

# Traduction et Sémantique

## Analyse ascendante

Luigi Santocanale  
LIF, Université de Provence  
Marseille, FRANCE

1<sup>er</sup> mars 2010

## Plan

Des intuitions

Reconnaissance des préfixes admissibles

Grammaires  $LR(0)$  et leur APD

Un exemple étendu

## Plan

Des intuitions

Reconnaissance des préfixes admissibles

Grammaires  $LR(0)$  et leur APD

Un exemple étendu

## Analyse $LR(k)$

Idée :

- en lisant le mot  $w$  à partir de la **gauche**
  - **left-to-right parse**
- reconstruire une dérivation **droite** du mot  $w$ 
  - à partir du mot  $w$  lui même
    - **rightmost derivation**
- en lisant  **$k$** -caractères à la fois
  - **lookahead  $k$**

## Un exemple

$$\begin{aligned} S &\rightarrow TT \\ T &\rightarrow aTb \mid ab \end{aligned}$$

Une dérivation droite du mot  $abaabb \in L(\mathcal{G})$  :

$$S \Rightarrow_D TT \Rightarrow_D TaTb \Rightarrow_D Taabb \Rightarrow_D abaabb$$

Reconstruction ascendante de la dérivation :

$$S \Rightarrow_D TT \Rightarrow_D TaTb \Rightarrow_D Taabb \Rightarrow_D abaabb$$

5/27

## Notre exemple

$$\begin{aligned} S &\rightarrow TT \\ T &\rightarrow aTb \mid ab \end{aligned}$$

Pile	Entrée	Action
	$abaabb$	shift
$a$	$baabb$	shift
$ab$	$aabb$	reduce $T \rightarrow ab$
$T$	$aabb$	shift
$Ta$	$abb$	shift
$Taa$	$bb$	shift
$Taab$	$b$	reduce $T \rightarrow ab$
$TaT$	$b$	shift
$TaTb$		reduce $T \rightarrow aTb$
$TT$		reduce $S \rightarrow TT$
$S$		

7/27

## Une stratégie de reconstruction de DD

- On utilise une pile, où on y place le préfixe rouge (préfixe admissible)
- On regarde un morceau de la pile, *proche du haut de la pile*
- Deux opérations :
  - ▶ **réduire** (reduce) : on applique une production – à l'envers, proche du haut de la pile
  - ▶ **décaler** (shift) : on empile le prochain caractère du mot à analyser
- On accepte si
  - ▶ on a lu tout le mot
  - ▶ on a réduit la pile à l'axiome  $S$

6/27

## Limites de la stratégie

- Les deux opérations/actions – réduire et décaler – sont cause de non-déterminisme :
  - ▶ pas de raisons de préférer une opération à l'autre
  - ▶ deux types de conflits à gérer :
 

réduire/réduire
réduire/décaler
- Le « morceau proche du haut » n'est pas le sommet de la pile.
  - ▶ Quoi doit-on chercher dans ce morceau ?
  - ▶ Quelle est sa longueur maximale ?

8/27

## Conflicts réduire/réduire

$S \rightarrow aT \mid bU$   
 $T \rightarrow bc$   
 $U \rightarrow c$

Pile	Entrée	Action	Pile	Entrée	Action
a	abc	shift	a	abc	shift
ab	bc	shift	ab	bc	shift
abc	c	shift	abc	c	shift
abU		reduce $U \rightarrow c$	abc		reduce $T \rightarrow bc$
aS		reduce $S \rightarrow bU$	aT		reduce $S \rightarrow aT$
		??	S		

9/27

## Conflicts réduire/décaler (II)

$S \rightarrow Tc$   
 $T \rightarrow ab \mid bc$

Pile	Entrée	Action	Pile	Entrée	Action
a	abc	shift	a	abc	shift
ab	bc	shift	ab	bc	shift
abc	c	shift	T	c	reduce $T \rightarrow ab$
aT		reduce $T \rightarrow bc$	Tc		shift
		??	S		reduce $S \rightarrow Tc$

11/27

## Conflicts réduire/décaler (I)

$S \rightarrow aT$   
 $T \rightarrow bc \mid ab$

Pile	Entrée	Action	Pile	Entrée	Action
a	abc	shift	a	abc	shift
ab	bc	shift	ab	bc	shift
T	c	reduce	ab	c	shift
Tc		shift	abc		reduce $T \rightarrow bc$
		??	aT		reduce $S \rightarrow aT$
			S		

10/27

## Plan

Des intuitions

Reconnaissance des préfixes admissibles

Grammaires  $LR(0)$  et leur APD

Un exemple étendu

12/27

## ... proche du haut de la pile

Pour choisir entre un décalage et une réduction

- combien de symboles doit-on regarder ?
- quoi doit-on regarder ?

Des premières réponses :

- il existe une borne supérieure sur ce nombre, car les productions d'une grammaire sont en nombre fini.
- on a donc besoin d'une mémoire finie, c'est-à-dire d'un AFD
- on mets à disposition cette info (les états de l'AFD) sur la pile

13/27

## Relation entre préfixes et items

Si  $\alpha = \delta\beta \in V^*$  est admissible et

$$S \Rightarrow_D^* \delta A W \Rightarrow_D \delta\beta\gamma W$$

alors on dit que l'item

$$A \rightarrow \beta \uparrow \gamma$$

est valide pour  $\alpha$ .

Intuitions et remarques. Un item valide pour  $\alpha$  témoigne que :

- on est sur la bonne route,
- $\alpha$  peut se prolonger à un mot dérivable de  $S$ ,
- tout où tard, par une suite de décalages, on aboutira à une réduction.
- Un mot admissible  $\alpha$  peut avoir plusieurs items valides !!!

15/27

## Préfixes admissibles, items

Soit  $\mathcal{G}$  fixée.

**Définition.** Un mot  $\alpha = \delta\beta \in V^*$  est un préfixe admissible (pour  $\mathcal{G}$ ) s'il existe une dérivation droite

$$S \Rightarrow_D^* \delta A W \Rightarrow_D \delta\beta\gamma W$$

**Définition.** Un item est

- une production  $A \rightarrow \alpha$ ,
- plus une position du curseur dans  $\alpha$ ,  
 $A \rightarrow \beta\gamma$

14/27

## Un AFN qui reconnaît les préfixes admissibles

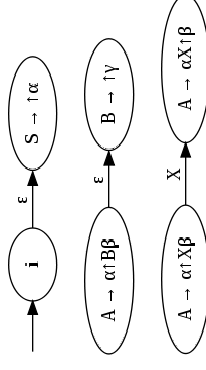
Soit  $\mathcal{G}$  une grammaire où tout symbole est utile.

**Théorème.** Il existe un AFN  $\mathcal{A}$  tel que

$\alpha$  est un préfixe admissible pour  $\mathcal{G}$  ssi  $\alpha \in L(\mathcal{A})$ .

Idee de la preuve :  $\mathcal{A} = \langle Q, i, F, \Delta \rangle$  où

- $Q = \{i\} \cup \{A \rightarrow \alpha \uparrow \beta \mid \text{les items de } \mathcal{G}\}$ ,
- $F = Q$ ,
- $\Delta$  est de la forme :



16/27

Des intuitions

Reconnaissance des préfixes admissibles

Grammaires  $LR(0)$  et leur APD

Un exemple étendu

17/27

## Grammaire $LR(0)$

Définitions.

- Un item est complet s'il est de la forme

$$A \rightarrow \alpha \uparrow$$

- Une grammaire est  $LR(0)$  si
  1. un macro-état qui contient un item complet est un singleton,
  2.  $S$  n'est pas à droite d'une production.

19/27

Intuition.

Une grammaire est  $LR(0)$  si notre stratégie marche bien.

Rappel :

on construit un AFD  $\mathcal{A}'$  tel que

$$L(\mathcal{A}') = \{ \text{préfixes admissibles de } \mathcal{G} \}$$

par :

1. élimination des transitions  $\varepsilon$ ,
2. détermination par macro-états (sous-ensembles).

18/27

## Mise en œuvre de la stratégie (construction de l'APD)

- On utilise une pile.
- La pile est de la forme
 
$$q_0 X_1 q_1 X_2 q_2 \dots X_n q_n$$
 où
  - ▶  $X_1 \dots X_n$  est un préfixe admissible,
  - ▶ chaque  $q_i$  est un macro-état,
  - ▶  $q_{i-1} \xrightarrow{X_i} q_i$  pour  $i = 1, \dots, n$ .
- Au début, la pile contient  $q_0$ .

20/27

- Si  $q_n = \{A \rightarrow X_1 \dots X_n \uparrow\}$  on réduit.

La pile devient :

$$q_0 X_1 q_1 X_2 q_2 \dots X_{j-1} q_{j-1} A q_j$$

où  $q_{j-1} \xrightarrow{A} q_j$ .

- Sinon on décale :
- on lit le prochain caractère 'a' et la pile devient

$$q_0 X_1 q_1 X_2 q_2 \dots X_n q_n a q$$

où  $q_n \xrightarrow{a} q$ .

### Une grammaire et ses items

Soit  $\mathcal{G}$  :

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow Sc \\ S &\rightarrow SA \mid A \\ A &\rightarrow aSb \mid ab \end{aligned}$$

Les items :

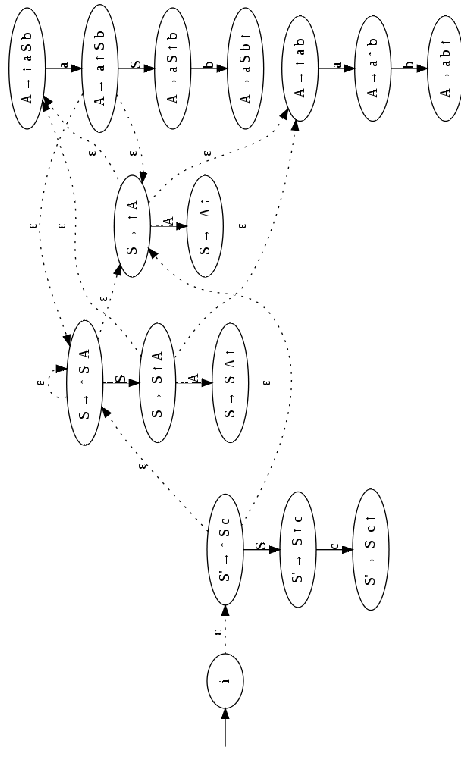
$$\begin{aligned} S' &\rightarrow \uparrow Sc, S' \rightarrow S \uparrow c, S' \rightarrow Sc \uparrow, \\ S &\rightarrow \uparrow SA, S \rightarrow S \uparrow A, S \rightarrow SA \uparrow, \\ S &\rightarrow \uparrow A, S \rightarrow A \uparrow, \\ A &\rightarrow \uparrow aSb, A \rightarrow a \uparrow Sb, A \rightarrow aS \uparrow b, A \rightarrow aSb \uparrow, \\ A &\rightarrow \uparrow ab, A \rightarrow a \uparrow b, A \rightarrow ab \uparrow. \end{aligned}$$

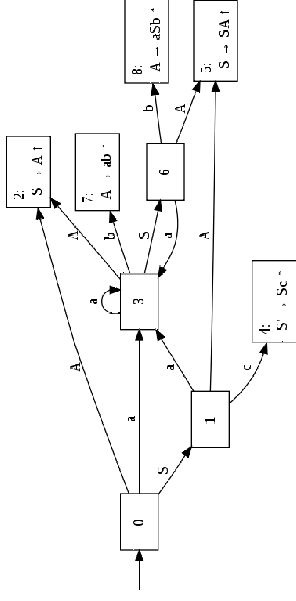
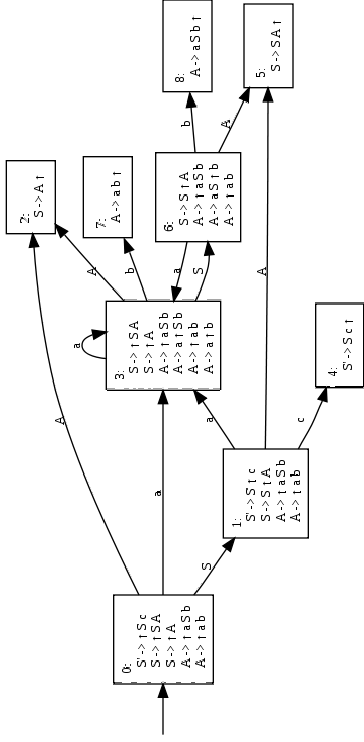
Des intuitions

Reconnaissance des préfixes admissibles

Grammaires LR(0) et leur APD

Un exemple étendu





Le calcul

Pile	Entrée	Action
0	aababbc	shift
0a3	ababbc	shift
0a3a3	babbc	shift
0a3a3b7	abc	reduce $A \rightarrow ab$
0a3A2	abc	reduce $S \rightarrow A$
0a3S6	abc	shift
0a3S6a3	bbc	shift
0a3S6a3b7	bc	reduce $A \rightarrow ab$
0a3S6A5	bc	reduce $S \rightarrow SA$
0a3S6	bc	shift
0a3S6b8	c	reduce $A \rightarrow aSb$
0A2	c	reduce $S \rightarrow A$
0S1	c	shift
0S1c4		reduce $S' \rightarrow Sc$
0S'		accept