

Thème 3 : Traduction dirigée par la syntaxe

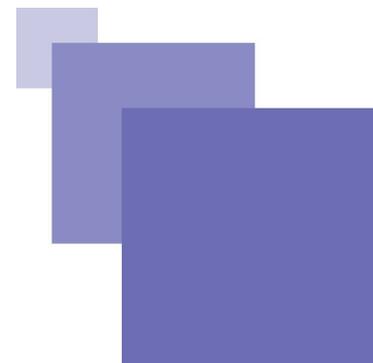


HABIB ABDULRAB (INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES
APPLIQUÉES DE ROUEN)

CLAUDE MOULIN (UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE
COMPIÈGNE)

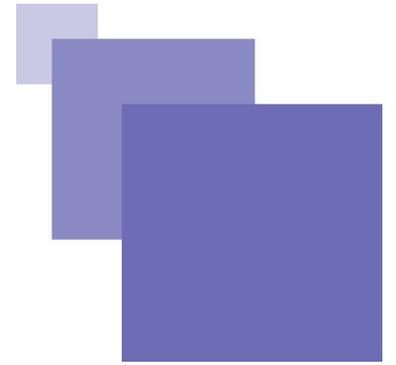
SID TOUATI (UNIVERSITÉ DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN
EN YVELINES)

Table des matières



Objectifs	5
Introduction	7
I - Grammaires attribuées	9
A.Grammaires attribuées.....	9
II - Schéma de traduction	13
A.Schéma de traduction.....	13
III - Exercice : Schéma de traduction	17
Solution des exercices rédactionnels	19

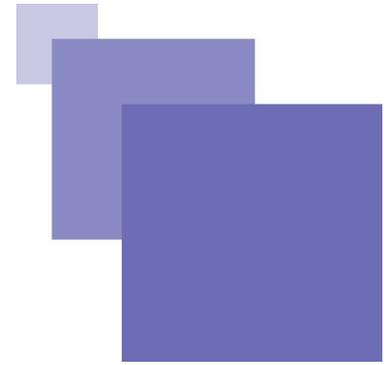
Objectifs



Les objectifs de ce chapitre sont de :

- présenter les concepts liés à l'analyse sémantique d'un programme;
- de définir les grammaires attribuées ;
- de montrer dans la pratique comment utiliser les schémas de traduction.

Introduction



Phase d'analyse sémantique

Elle permet le contrôle des cohérences sémantiques.

- Il s'agit de la détermination des instructions, des expressions et des identificateurs.
- Il s'agit aussi du contrôle des types dans les affectations et les passages de paramètres.
- Cela concerne aussi le contrôle des types d'indices de tableaux.

Problème

- Les grammaires hors contexte ne contiennent pas tous les éléments dont l'analyse sémantique a besoin, notamment des éléments contextuels qui peuvent se trouver à différents endroits d'un programme.
- Cependant les grammaires contextuelles sont plus délicates à manipuler et les processus dont on a besoin sont difficilement automatisables sous formes de règles.
- La solution choisie est d'augmenter les grammaires contextuelles.

Grammaires attribuées

A. Grammaires attribuées



Définition : Grammaire Attribuée

Une grammaire attribuée est une grammaire hors contexte augmentée d'attributs, de règles sémantiques et de conditions.

Grammaires Attribuées

- C'est donc un formalisme qui permet d'associer des actions (règles sémantiques) aux règles de production d'une grammaire.
- On parle de Définition Dirigée par la Syntaxe puisqu'on s'appuie sur la grammaire définissant la syntaxe du langage.
- On parlerait de Définition dirigée par le Modèle lors d'un processus similaire s'appuyant sur la représentation intermédiaire produite par l'analyse syntaxique.
- Chaque symbole de la grammaire peut posséder des attributs.
- Si le symbole X ne figure qu'une seule fois dans une règle, on note $X.a$ l'attribut a du symbole X .
- Dans le cas de plusieurs occurrences du symbole X dans une règle, on note X le symbole en partie gauche, et X_1, X_2, \dots , ceux en partie droite, à partir du plus à gauche.
- Chaque règle de production de la grammaire possède un ensemble d'actions permettant de calculer la valeur des attributs.
- Une règle sémantique est une suite d'instructions algorithmiques.



Exemple

$G : S \rightarrow aSb/aS/\epsilon$

Question : déterminer le nombre de a ?

On note nba , l'attribut contenant le nombre de a attaché à une variable de la grammaire.

Production	Règle sémantique
$S \rightarrow aSb$	$S.nba := S_1.nba + 1$
$S \rightarrow aS$	$S.nba := S_1.nba + 1$
$S \rightarrow \epsilon$	$S.nba := 0$
$S' \rightarrow S\$$	// S.nba contient la valeur

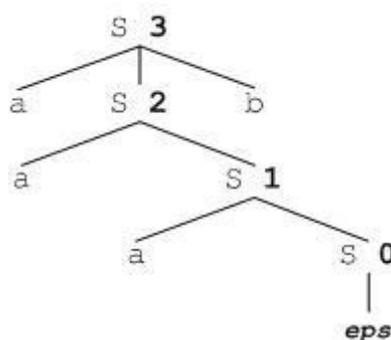


Définition

Un arbre décoré est un arbre où l'on fait figurer les attributs.

Arbre Décoré

La figure suivante montre l'arbre de dérivation décoré pour une chaîne d'entrée valant aaab



Arbre Décoré

On considère deux types d'attributs. Leur évaluation dépend de l'ordre avec lequel l'arbre sera parcouru.



Définition : Attribut synthétisé

Un attribut synthétisé est attaché au symbole en partie gauche et se calcule en fonction des attributs des symboles de la partie droite.

- Un attribut synthétisé est attaché à un nœud et se calcule en fonction des attributs de ses fils.



Définition : Attribut hérité

Un attribut est hérité lorsqu'il est calculé à partir des attributs du non terminal de la partie gauche et des attributs des autres symboles de la partie droite.

- Dans l'arbre décoré, un attribut hérité dépend des attributs du nœud père et des attributs des nœuds frères.

Déclaration de variables en C

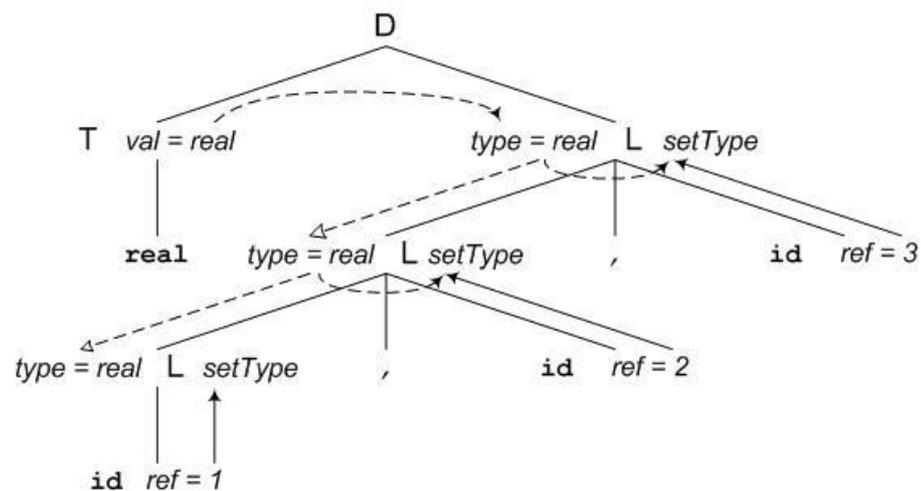
D signifie Déclaration, T Type et L Liste.

Production	Règle sémantique
$D \rightarrow TL$	$L.type = T.val$
$L \rightarrow L, id$	$L_1.type = L.type$ $setType(id.ref, L.type)$
$L \rightarrow id$	$setType(id.ref, L.type)$
$T \rightarrow int$	$T.val = integer$
$T \rightarrow real$	$T.val = real$

Exemple de déclaration : **real** x, y, z

Graphe de dépendances

Dans la figure suivante les flèches indiquent la dépendance entre les attributs et les fonctions utilisées.



Graphe de dépendances



Définition : Définition S-attribuée

Une définition dirigée par la syntaxe n'ayant que des attributs synthésés est appelée définition S-attribuée.



Définition : Définition L-attribuée

Une définition dirigée par la syntaxe est L-attribuée si tout attribut hérité d'un symbole de la partie droite d'une production ne dépend que :

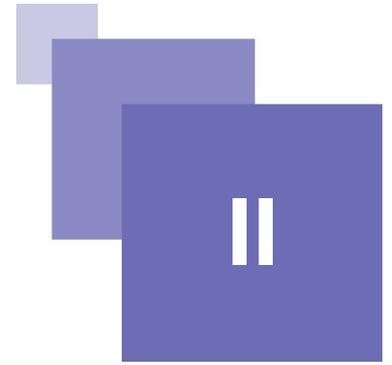
- des attributs hérités du symbole en partie gauche et
- des attributs des symboles le précédant dans la production.



Définition : Schéma de traduction

Un schéma de traduction est une définition dans laquelle l'ordre d'exécution des actions sémantiques est imposé.

Schéma de traduction



A.Schéma de traduction

- $A \rightarrow \alpha X\{action\}Y\beta$: l'action est exécutée après que le sous-arbre issu de X a été construit et parcouru et avant que celui issu de Y ne le soit.
- On peut évaluer les attributs en même tant que l'on effectue l'analyse syntaxique. On peut utiliser pour cela une pile.
- L'ordre d'évaluation des attributs est tributaire de l'ordre dans lequel les nœuds de l'arbre sont appréhendés, soit par une méthode ascendante (LR), soit par une méthode descendante (LL).
- Il faut cependant se souvenir que l'arbre de dérivation n'est pas réellement construit lors de l'analyse syntaxique.

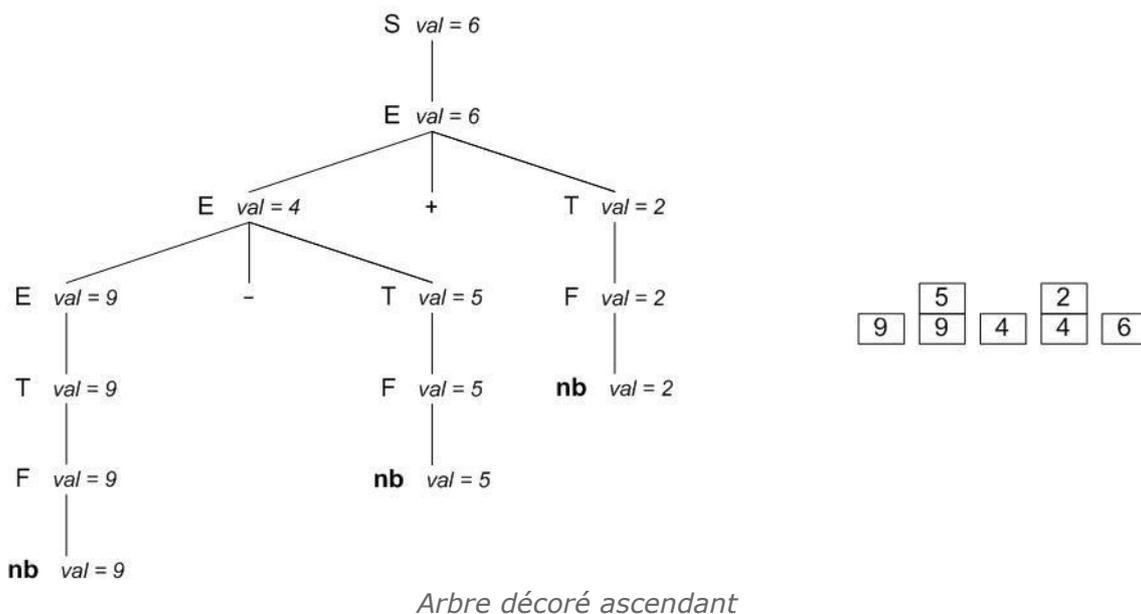
Analyse ascendante

- La grammaire suivante décrit la construction d'expressions arithmétiques (E), à partir de termes (T), de facteurs (F), avec l'utilisation éventuelle de parenthèses et à partir de nombres (nb) dont on évalue la valeur à partir des chiffres qui le composent.
- L'objectif est d'évaluer une expression respectant cette grammaire. p désigne une pile et le seul attribut utilisé est *val*.
- On considère une analyse ascendante d'une expression.
- Remarque : la grammaire étant réursive à gauche n'est pas LL.

Production	Règle sémantique	Traduction
$S \rightarrow E\$$	$S.val := E.val$	écrire p.depiler()
$E \rightarrow E + T$	$E.val := E_1.val + T.val$	tmpT = p.depiler() tmpE = p.depiler() p.empiler(tmpE + tmpT)
$E \rightarrow E - T$	$E.val := E_1.val - T.val$	tmpT = p.depiler() tmpE = p.depiler() p.empiler(tmpE - tmpT)
$E \rightarrow T$	$E.val := T.val$	
$T \rightarrow T * F$	$T.val := T_1.val * F.val$	tmpF = p.depiler() tmpT = p.depiler() p.empiler(tmpT * tmpF)
$T \rightarrow F$	$T.val := F.val$	
$F \rightarrow (E)$	$F.val := E.val$	
$F \rightarrow nb$	$F.val := nb.val$	p.empiler(nb)

Analyse de 9 - 5 + 2

La figure suivante montre la construction de l'arbre de dérivation à partir des feuilles et l'état de la pile.



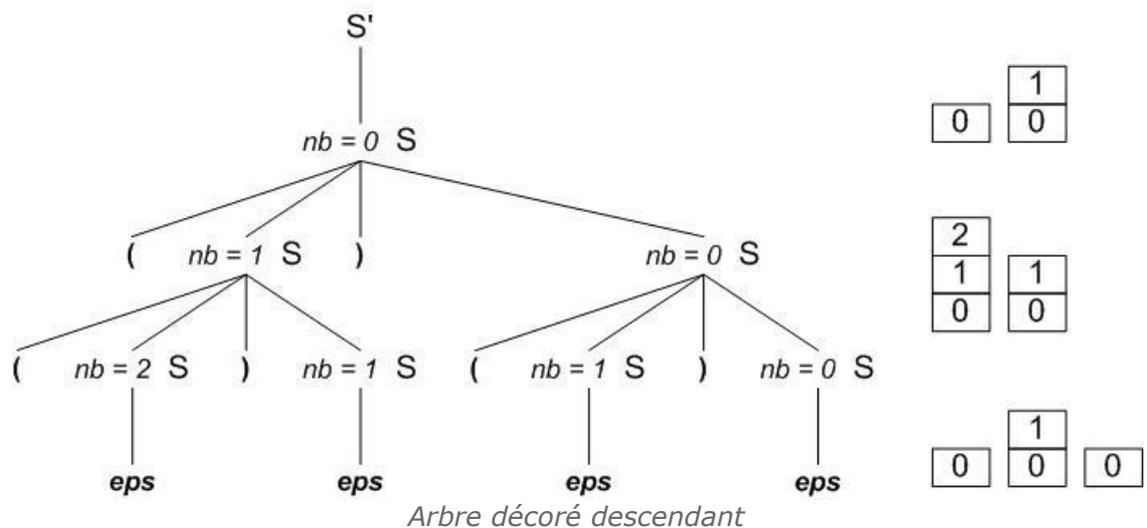
Analyse descendante

- La grammaire suivante décrit l'imbrication de niveaux de parenthèses.
- L'objectif est de déterminer le niveau d'imbrication d'une expression qui figurerait entre deux parenthèses. p désigne une pile et le seul attribut utilisé est nb .
- On considère une analyse descendante d'une imbrication de parenthèses.

Production	Règle sémantique	Traduction
$S' \rightarrow S\$$	$S.nb := 0$	$p.empiler(0)$
$S \rightarrow (S)S$	$S_1.nb := S.nb + 1$ $S_2.nb := S.nb$	$tmp = p.depiler()$ $p.empiler(tmp)$ $p.empiler(tmp + 1)$
$S \rightarrow \epsilon$	écrire $S.nb$	$p.depiler()$

Analyse de (()) ()

La figure suivante montre la construction de l'arbre de dérivation à partir de la racine et l'évolution de l'état de la pile.



Conclusion

- L'analyse descendante se prête bien à la traduction de définitions L-attribuées n'ayant que des attributs hérités puisque l'arbre syntaxique est créé de la racine vers les feuilles. Il suffit dans certains cas d'empiler et de dépiler les attributs hérités.
- L'analyse ascendante se prête bien à la traduction de définitions S-attribuées puisque l'arbre syntaxique est créé des feuilles vers la racine. Il suffit dans les cas simples d'empiler et de dépiler les attributs synthétisés.

Principe

On insère les actions dans les règles de production comme suit :

- Un attribut hérité attaché à une variable en partie droite d'une règle est calculée par une action intervenant avant cette variable.
- Un attribut synthétisé attaché à la variable en partie gauche est calculé après que tous les arguments dont il dépend ont été calculés. L'action est en général placée en fin de règle.
- Dans les définitions L-attribuées une action ne peut faire référence à un attribut d'un symbole placé à sa droite.
- Dans une représentation d'arbre décoré, on place les attributs synthétisés à droite des variables et les attributs hérités à gauche des variables.



Exemple

- La grammaire suivante décrit la construction d'expressions arithmétiques

(E), à partir de termes (T) et à partir de nombres (nb) dont on évalue la valeur à partir des chiffres qui le composent. La grammaire fait intervenir un reste (R) qui initie une nouvelle opération.

- L'objectif est d'évaluer une expression respectant cette grammaire en utilisant des variables dont le nom rappelle le type des attributs. Les attributs utilisés sont val, he et s.
- On considère une analyse descendante d'une telle expression.

Exemple : Définition L-attribuée

Le tableau représente les règles de production, les règles sémantiques et la traduction.

Production	Règle sémantique	Traduction
$E \rightarrow T$ R	$R.he := T.val$ $E.val := R.s$	$rhe = t$ $e = rs$
$R \rightarrow +T$ R	$R_1.he := R.he + T.val$ $R.s := R_1.s$	$rhe = rhe + t$
$R \rightarrow -T$ R	$R_1.he := R.he - T.val$ $R.s := R_1.s$	$rhe = rhe - t$
$R \rightarrow \epsilon$	$R.s := R.he$	$rs = rhe$
$T \rightarrow nb$	$T.val := nb.val$	$t = n$

Schéma de traduction

Dans la pratique, on présente le schéma de traduction sous la forme suivante faisant mieux apparaître l'ordre dans lequel les actions vont être effectuées.

$$E \rightarrow T\{rhe = t ;\}R\{e = rs ;\}$$

$$R \rightarrow +T\{rhe = rhe + t ;\}R$$

$$R \rightarrow -T\{rhe = rhe - t ;\}R$$

$$R \rightarrow \epsilon\{rs = rhe ;\}$$

$$T \rightarrow nb\{t = n ;\}$$

Exercice : Schéma de traduction



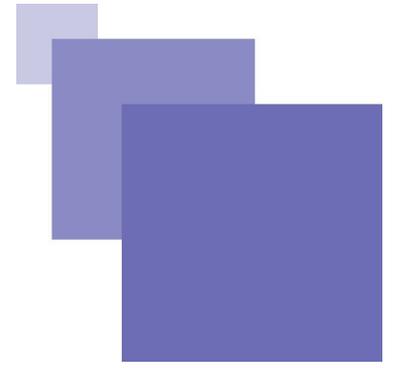
Production	Schéma de Traduction
$E \rightarrow TR$	$E \rightarrow T \{rhe = t;\} R \{e = rs;\}$
$R \rightarrow +TR$	$R \rightarrow +T \{rhe = rhe + t;\} R$
$R \rightarrow -TR$	$R \rightarrow -T \{rhe = rhe - t;\} R$
$R \rightarrow \epsilon$	$R \rightarrow \epsilon \{rs = rhe;\}$
$T \rightarrow nb$	$T \rightarrow nb \{t = n;\}$

Question

[Solution n°1 p 19]

A partir de la grammaire et du schéma de traduction précédent quel est l'ordre des actions lors de l'analyse de l'expression : $10 - 4 + 5$?

Solution des exercices rédactionnels



> Solution n°1 (exercice p. 17)

Réponse

$t \leftarrow nb(10)$

$rhe \leftarrow t$

$t \leftarrow nb(4)$

$rhe \leftarrow rhe - t$

$t \leftarrow nb(5)$

$rhe \leftarrow rhe + t$

$rs \leftarrow rhe$

$e \leftarrow rs$