

13. SLR 파싱 테이블

충북대학교

이재성



학습내용

- 아이템 집합군(Canonical LR(0)) 구성
- First와 Follow함수
- SLR 파싱 테이블 작성 방법



SLR파싱 테이블의 구성

■ LR(0) 아이 템

- 문법 G의 생성규칙 오른쪽 임의의 위치에 점이 찍혀 있는 규칙

$A \rightarrow \bullet XYZ$

$A \rightarrow X \bullet YZ$

$A \rightarrow XY \bullet Z$

$A \rightarrow XYZ \bullet$

■ SLR 방법의 중심 개념

- 바이어블 프리픽스를 인식하는 결정 유한 오토마톤 구성
- 아이 템들은 SLR파서의 상태에 해당하는 집합
 - NFA의 상태에 해당
 - “부분집합구성 방법” 으로 아이 템들을 함께 묶음



Closure 연산

■ Closure(I), 아이템 집합의 구성

- I에 있는 모든 아이터를 closure(I)에 넣는다.
- $A \rightarrow a \bullet B\beta$ 가 closure(I)에 속해 있고, $B \rightarrow \gamma$ 가 생성규칙이라면
아이터 $B \rightarrow \bullet \gamma$ 를 I에 추가 (단, $B \rightarrow \bullet \gamma$ 가 closure(I)에 없을 경우)

■ Goto 연산

- goto(I, X): I는 아이터 집합, X는 문법기호
- goto(I, X)는 $A \rightarrow \alpha \bullet X\beta$ 가 I에 있을 때 모든 아이터 $A \rightarrow \alpha X \bullet \beta$ 의 closure로 정의
- I가 바이어블 프리픽스 γ 에 유효하다면, goto(I, X)는 바이어블 프리픽스 γX 에 대한 유효한 아이터 집합

$$\begin{array}{l}
 I: \\
 \gamma \bullet X\beta \\
 \gamma \bullet Y
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{l}
 \text{goto}(I, X): \\
 \gamma X \bullet \beta
 \end{array}$$



아이템 집합군 구성

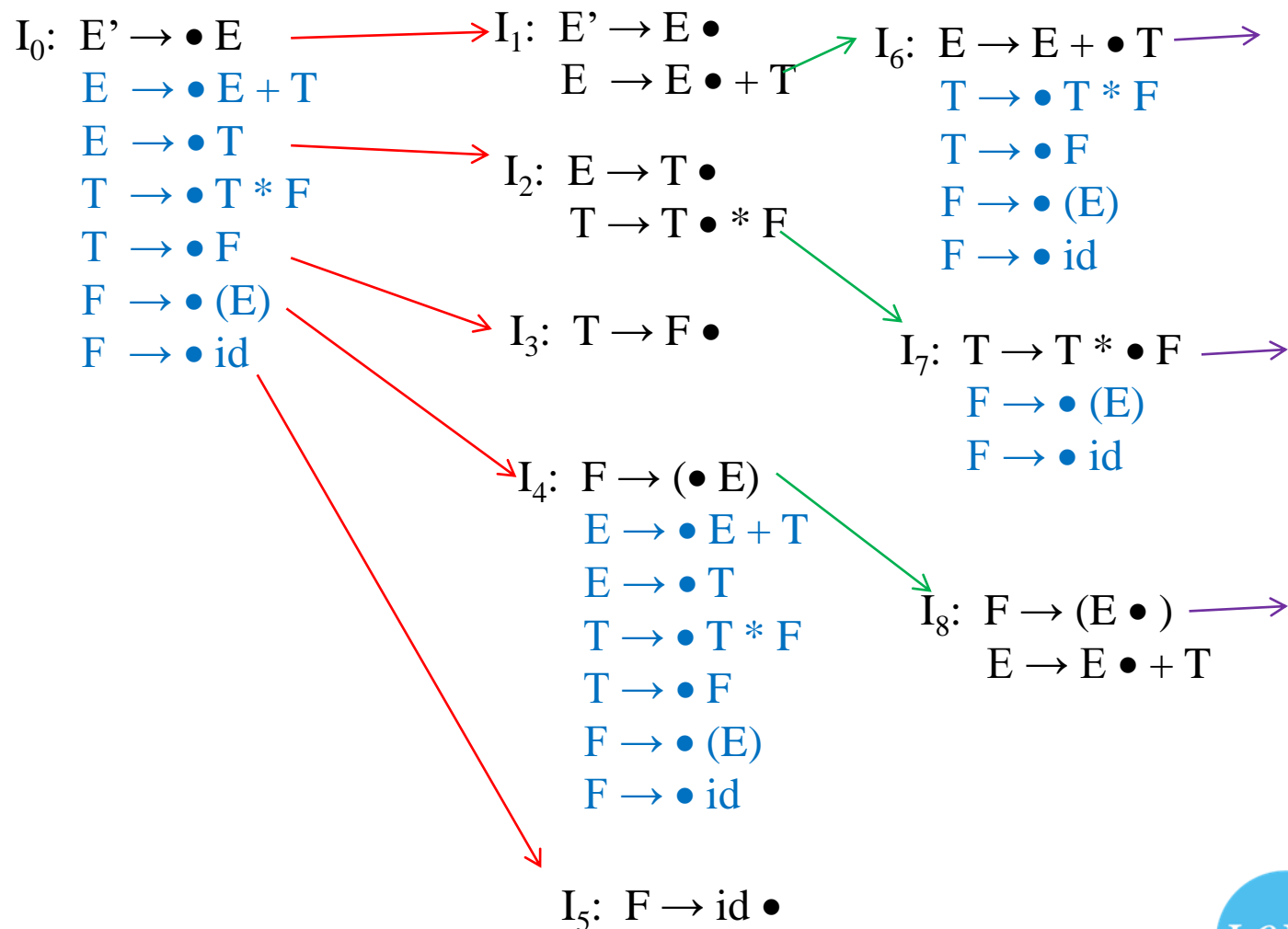
■ canonical LR(0)의 아이템 집합군 구성 알고리즘

```
procedure items (G' );  
begin  
    C := {closure ( { [S' -> S] } ) };  
    repeat  
        for C의 각 아이템 집합 I와 문법기호 x에 대해  
            (단, goto(I, x)는 빈 것이 아니고 C에도 포함되지 않음)  
        do  
            goto(I, x)를 C에 추가  
    until C에 추가할 아이템 집합이 더 이상 없다.  
end
```

Canonical LR(0) 아이템 구성 예(1)

문법확장후, 아이tem
집합군 구성

$E' \rightarrow E$
 $E \rightarrow E + T$
 $E \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * F$
 $T \rightarrow F$
 $F \rightarrow (E)$
 $F \rightarrow id$



Canonical LR(0) 아이템 구성 예(2)

I_0 : $E' \rightarrow \bullet E$
 $E \rightarrow \bullet E + T$
 $E \rightarrow \bullet T$
 $T \rightarrow \bullet T * F$
 $T \rightarrow \bullet F$
 $F \rightarrow \bullet (E)$
 $F \rightarrow \bullet id$

I_4 : $F \rightarrow (\bullet E)$
 $E \rightarrow \bullet E + T$
 $E \rightarrow \bullet T$
 $T \rightarrow \bullet T * F$
 $T \rightarrow \bullet F$
 $F \rightarrow \bullet (E)$
 $F \rightarrow \bullet id$

I_7 : $T \rightarrow T * \bullet F$
 $F \rightarrow \bullet (E)$
 $F \rightarrow \bullet id$

I_8 : $F \rightarrow (E \bullet)$
 $E \rightarrow E \bullet + T$

I_1 : $E' \rightarrow E \bullet$
 $E \rightarrow E \bullet + T$

I_5 : $F \rightarrow id \bullet$

I_9 : $E \rightarrow E + T \bullet$
 $T \rightarrow T \bullet * F$

I_2 : $E \rightarrow T \bullet$
 $T \rightarrow T \bullet * F$

I_6 : $E \rightarrow E + \bullet T$
 $T \rightarrow \bullet T * F$
 $T \rightarrow \bullet F$
 $F \rightarrow \bullet (E)$
 $F \rightarrow \bullet id$

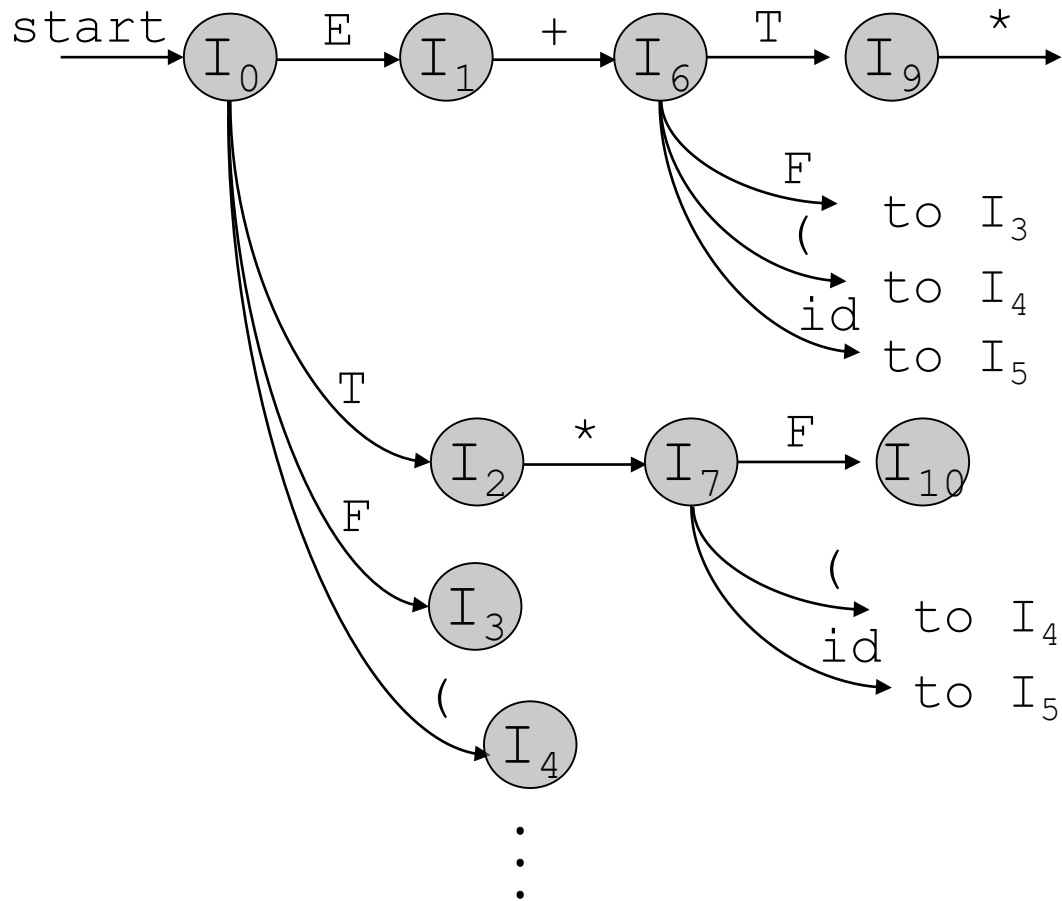
I_{10} : $T \rightarrow T * F \bullet$

I_3 : $T \rightarrow F \bullet$

I_{11} : $F \rightarrow (E) \bullet$



바이어블 프리픽스에 대한 DFA D의 전이도 예



I₀: E' → • E
 E → • E + T
 E → • T
 T → • T * F
 T → • F
 F → • (E)
 F → • id

I₁: E' → E •
 E → E • + T

I₂: E → T •
 T → T • * F

I₃: T → F •

I₄: F → (• E)
 :

I₆: E → E + • T
 T → • T * F
 T → • F
 F → • (E)
 F → • id

I₉: E → E + T •
 T → T • * F

I₇: T → T * • F
 F → • (E)
 F → • id



First

■ FIRST(X)

- 문법기호 X 의 맨 처음에 나올 수 있는 단말기호
- 규칙
 1. X 가 단말이면 $\text{FIRST}(X) = \{X\}$
 2. 만약 $X \rightarrow \varepsilon$ 가 있으면, $\text{FIRST}(X)$ 에 ε 를 추가
 3. X 가 비단말이고, $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ 라는 생성식이 있을 경우
 - $\text{FIRST}(Y_1)$ 의 원소 중 ε 가 아닌 모든 기호를 추가
 - $\text{FIRST}(Y_1)$ 에 ε 원소가 있었을 경우,
 - $\text{FIRST}(Y_2)$ 의 ε 가 아닌 모든 원소 추가
 - $\text{FIRST}(Y_1)$ 과 $\text{FIRST}(Y_2)$ 에 모두 ε 가 있을 경우,
 - $\text{FIRST}(Y_3)$ 의 ε 가 아닌 모든 원소추가
 - 위의 과정 반복
 - 모든 i 에 대해 $\text{FIRST}(Y_i)$ 가 ε 를 가지고 있다면 $\text{FIRST}(X)$ 에 ε 추가



Follow

■ FOLLOW(A)

1. FOLLOW(S)에 \$를 넣음 (S: 시작기호, \$: 입력의 끝)
2. $A \rightarrow \alpha B \beta$ 라는 생성식이 있으면,
 - ϵ 를 제외한 $\text{FIRST}(\beta)$ 의 모든 원소들은 FOLLOW(B)에 속함
3. $A \rightarrow \alpha B \beta$ 라는 생성식이 있고, $A \rightarrow \alpha B$ 라는 생성식이 있거나 $\text{FIRST}(\beta)$ 가 ϵ 를 가질 경우,
 - FOLLOW(A)의 모든 원소는 FOLLOW(B)에 속함



FIRST 와 FOLLOW 예 1

$$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{FOLLOW}(E) = \{ +,), \$ \}$$

$$\text{FOLLOW}(T) = \text{FOLLOW}(E) \cup \{ * \} = \{ +,), \$, * \}$$

$$\text{FOLLOW}(F) = \text{FOLLOW}(T)$$

$$E \rightarrow E + T$$

$$E \rightarrow T$$

$$T \rightarrow T * F$$

$$T \rightarrow F$$

$$F \rightarrow (E)$$

$$F \rightarrow \text{id}$$



FIRST 와 FOLLOW 예2

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{), \$ \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \text{FOLLOW}(E')$

$\text{FOLLOW}(T) = \text{FIRST}'(E') \cup \text{FOLLOW}(E) = \{ +,), \$ \}$ (ε 제외)

$\text{FOLLOW}(F) = \text{FIRST}'(T') \cup \text{FOLLOW}(T) = \{ +, *,), \$ \}$ (ε 제외)

$E \rightarrow TE'$

$E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$

$T \rightarrow FT'$

$T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$

$F \rightarrow (E) \mid \text{id}$



SLR파싱 테이블의 구성 알고리즘

- 입력: 확장문법 G'
- 출력: G' 에 대한 SLR 파싱 테이블 함수 action과 goto
- 방법
 1. G' 에 대한 LR(0) 아이템 집합군 $C=\{I_0, I_1, \dots, I_n\}$ 구성
 2. I_i 에서 상태 i 를 구성
 - $\text{action}[i, a] = \text{shift } j$
 - $[A \rightarrow \alpha \bullet a \beta]$ 가 I_i 안에 있고 $\text{goto}(I_i, a) = I_j$ 일 경우
 - $\text{action}[i, a] = \text{reduce } A \rightarrow \alpha$ (FOLLOW(A)에 있는 모든 a)
 - $[A \rightarrow \alpha \bullet]$ 이 I_i 안에 있을 경우
 - $\text{action}[i, \$] = \text{accept}$
 - $[S' \rightarrow S \bullet]$ 이 I_i 에 있을 경우
 3. 상태 i 에서 goto전이
 - $\text{goto}(I_i, A) = I_j$ 라면 $\text{goto}[i, A] = j$
 4. 기타 항목은 에러 (2,3에서 정의되지 않은 것)
 5. 초기 상태는 $[S' \rightarrow S]$ 를 담고 있는 아이템 집합



SLR파싱 테이블 작성예

$I_0: E' \rightarrow \bullet E$

$E \rightarrow \bullet E + T$

$E \rightarrow \bullet T$

$T \rightarrow \bullet T * F$

$T \rightarrow \bullet F$

$F \rightarrow \bullet (E)$

$F \rightarrow \bullet id$

$goto(0, E)=1$

$goto(0, T)=2$

$goto(0, F)=3$

→ $action[0, (]=shift\ 4$

→ $action[0, id]=shift\ 5$

$I_1: E' \rightarrow E \bullet$

$E \rightarrow E \bullet + T$

→ $action[1, \$]=accept$

→ $action[1, +]=shift\ 6$

$I_2: E \rightarrow T \bullet$

$T \rightarrow T \bullet * F$

→ $FOLLOW(E) = \{ \$, +,) \}$ 이므로 :

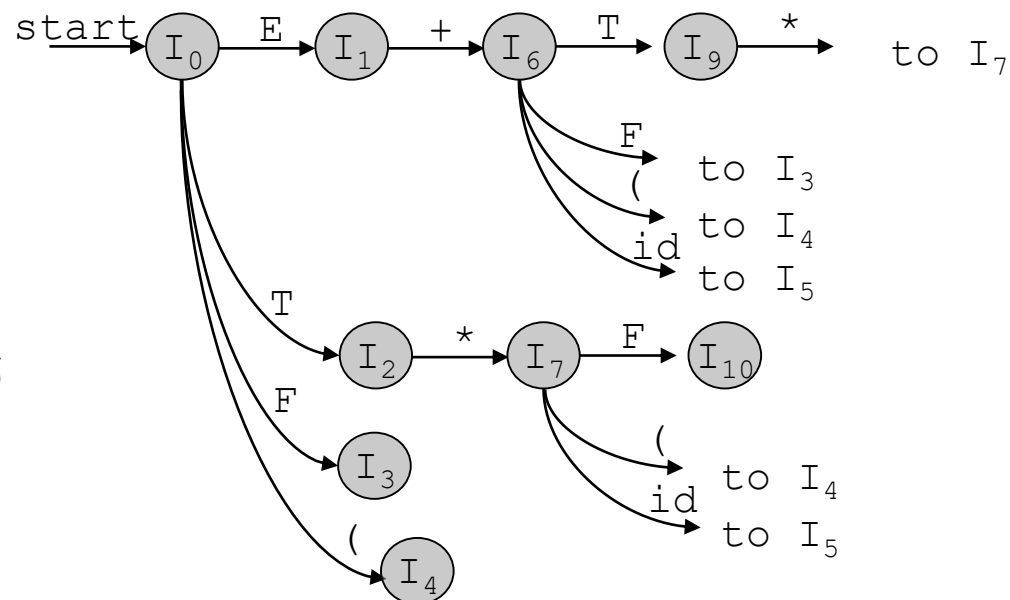
$action[2, \$]=action[2, +]=action[2,)]=reduce\ E \rightarrow T$

→ $action[2, *]=shift\ 7$

$I_3: T \rightarrow F \bullet$

→ $FOLLOW(T) = \{ \$, +,), * \}$ 이므로

$action[3, \$]=action[3, +]=action[3,)]=action[3, *]=reduce\ T \rightarrow F$





SLR 파싱 테이블 예

상태	action						goto		
	id	+	*	()	\$	E	T	F
0	s5			s4			1	2	3
1		s6				acc			
2		r2	s7		r2	r2			
3		r4	r4		r4	r4			
4	s5			s4			8	2	3
5		r6	r6		r6	r6			
6	s5			s4				9	3
7	s5			s4					10
8		s6			s11				
9		r1	s7		r1	r1			
10		r3	r3		r3	r3			
11		r5	r5		r5	r5			

문법

1. $E \rightarrow E + T$
2. $E \rightarrow T$
3. $T \rightarrow T * F$
4. $T \rightarrow F$
5. $F \rightarrow (E)$
6. $F \rightarrow id$



참고 문헌

- [1] Alfred V. Aho, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman, “Compilers – Principles, Techniques, and Tools,” Bell Telephone Laboratories, Incorporated, 1986.
- [2] 오세만, “컴파일러 입문”, 정익사, 2004.