Analyse descendante déterministe

Grammaire LL

Méthodes d'analyse syntaxique

- **Déterministes**
  - **Descendantes**
    LL(1), LL(k)
  - **Ascendantes**
    LR(1), SLR(1), LALR(1), LR(k)
- **Descendantes Non Déterministes**
  - **Descendante parallèle**
  - **prédictive avec retour arrière**

7. Analyse descendante déterministe

7.1 Grammaire LL

- ***L'analyse LL*** *est une analyse descendante pour un sous-ensemble de grammaires non contextuelles, elle analyse l'entré de gauche à droite* ***(Left*** *to right) et en construit une dérivation à gauche (****Leftmost*** *derivation) les grammaires analysables de cette façon sont nommées* ***grammaires LL***.

- ***LL(1)****: C'est une analyse avec* ***une inspection*** *d'un symbole terminal en* ***avance*** *sur le symbole courant traité. Elle permet ainsi de* ***résoudre les choix*** *en consultant le premier lexème de l'entrée,*

- *Le* ***but*** *de* ***l'analyse LL(1)*** *est de pouvoir (toujours) connaître la règle de production à appliquer et ceci en se basant sur le terminal suivant non encore traité de la phrase en cours d'examen.*

7. Analyse descendante déterministe

7.1 Grammaire LL(1)

*Deux concepts nouveaux se révèlent nécessaires pour faciliter l'analyse **LL(1)**:*

- ***L'ensemble DEBUT (FIRST) ou PREMIER***
- ***L'ensemble SUIVANT (FELLOW)***

Calcul de l'ensemble Début

Début(α) *est l'ensemble des* ***symboles terminaux*** *qui peuvent être le début de toute chaîne dérivée de α.*

Pour tout $\boldsymbol{\alpha} \in (T \cup N)^*$, ***Début (α)*** *est défini comme étant l'ensemble de symboles de* $T \cup \{\varepsilon\}$ *qui commencent les chaines dérivées à partir de* $\boldsymbol{\alpha}$ **.**

Règles de calcul des Débuts:

1. **Si** $A \rightarrow \alpha_1 \mid \alpha_2 \mid \dots \mid \alpha n$ **alors** $deb(A) = deb(\alpha_1) \cup deb(\alpha_2) \cup \dots \cup deb(\alpha_n)$

   avec $\alpha i \in (T \cup N)^*$ *et* $i \in [1, n]$
2. $deb(a) = \{a\}$
3. $deb(a\gamma) = \{a\}$ *avec* $a \in T$ *et* $\gamma \in (T \cup N)^*$
4. $deb(\varepsilon) = \{\varepsilon\}$
5. $deb(A\gamma)$ *avec* $A \in N$ *et* $\gamma \in (T \cup N)^*$ *il existe deux cas:*
   - **a.** ***si*** $A \nrightarrow^* \varepsilon$ ***alors*** $deb(A\gamma) = deb(A)$
   - **b.** ***si*** $A \rightarrow^* \varepsilon$ ***alors*** $deb(A\gamma) = deb(A) - \{\varepsilon\} \cup deb\{\gamma\}$

7. Analyse descendante déterministe

Exemple

(Ensemble Début)

$$G:\begin{cases} S \rightarrow ABc \,/\, aSc \\ A \rightarrow \varepsilon \,/\, aAB \\ B \rightarrow bC \,/\, \varepsilon \\ C \rightarrow Bc \,/\, aC \,/\, \varepsilon \end{cases}$$

	Début
S	a b c
A	ε a
B	b ε
C	a b c ε

Deb (S) =Deb (ABc) ∪ Deb (aSc)= Deb (ABc) ∪ { a } = { a , b , c }∪{ a }

Deb (A) = Deb {ε} ∪ Deb (aAB) = {ε}∪ { a }

Deb (B) = Deb (bC) ∪ Deb {ε} ={b}∪ {ε}

Deb (C) = Deb (Bc) ∪ Deb (aC) ∪ Deb {ε} = { b , c }∪{ a }∪{ε}

Calcul de l'ensemble Suivant

Suivant(α) *est l'ensemble des* ***symboles terminaux*** *qui peuvent se trouver après α .*

L'ensemble des ***suivants (A)*** *avec $A \in N$ est défini comme étant l'ensemble de* ***(T ∪ {#})*** *pouvant suivre immédiatement le* ***non-terminal A*** *dans la dérivation à partir de l'****axiome****.*

Règles de calcul des Suivants:

1. $\{\#\} \in suivant(S)$ *tel que* ***S*** *est l'axiome* (on utilise parfois **$** à la place de **#**)
2. ***Si*** $\exists$ MDP $\boldsymbol{\alpha A a \beta}$ avec $\alpha, \beta \in (T \cup N)^*$, $a \in T$ et $A \in N$, **alors** $a \in suivant(A)$.
3. ***Si*** $\exists$ MDP $\boldsymbol{\alpha A B \beta}$ avec $\alpha, \beta \in (T \cup N)^*$, $A, B \in N$, **alors** $deb(B\beta) - \{\varepsilon\} \subset suivant(A)$.
4. ***Si*** $\exists$ une production $\boldsymbol{A \rightarrow x_1 x_2 \ldots x_n B}$ avec $x_i \in (T \cup N)^*$ **alors**
   - $Suiv(A) \subset suiv(B)$
   - **si** $\varepsilon \in deb(B)$ alors $suiv\ (A) \subset suiv\ (x_n)$

     ⋮

   - **si** $\varepsilon \in deb(x_2)$ alors $suiv\ (A) \subset suiv\ (x_1)$

Exemple (Ensemble Début & Suivant)

Soit la grammaire suivante:

$E \rightarrow TE'$
$E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
$T \rightarrow FT'$
$T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
$F \rightarrow (E) \mid \mathbf{id}$

Calculer les ensembles Début et Suivant?

Exemple (Ensemble Début & Suivant)

Soit la grammaire suivante:

$E \rightarrow TE'$
$E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
$T \rightarrow FT'$
$T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
$F \rightarrow (E) \mid \mathbf{id}$

Ensembles Débuts :

Début(E') = {**+**, ε}
Début(T') = {∗ , ε}
Début(F) = {(, id}
Début(T) = {(, id}
Début(E) = {(, id}

Ensembles Suivants:

SUIVANT(E) = {), $}
SUIVANT(E') = {), $}
SUIVANT(T) = {+,), $}
SUIVANT(T') = {+,), $}
SUIVANT(F) = {+, ∗,), $}

Suiv (E) = {$} ∪ {) }
Suiv (E') = Suiv (E) = {$,) }
Suiv (T) = Deb (E') – { ε } ∪ Suiv (E) = { +,), $ }
Suiv (T ') = Suiv (T) = { +,), $ }
Suiv (F) = Deb (T ') – { ε } ∪ Suiv (T) = { +, ∗,), $ }

7. Analyse descendante déterministe

Suite de l'exemple1 (Ensemble Début)

$$G:\begin{cases} S \rightarrow ABc \,/\, aSc \\ A \rightarrow \varepsilon \,/\, aAB \\ B \rightarrow bC \,/\, \varepsilon \\ C \rightarrow Bc \,/\, aC \,/\, \varepsilon \end{cases}$$

	Début	Suivant
S	a b c	# c
A	ε a	b c
B	b ε	c b
C	a b c ε	c b

7. Analyse descendante déterministe

7.2 Les Conditions LL(1)

*Une **grammaire est LL(1)** si :*

- *Non récursive gauche.*
- *Factorisée à gauche.*
- *Pour chaque production $A \to \alpha / \beta$ selon le cas, vérifier l'une des conditions suivantes:*

Cas 01: $\varepsilon \in Deb(\alpha)$ **et** $\varepsilon \in Deb(\beta)$ **G est non LL(1)**

Cas 02: $\varepsilon \notin Deb(\alpha)$ **et** $\varepsilon \notin Deb(\beta)$ **alors**

$$\boxed{Deb(\alpha) \cap Deb(\beta) = \emptyset}$$

Cas 03: $\varepsilon \in Deb(\beta)$ **et** $\varepsilon \notin Deb(\alpha)$ **alors**

$$\boxed{Deb(\alpha) \cap suiv(A) = \emptyset}$$

7. Analyse descendante déterministe

Exemple

(Grammaire LL(1))

$$G:\begin{cases} S \rightarrow ABc \,/\, aSc \\ A \rightarrow \varepsilon \,/\, aAB \\ B \rightarrow bC \,/\, \varepsilon \\ C \rightarrow Bc \,/\, aC \,/\, \varepsilon \end{cases}$$

	Début	Suivant
S	a b c	# c
A	ε a	b c
B	b ε	c b
C	a b c ε	c b

G est- elle LL(1)?

- $G1$ n'est pas récursive à gauche et elle est factorisé, alors elle peut être LL(1) ;
- Pour chacune des règles de production, vérifions la condition selon le cas:

Règle N° 1 ($S \rightarrow ABc$ | aSc)

$deb(ABc)$ = {a,b,c} et $deb(aSc)$ = {a} Alors **vérifions la condition du cas2:**

$deb(ABc) \cap deb(aSc)$ = {a} **S n'est pas LL(1)**

7. Analyse descendante déterministe

Exemple

(Grammaire LL(1))

$$G:\begin{cases} S \rightarrow ABc \,/\, aSc \\ A \rightarrow \varepsilon \,/\, aAB \\ B \rightarrow bC \,/\, \varepsilon \\ C \rightarrow Bc \,/\, aC \,/\, \varepsilon \end{cases}$$

	Début	Suivant
S	a b c	# c
A	ε a	b c
B	b ε	c b
C	a b c ε	c b

Règle N° 2 ($A \rightarrow \varepsilon | aAB$), vérifions la condition du cas03:

$deb(aBA) \cap suiv(A) = \emptyset$ Alors **la règle A est LL(1)**

Règle N° 3 ($B \rightarrow bC | \varepsilon$), vérifions la condition du cas03:

$deb(bC) \cap suiv(B) = \{b\}$ Alors **la règle B n'est pas LL(1)**

7. Analyse descendante déterministe

Exemple

(Grammaire LL(1))

$$G: \begin{cases} S \rightarrow ABc \,/\, aSc \\ A \rightarrow \varepsilon \,/\, aAB \\ B \rightarrow bC \,/\, \varepsilon \\ C \rightarrow Bc \,/\, aC \,/\, \varepsilon \end{cases}$$

	Début	Suivant
S	a b c	# c
A	ε a	b c
B	b ε	c b
C	a b c ε	c b

Règle N° 4 ($C \rightarrow Bc \mid aC \mid \varepsilon$), considérons les MDPs 2 à 2:

1. **α = *Bc* et *β* = *aC* →** *vérifions la condt du cas2:* $deb(Bc) \cap deb(aC) = \emptyset$
2. **α = *Bc* et *β* = ε →** *vérifions la condt du cas3:* $deb(Bc) \cap suiv(C) = \{b,c\} \neq \emptyset$
3. **α = *aC* et *β* = ε →** *vérifions la condt du cas3:* $deb(aC) \cap suiv(C) = \emptyset$

Les MDPs (Bc) et (ε) ne vérifient pas la condition alors la règle C n'est pas LL(1)

Les règles S, B, C ne sont pas LL(1), alors la grammaire G n'est pas LL(1).