire $G = (\{S,\ A,\ B,\ C,\ D\},\ \{x,\ y,\ z,\ t,\ u,\ v\},\ \rightarrow,\ S)$ où

$S \rightarrow xABy \quad A \rightarrow zA \mid t \quad B \rightarrow CD \quad C \rightarrow u \mid \varepsilon \quad D \rightarrow v \mid \varepsilon$

1. Déterminer l'ensemble $P_\epsilon(G)$.
2. Déterminer $Premier(X)$ pour tout non-terminal X.
3. Déterminer $Suivant(X)$ pour tout non-terminal X.
4. Déterminer les symboles directeurs des règles de la grammaire et en déduire si oui ou non la grammaire est LL(1).

Exercice 3

Reprendre l'exercice précédent avec la grammaire $G_2 = (\{S,\ A,\ B,\ C,\ D\},\ \{x,\ y,\ z,\ t,\ u\},\ \rightarrow,\ S)$ où
$S \rightarrow ABC \mid DAD \qquad A \rightarrow xA \mid \varepsilon \qquad B \rightarrow yB \mid \varepsilon \qquad C \rightarrow zC \mid \varepsilon \qquad D \rightarrow tD \mid u.$

Exercice 4

Grammaire LL(2). Soit la grammaire $G_3 = (\{S,\ A\},\ \{x,\ y\},\ \rightarrow,\ S)$ où les règles sont les suivantes :
$S \rightarrow xyA \mid \varepsilon \qquad A \rightarrow Sxx \mid y.$

Montrer que la grammaire G_3 n'est pas LL(1) en mettant en évidence les deux règles causant le conflit. Montrer qu'en lisant deux caractères à l'avance dans le mot à analyser il est possible de résoudre le conflit.

Exercice 5

Soit le "morceau de grammaire" $G_4 = (\{S,\ S'\},\ \{b,\ a,\ si,\ alors,\ sinon\},\ \rightarrow,\ S)$ où les règles sont les suivantes :
$S \rightarrow si\ b\ alors\ S\ S' \mid a \qquad S' \rightarrow sinon\ S \mid \varepsilon$

Faire une analyse LL(1) de G_4, que constatez-vous et que proposez-vous ?