

# Compiler: Assignment 1

Seung-Hoon Na

May 16, 2022

## 1 Assignment 1

LR 구문분석은 오늘날 가장 보편적인 상향식 구문분석 방식으로, 파싱표를 구성하는 방식에 따라 다음과 같이 세 가지로 구분된다.

1. **SLR 방식**:  $LR(0)$ 항목의 집합과 FOLLOW로부터 파싱표를 만드는 방법
2. **CLR 방식**:  $LR(1)$ 항목의 집합으로부터 파싱표를 만드는 방법
3. **LALR 방식**:  $LR(0)$ 항목의 집합과 lookahead로부터 또는  $LR(1)$ 항목의 집합으로부터 파싱표를 만드는 방법

본 과제에서는 이들 세가지 방식에 따라 파싱표를 구성하고, 구성된 파싱표에 따라 파싱을 수행하는 LR구문분석 알고리즘을 작성하는 것이 목표이다.

위의 세가지 방식은 파싱표를 얻는 과정에서만 차이가 있고, 파싱표가 얻어진 이후에는 모두 공통적으로 ‘**LR구문분석 알고리즘**’ (알고리즘 6-6) 에 따라 구문분석이 수행됨을 유의하라.

따라서, 주어진 파싱표에 따라 입력 문장을 분석하는 ‘LR구문분석 알고리즘’ (알고리즘 6-6)은 한번만 작성되면 된다.

문법은 포맷에 맞게 기술하여 파일에 미리 저장한다.

본 과제에서는 구현되어야 하는 세부 프로그램은 다음과 같다.

1. **FIRST 계산**: 교과서 page202의 알고리즘에 따라 주어진 문법의 각 논터미널기호  $X$ 에 대해  $FIRST(X)$ 를 출력하는 프로그램을 작성하라.
2. **FOLLOW 계산**: 교과서 page206의 알고리즘에 따라 주어진 문법의 각 논터미널기호  $X$ 에 대해  $FOLLOW(X)$ 를 출력하는 프로그램을 작성하라.
3. **SLR 파싱표 만들기** (알고리즘 6-5): 주어진 문법에 해당하는 SLR파싱표를 구성하고 이를 별개의 파일에 저장하라. 저장된 파싱표 파일을 읽어들이 표6-4처럼 한눈에 파악하기 쉽게 화면에 보여주는 출력 프로그램도 작성하시오. 최종 파싱표외에, 각 정규항목  $I_i$ 에 속하는  $LR(0)$  항목 (item) (dot-symbol이 포함된 생성규칙) 및 번호화된 생성규칙 리스트 각 논터미널기호에 대한 FOLLOW를 기술하는 참고 파일도 함께 저장해야 한다.
4. **CLR 파싱표 만들기** (알고리즘 6-8): 주어진 문법에 해당하는 CLR파싱표를 구성하고 이를 별개의 파일에 저장한다. 저장된 파싱표 파일을 읽어들이 표6-4처럼 한눈에 파악하기 쉽게 화면에 보여주는 출력 프로그램도 작성하시오. 마찬가지로, 최종 파싱표외에, 각 정규항목  $I_i$ 에 속하는  $LR(1)$  항목 (item) (dot-symbol과 lookahead이 포함된 생성규칙)들을 기술하는 참고 파일도 저장해야 한다.

5. **LALR 파싱표 만들기** (예제 6-38참조): 주어진 문법에 해당하는 LALR파싱표를 구성하고 이를 별개의 파일에 저장한다. 저장된 파싱표 파일을 읽어들이 표 6-4처럼 한눈에 파악하기 쉽게 화면에 보여주는 출력 프로그램도 작성하시오. 마찬가지로, 최종 파싱표외에, 각 정규항목  $I_i$ 에 속하는  $LR(0)$  항목(item) 및 각 감축항목에 대해 lookahead (정의 6-19참고)를 기술하는 참고 파일도 저장해야 한다.
6. **LR 구문분석 프로그램** (알고리즘 6-6): 주어진 파싱표를 따라, 입력 문자열에 대해 상향식 파싱을 수행하는 프로그램을 작성하라. 단, 예제 6-29처럼, 각 단계별 stack, buffer 정보, 구문분석 내용 정보가 모두 출력되어야 한다. 최종적으로, 분석된 파스트리도 출력하라.

## 1.1 문법 파일 형식

문법 파일 형식은 논터미널기호는 대문자로, 터미널 기호는 그외 다른 문자로 시작한다고 가정하고, symbol들은 공백으로 구분하며, 특수구분자로 ==>, ||, ..를 사용한다. 여기서, ..는  $\epsilon$  공문자열을 의미한다. 예제 6-27에 대해 문법 파일 형식에 맞게 기술하면 다음과 같다.

```
E ==> E + T
E ==> T
T ==> T * F
T ==> F
F ==> ( E )
F ==> id
```

또는, ||을 사용하여 다음과 같이 기술할 수도 있다.

```
E ==> E + T || T
T ==> T * F || F
F ==> ( E ) || id
```

또한 line이 길어질 경우, tab을 이용해서 multiline으로 구성할 수 있다. 예를 들어, 위는 다음과 같이 기술할 수 있다.

```
E ==> E + T || T
T ==> T * F
    || F
F ==> ( E ) || id
```

## 1.2 파싱표 파일 형식

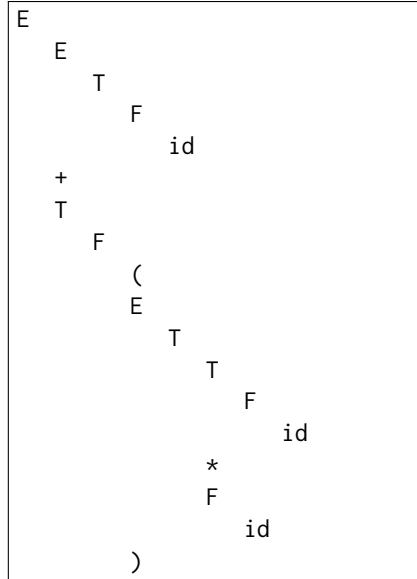
파싱표는 정규항목을 행으로 취하고, 각 terminal, nonterminal을 열로 취하는 테이블  $M$ 이며, 이는 각 terminal, nonterminal에 0부터 id를 부여하면 2차원 배열로 구성하면 된다. 각 terminal, nonterminal의 id 정보 및 2차원 배열을 파싱표 파일에 저장하라. (파싱표 파일은 각자 처리하기 편한 방식으로 자율적으로 정의해도 무방하다.)

단, 파싱표 파일을 읽어들이, 표 6-3처럼 확인이 용이하도록 파싱표 내용을 출력하는 프로그램도 별도로 작성해야 한다.

## 1.3 파스트리 출력 형식

파스트리는 line별로 하나의 노드 정보를 출력하고, 전위순회 (preorder)로 방문되는 순서대로 노드를 출력하며 (부모노드가 먼저, 왼쪽트리의 노드들이 먼저 출력) 노드정보를 출력전 노드의 depth만큼의 tab을 추가하도록 한다.

예를 들어, 예제 5-6의 파스 트리 출력은 다음과 같다.



## 1.4 테스트 문법 파일 및 입력문장

각 SLR, CLR, LALR 파싱표 작성 프로그램 및 LALR구문분석 수행은 여러가지 문법에 대해서 테스트되어야 한다.

테스트셋으로 다음 문법 및 입력문장을 “반드시” 포함하고, Example 3를 확장한 추가 문법도 1개이상 테스트로 구성하도록 하고, Example 4에서 문장 예제로 2개 이상 더 추가해서 테스트해야 한다.

### 1.4.1 Example 1

```

E ==> E + T
E ==> T
T ==> T * F
T ==> F
F ==> ( E )
F ==> id
  
```

입력 문장 예

```

id * ( id + id )
id * ( id + ( id + id ) )
id * id + id * id + id * id * id )
id * ) id
id * id + ( id * id )
  
```

### 1.4.2 Example 2

```
S ==> L = R
S ==> R
L ==> * R
L ==> id
R ==> L
```

입력 문장 예

```
* id = id
id = id
id
* id = * id
= id )
* * id = * id
```

### 1.4.3 Example 3

```
S ==> id = E
S ==> E
E ==> id ( Elist )
Elist ==> Elist , E
Elist ==> E
E ==> E + T
E ==> T
T ==> T * F
T ==> F
F ==> ( E )
F ==> id
```

입력 문장 예

```
id = id(id,id)
id(id,id)+id*(id+id)
id(id,id,id)+id*(id+id)+id
```

#### 1.4.4 Example 4

```
Program ==> Block
Block ==> { Decls Stmts }
Decls ==> Decls Decl | | --
Decl ==> Type id ;
Type ==> Type [ num ] | | basic
Stmts ==> Stmts Stmt | | --
Stmt ==> Loc = Bool ;
    | | if ( Bool ) Stmt
    | | if ( Bool ) Stmt else Stmt
    | | while ( Bool ) Stmt
    | | do Stmt while ( Bool ) ;
    | | break ;
    | | Block
Loc ==> Loc [ Bool ] | | id
Bool ==> Bool \|\| Join | | Join
Join ==> Join && Equality | | Equality
Equality ==> Equality == Rel | | Equality != Rel | | Rel
Rel ==> Expr < Expr | | Expr <= Expr | | Expr >= Expr
    | | Expr > Expr | | Expr
Expr ==> Expr + Term | | Expr - Term | | Term
Term ==> Term * Unary | | Term / Unary | | Unary
Unary ==> ! Unary | | - Unary | | Factor
Factor ==> ( Bool ) | | Loc | | num | | real | | true | | false
```

위에서 \|\|는 boolean OR연산을 의미한다 (하나의 token이다). **basic**은 기본 타입 (basic types)을 가리키는 token으로, **int**, **float**, **char**, **bool** 문자열에 대응된다.

아래는 파일 전체가 하나의 문장이다.

```
{
  int id ; int id ; float id ; float id ; float [ num ] id ;
  while ( true ) {
    do id = id + num ; while ( a [ id ] < id ) ;
    do id = id - num ; while ( a [ id ] > id ) ;
    if ( id >= id ) break ;
    id = a [ id ] ; a [ id ] = a [ id ] ; a [ id ] = id ;
  }
}
```

### 1.5 제출 내용 및 평가 방식

코드는 **java**또는 **c++**로 작성하도록 하고, 본 과제 결과물로 필수적으로 제출해야 내용들은 다음과 같다.

- 코드 전체
- 테스트 결과: 각 내용별 테스트 코드 및 해당 로그 파일

- **결과보고서:** 코드 설계(클래스 계층도 등), 구현 방법 및 실행 결과를 요약한 보고서

본 과제의 평가항목 및 배점은 다음과 같다.

- 각 세부내용의 구현 정확성 및 완결성 (80점)
- 코드의 Readability 및 체계성 (10점)
- 결과 보고서의 구체성 및 완결성 (10점)