

### TD03 - ANALYSE SLR

L'objectif de ce TD est de construire des analyseurs SLR à partir des grammaires suivantes :

$G_1$  : parenthèses équilibrées

- (1)  $P \rightarrow ( P ) P$
- (2)  $P \rightarrow \varepsilon$

$G_2$  : déclarations simplifiées en  $L$ ,  $\mathbf{dv}$  = déclaration de variable,  $\mathbf{df}$  = déclaration de fonction

- (1)  $P \rightarrow V ; F$
- (2)  $V \rightarrow \mathbf{dv} V'$
- (3)  $V' \rightarrow , \mathbf{dv} V'$
- (4)  $V' \rightarrow \varepsilon$
- (5)  $F \rightarrow \mathbf{df} F$
- (6)  $F \rightarrow \varepsilon$

Suivez les étapes ci-dessous pour chacune des grammaires  $G_1$  et  $G_2$ .

#### Exercice 1. Augmentation de la grammaire

Créez une grammaire augmentée  $G'$  en rajoutant un nouvel axiome  $S$  dont la seule production est  $S \rightarrow P$  vers l'ancien axiome  $P$  de la grammaire originale  $G$ .

#### Exercice 2. Articles/FERMETURE

Un *article* est une production avec un marqueur spécial  $\bullet$  en partie droite de la production. Ce marqueur indique la partie du manche qui a déjà été observée sur la pile.

Construisez l'ensemble d'articles initial  $\text{FERMETURE}(\{S \rightarrow \bullet P\})$ . La fonction  $\text{FERMETURE}(I)$  prend un ensemble d'articles et, pour tout article  $A \rightarrow \alpha \bullet B \gamma$  dans  $\text{FERMETURE}(I)$ , ajoute  $B \rightarrow \bullet \beta$  pour toute règle  $B \rightarrow \beta$  de la grammaire

#### Exercice 3. Fonction $\text{ALLER\_A}(I, X)$

À partir d'un ensemble d'articles  $I$ , et d'un symbole  $X$  terminal ou non terminal de la grammaire, la fonction  $\text{ALLER\_A}(I, X)$  est la  $\text{FERMETURE}$  de l'ensemble de tous les articles  $A \rightarrow \alpha X \bullet \beta$  tels que  $A \rightarrow \alpha \bullet X \beta$  est dans  $I$ . C'est-à-dire, la fonction  $\text{ALLER\_A}(I, X)$  fait avancer le marqueur  $\bullet$  pour tous les articles de  $I$  dont le prochain symbole après le marqueur est  $X$ .

Calculez la collection d'ensembles d'articles de la grammaire à l'aide de la fonction  $\text{ALLER\_A}(I, X)$  à partir de l'ensemble initial déjà calculé, pour tous les symboles  $X$  après le marquer  $\bullet$ . Itérez ce processus jusqu'à ce qu'aucun nouvel ensemble d'articles ne soit ajouté à la collection.

#### Exercice 4. Automate $LR(0)$

Dessinez l'automate  $LR(0)$  de la grammaire de la façon suivante :

- Les états sont les ensembles d'articles  $I$  calculés précédemment
- Les transitions sont données par les valeurs de  $\text{ALLER\_A}(I, X)$
- L'état initial est  $\text{FERMETURE}(\{S \rightarrow \bullet P\})$
- Une transition étiquetée  $\$$  depuis l'état  $\text{FERMETURE}(\{S \rightarrow P \bullet\})$  mène à l'état **accept**

#### Exercice 5. $\text{PREMIER}(X)/\text{SUIVANT}(X)$

Pour chaque symbole non terminal  $X$  de la grammaire, calculez  $\text{PREMIER}(X)$  et  $\text{SUIVANT}(X)$ .

Pour calculer  $\text{PREMIER}(X)$ , appliquer les règles suivantes jusqu'à ce qu'aucun symbole ne puisse être ajouté à  $\text{PREMIER}(X)$ .

- (1) Si  $X \rightarrow \varepsilon$  est une production de la grammaire, on ajoute  $\varepsilon$  à  $\text{PREMIER}(X)$ .
- (2) Si  $X \rightarrow Y_1 \dots Y_k \in P$ , mettre  $a$  dans  $\text{PREMIER}(X)$  s'il existe  $i$  tel que  $a$  est dans  $\text{PREMIER}(Y_i)$  et que  $\varepsilon$  est dans tous les  $\text{PREMIER}(Y_1) \dots \text{PREMIER}(Y_{i-1})$ . Si  $\varepsilon \in \text{PREMIER}(Y_j) \forall j, 1 \leq j \leq k$ , on ajoute  $\varepsilon$  à  $\text{PREMIER}(X)$ .<sup>1</sup>

1.  $\text{PREMIER}(a) = \{a\}$  pour  $a$  terminal.

Pour calculer  $\text{SUIVANT}(X)$ , appliquer les règles suivantes jusqu'à ce qu'aucun symbole ne puisse être ajouté à  $\text{SUIVANT}(X)$ .

- (1) Mettre  $\perp$  dans  $\text{SUIVANT}(S)$ .
- (2) si  $X \rightarrow \alpha B \beta$ , le contenu de  $\text{PREMIER}(\beta)$ , excepté  $\varepsilon$ , est ajouté à  $\text{SUIVANT}(B)$ .
- (3) s'il existe une règle  $X \rightarrow \alpha B$  ou une règle  $X \rightarrow \alpha B \beta$  telle que  $\varepsilon \in \text{PREMIER}(\beta)$  (c'est à dire  $\beta \xRightarrow{*} \varepsilon$ ), les éléments de  $\text{SUIVANT}(X)$  sont ajoutés à  $\text{SUIVANT}(B)$ .

**Exercice 6.** *Construction de la table SLR*

Construisez la table d'analyse SLR pour la grammaire comme suit.

- (1) Construire  $C = \{I_0, I_1, \dots, I_n\}$  la collection d'ensemble d'articles  $LR(0)$  pour  $G'$
- (2) L'état  $i$  est construit à partir de  $I_i$ . Les actions d'analyse syntaxique pour l'état  $i$  sont déterminées comme suit :
  - (a) Si  $A \rightarrow \alpha \bullet a \beta$  est dans  $I_i$  et si  $\text{ALLER\_A}(I_i, a) = I_j$ , alors  $\text{ACTION}[i, a] = dj$ . Dans ce cas,  $a$  doit être un terminal.
  - (b) Si  $A \rightarrow \alpha \bullet$  est dans  $I_i$ , alors  $\text{ACTION}[i, a] = rj$  où  $j$  est le numéro de la règle  $A \rightarrow \alpha$  pour tout  $a \in \text{SUIVANT}(A)$ , à l'exception de  $S'$
  - (c) Si  $S' \rightarrow S \bullet$  est dans  $I_i$ , alors  $\text{ACTION}[i, \$] = acc$

Si un conflit entre différentes actions résulte de ces règles, la grammaire n'est pas SLR.

- (3) Les transitions de transfert  $\text{GOTO}[i, A]$  pour l'état  $i$  sont construites pour tout non terminal  $A$  comme suit : si  $\text{ALLER\_A}(I_i, A) = I_j$  alors  $\text{GOTO}[i, A] = j$
- (4) Toutes les entrées non remplies par les règles 2 et 3 sont positionnées à **err** (cellules vides)
- (5) L'état initial est celui construit à partir de l'ensemble d'items contenant  $S' \rightarrow \bullet S$

**Exercice 7.** *Analyse LR*

L'analyseur se sert de la table SLR pour déterminer la prochaine action en fonction de l'état au sommet de la pile  $i$  et du prochain symbole sous la tête de lecture  $a$  de la façon suivante :

- Si  $\text{ACTION}[i, a] = dj$ , où  $j$  est un état. L'analyseur effectue un décalage : il empile  $j$  et consomme une unité lexicale
- Si  $\text{ACTION}[i, a] = rk$ , où  $k$  est le numéro de la règle  $A \rightarrow \beta$ . L'analyseur effectue une réduction :
  - il dépile  $|\beta|$  symboles de la pile
  - l'état  $l$  est maintenant au sommet de la pile
  - il empile l'état  $m$ , qui correspond à l'entrée  $\text{GOTO}[l, A]$
- Si  $\text{ACTION}[i, a] = acc$  : l'analyseur accepte l'entrée
- Si  $\text{ACTION}[i, a] = err$  : l'analyseur signale une erreur

Utilisez la table d'analyse pour simuler l'analyse des mots suivants :

- Pour  $G_1$  :  $w_1 = ( ( ) )$  et  $w_2 = ( )$
- Pour  $G_2$  :  $w_1 = dv$  ;  $df$ ,  $w_2 = dv$  ;  $dv$  et  $w_3 = dv$  ,  $dv$  ;

Détaillez l'état de la pile, de la bande de lecture et l'action de l'analyseur à chaque étape.