9. YACC

Yet Another Compiler-Compiler

충북대학교

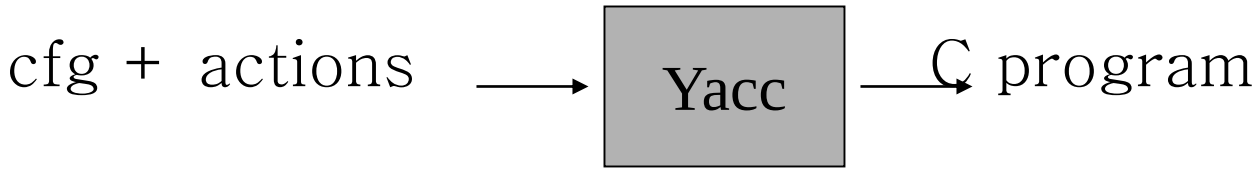
이 재 성

학습내용

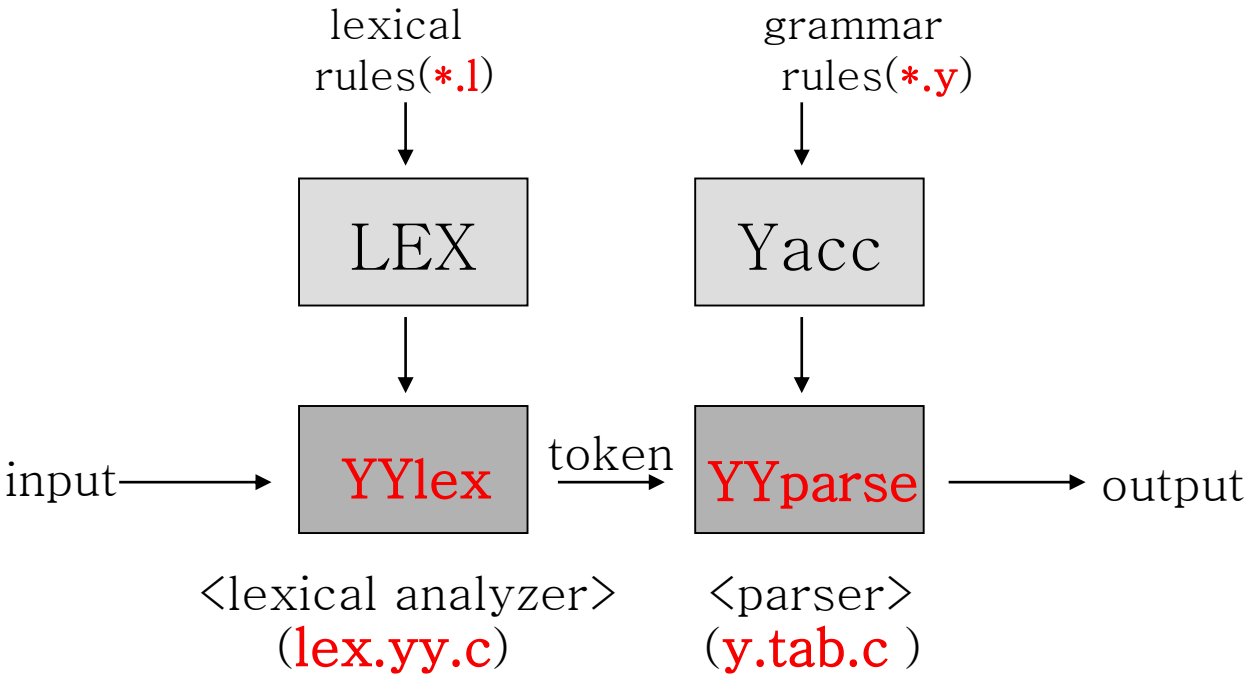
- Yacc 프로그램 개요
- Yacc 소스 프로그램 작성 방법
- Yacc 소스 예제(계산기)

개요

- Yacc
  - CFG와 각 문법에 해당하는 명령을 입력 받아 프로그램 생성



Lex와 Yacc의 모델



Review:

- 파서 액션
  - LR Parser : shift, reduce, **accept**, **error**.
  - shift
    - 파서는 어휘 분석기를 호출하여 토큰을 가져오고 이를 stack에 푸시함. 외부 변수 yylval은 value stack으로 복사
  - reduce
    - 그 rule에서 제공한 사용자 코드가 실행된다. 사용자 코드에서 return한 후, reduction이 수행(stack에 있는 handle이 축소되어 LHS의 비단말기호로 변경)
  - stack이 현 상태를 유지하면서, value stack은 어휘 분석기와 규칙들과 관련된 동작들로부터 값을 가지며 평행하게 작동한다.

입력 명세

- 형식:

```
declarations      // 선언 부분
%%
rules             // 생성 규칙 부분
%%
programs          // 사용자 프로그램 부분
```

declarations
%%
rules
%%
programs

선언 부분

- 생략될 수 있는 부분
- %token 토큰들을 나타내는 이름을 선언한다.
  - ex) %token name1 name2 ...
- %start 시작 심볼을 명시적으로 선언.
- default 시작 심볼은 규칙 부분의 첫 번째 생성 규칙의 LHS.

생성 규칙 부분

- 형식: **A: RHS {액션 코드} ;**
- 문법규칙인 "A:RHS" 부분과 명령인 "{액션 코드}"로 구성

사용자 프로그램 부분

- 생성된 프로그램 내부로 그대로 복사

생성 규칙 부분

문법 규칙 + 액션 코드

- 각 문법 규칙에 사용자의 액션 코드를 연관
- 규칙은 입력 프로세스에서 인식된다.

문법 규칙

- 형식 **A : RHS**

A: 하나의 비단말기호

RHS (Right Hand Side): 비단말기호, 토큰, 리터럴의 조합

ex) BNF <expression> ::= <expression> + <term> | <term>

YACC expression : expression '+' term | term

- **리터럴(literal):**
  - 따옴표가 붙은 문자열. 예: ‘+ ’
  - C의 모든 escape sequences가 인식됨

  ex) '₩n' newline '₩b' backspace ‘₩t' tab '₩₩' backslash

- **비단말기호의 이름 :**
  - 식별자와 같이 임의 길이로 된 문자열(처음 문자로 시작되고 그 뒤에 문자 또는 숫자들)
  - 문자에는 점 “.”, underscore “_”를 포함
  - 대문자와 소문자는 구별

- 수직 바 "|" 는 왼쪽을 다시 쓰는 것을 피하기 위해 사용할 수 있다.

ex) A : B C D ;
A : E F ; <-------> A : B C D
| E F
A : G ; | G
;

- ε- 생성 규칙

ex) A -> ε <===> YACC A : ;

액션 표현

- 액션은 중괄호 '{' 와 '}'에 둘러 쌓인 임의의 C 언어 표현

ex) expression : expression '+' term

```
{ printf("addition expression detected₩n"); }
;
```

expression : term

```
{ printf("simple expression detected₩n"); }
;
```

- 액션은 파스 트리(문법 트리)를 구성하거나 직접 코드를 생성하기 위해 사용할 수 있다.
- YACC은 규칙의 중간과 끝에 액션을 허용한다.
- YACC 파서는 오직 yy로 시작하는 이름을 사용한다. 사용자는 이 형식의 이름을 피해야 한다.

- 문법 속성
  - 문법 규칙에 있는 심볼들에 대한 값(속성)을 정의하기 위한 기능
  - $$, $1, $2 , ...: 각 문법 심볼의 속성 값들을 나타낸다.
  - $$ = LHS의 속성, $1 = RHS 첫 심볼 속성, $2 = RHS 둘째 심볼 속성
- 파스 트리 구축 예
  - node(L,n1,n2)은 레이블이 L인 노드를 생성하고, 자식 노드 n1과 n2를 붙인다. 그리고 새로 생성된 노드의 인덱스를 리턴한다.

```
ex) expr : expr '+' expr    { $$ = node('+',$1,$3); }
```

모호성과 충돌

모호성

- 주어진 문법에 대해 두 개 이상의 파스트리가 구축될 수 있는 입력문자열이 있다면, 이 문법 규칙들은 모호하다(ambiguous)고 한다.
- 파싱 도중 한 입력 토큰에 대해 shift와 reduce 액션이 2개 이상 가능한 경우 발생

Yacc 충돌 해결 규칙

- **shift/reduce** 충돌에서, default는 shift를 실행
- **reduce/reduce** 충돌에서, default는 우선된(먼저 기술된) 문법 규칙에 따라 reduce를 실행

우선순위

- %left, %right, %nonassoc

ex)
```
%right '='
%left '+' '-'
%left '*' '/'
%%
expr : expr '=' expr
     | expr '+' expr
     | expr '-' expr
     | expr '*' expr
     | expr '/' expr
     ;
```

a = b = c * d - e - f * g
<==>
a = (b = (((c * d) - e) - (f * g)))

Error 처리

- 오류회복
  - 오류가 발견 됐을 때 더 많은 구문 오류들을 찾기 위한 입력 스캐닝을 지속하는 것이 더 유용하다.

- 토큰 error
  - 오류 처리를 위해 예약된 것이며, 문법 규칙에 사용한다.
  - 오류가 예상되는 위치에 사용되며, 토큰 'error'는 파서가 정상적인 상태에 들어갈 때까지 stack을 정리한다.

계산기 예제

- 문제 : 정수 값에서 작동하는 기본적인 탁상용 계산기

- calc.l

```
%{
/* LEX source for calculator program */
%}
%%
[ ₩t]      ; /* ignore blanks and tabs */
[0-9]+      {yylval := atoi(yytext); return NUMBER;}
"mod"      return MOD;
"div"      return DIV;
"sqr"      return SQR;
 ₩n|.      return yytext[0];  /* return everything else */
```

calc.y 선언부

```
%{
/* YACC source for calculator program */
# include <stdio.h>
%}
%token NUMBER DIV MOD SQR
%left '+' '-'
%left '*' '/' DIV MOD
%left  SQR
```

calc.y 규칙

```
%%
comm : comm '₩n'
        | lambda
        | comm expr  '₩n' {printf("%d₩n", $2);}
        | comm error '₩n' {yyerrok; printf(" Try again ₩n");}
        ;
 expr : '(' expr ')'   {$$ = $2;}
        | expr '+' expr {$$ = $1 + $3;}
        | expr '-' expr {$$ = $1 - $3;}
        | expr '*' expr {$$ = $1 * $3;}
        | expr '/' expr {$$ = $1 / $3;}
        | expr MOD expr {$$ = $1 % $3;}
        | SQR  expr     {$$ = $2 * $2;}
        | NUMBER
        ;
 lambda: /* empty */
        ;
```

파서에서 오류가 발견되면 파서는 개행 문자로 지나간다. 오류상황을 reset(**yyerrok**)하고 적절한 메시지를 출력한다.

calc.y 사용자 루틴

```
%%
#include “calclex.c"
yyerror(s)
char *s;
{
  printf("%s₩n",s);
}
main()
{
  return yyparse();
}
```

수행 예

컴파일 수행 예

```
% win_flex –wincompat –ocalclex.c  –i calc.l
% win_bison –ocalc.c –d  calc.y
% cc calc.c
```

수행 예

```
% calc
1+ 1
2
3+ 4*5
23
(3+ 4)*5
35
sqr sqr 2+ 3
19
(3))
syntax error
 Try again
25 mod 7
4
^C
 %
```

Flex Bison download

- Download위치
  - https://sourceforge.net/projects/winflexbison/

- 주요 스위치
  - win_flex
    --wincompat: 윈도우용 컴파일 호환 스위치
    -o : 출력파일 이름 지정
  - win_bison
    -d : *.tab.h 파일 생성 -> lex 소스와 호환

참고 문헌

- Stephen C. Johnson, Yet Another Compiler-Compiler, Bell laboratories, Murry Hill, N.J. 07974, July 31, 1978
- Alfred V. Aho, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman, “Compilers – Principles, Techniques, and Tools,” Bell Telephone Laboratories, Incorporated, 1986.
- 오세만, “컴파일러 입문”, 정익사, 2004.