



## 4.2 구문 - 문법

---



### 구문(Syntax)

---

- 프로그래밍 언어의 구문구조는 어떻게 표현할 수 있을까 ?

## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

### 간단한 영어 문장을 위한 문법

1. sentence  $\rightarrow$  noun-phrase verb-phrase
2. noun-phrase  $\rightarrow$  article noun
3. article  $\rightarrow$  a | the
4. noun  $\rightarrow$  girl | dog
5. verb-phrase  $\rightarrow$  verb noun-phrase
6. verb  $\rightarrow$  sees | pets

### 작성법(규약)에 따라 + 메타기호 표기

- sentence  $\rightarrow$  noun-phrase verb-phrase ‘.’
- sentence ::= noun-phrase verb-phrase ‘.’
- sentence = noun-phrase , verb-phrase ‘.’


## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

### 간단한 영어 문장을 위한 문법

1. sentence  $\rightarrow$  noun-phrase verb-phrase
2. noun-phrase  $\rightarrow$  article noun
3. article  $\rightarrow$  a | the
4. noun  $\rightarrow$  girl | dog
5. verb-phrase  $\rightarrow$  verb noun-phrase
6. verb  $\rightarrow$  sees | pets

### 유도(derivation)

- sentence
  - $\Rightarrow$  noun-phrase verb-phrase (규칙1)
  - $\Rightarrow$  article noun verb-phrase (규칙2)
  - $\Rightarrow$  the noun verb-phrase (규칙3)
  - $\Rightarrow$  the girl verb-phrase (규칙4)
  - $\Rightarrow$  the girl verb noun-phrase (규칙5)
  - $\Rightarrow$  the girl sees noun-phrase (규칙6)
  - $\Rightarrow$  the girl sees article noun (규칙2)
  - $\Rightarrow$  the girl sees a noun (규칙3)
  - $\Rightarrow$  the girl sees a dog (규칙4)



## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

### 유도(derivation)

- sentence
  - ⇒ noun-phrase verb-phrase (규칙1)
  - ⇒ article noun verb-phrase (규칙2)
  - ⇒ the noun verb-phrase (규칙3)
  - ⇒ the girl verb-phrase (규칙4)
  - ⇒ the girl verb noun-phrase (규칙5)
  - ⇒ the girl sees noun-phrase (규칙6)
  - ⇒ the girl sees article noun (규칙2)
  - ⇒ the girl sees a noun (규칙3)
  - ⇒ the girl sees a dog (규칙4)

비단말(nonterminal)

단말(terminal)



## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

문장의 시작을 나타내는 관사는 '대문자' 이어야 한다.

문맥 민감성(context sensitivity)

- sentence
  - ⇒ beginning-article noun-phrase verb-phrase (새규칙1)
  - ⇒ beginning-article noun verb-phrase (규칙2)
  - ⇒ The noun verb-phrase(새로운 문맥 민감 규칙)
  - ⇒ ..... ,.



## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

### 간단한 정수 산술식 문법

- $\text{expr} \rightarrow \text{expr} + \text{expr} \mid \text{expr} * \text{expr} \mid (\text{expr}) \mid \text{number}$
- $\text{number} \rightarrow \text{number digit} \mid \text{digit}$
- $\text{digit} \rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$

### number 규칙에서 수 2, 3, 4 유도

- number
  - ⇒ number digit
  - ⇒ number digit digit
  - ⇒ digit digit digit
  - ⇒ 2 digit digit
  - ⇒ 2 3 digit
  - ⇒ 2 3 4



## 문맥-자유 문법(Context-free Grammar)

- 프로그래밍 언어의 구문구조
  - 자기호출 구조를 갖는다.
- 문장 S는
  - if EXPR then S else S
  - while EXPR do S
  - ...
- 문맥-자유 문법
  - 이러한 자기호출 구조를 자연스럽게 표현할 수 있다.



## 예제

- if-then-else 문

$$\begin{aligned}
 S &\rightarrow \text{if } E \text{ then } S \text{ else } S \\
 &\quad | \text{ if } E \text{ then } S \\
 &\quad | \text{ others}
 \end{aligned}$$

- 단순 수식

$$\begin{aligned}
 E &\rightarrow E * E \\
 &\quad | E + E \\
 &\quad | (E) \\
 &\quad | N \\
 N &\rightarrow N D \mid D \\
 D &\rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9
 \end{aligned}$$


## CFG (Context-free Grammar)

- A CFG consists of:

- a set of terminals  $T$
- a set of non-terminals  $N$
- a start symbol  $S$  (one of the non-terminals)
- a set of productions  
 $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$  where  $X \in N$  and  $Y_i \in T \cup N \cup \{\epsilon\}$

- Notational convention

- non-terminals are written upper-case
- terminals are written lower-case

## CFG에 의해 정의되는 언어

- 생성 규칙  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$ 
  - $X$ 는  $Y_1 Y_2 \dots Y_n$ 으로 대체될 수 있다. 혹은
  - $X$ 는  $Y_1 Y_2 \dots Y_n$ 을 생성한다
- 터미널 심볼
  - 대체할 규칙이 없으므로 일단 생성되면 끝
  - 터미널 심볼은 그 언어의 토큰이다.
- 핵심 아이디어
  1. 시작 심볼  $S$ 부터 시작한다.
  2. 논터미널 심볼  $X$ 를 생성규칙을 적용하여  $Y_1 Y_2 \dots Y_n$ 으로 대체한다.
  3. 이 과정을 논터미널 심볼이 없을 때까지 반복한다.

## 유도 예제

- CFG
 
$$\begin{aligned}
 E &\rightarrow E * E \\
 &\quad | E + E \\
 &\quad | (E) \\
 &\quad | N \\
 N &\rightarrow N D \mid D \\
 D &\rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9
 \end{aligned}$$
- 생성할 스트링:  $3 + 15$
- 유도
 
$$E \Rightarrow E + E \Rightarrow N + E \Rightarrow D + E \Rightarrow 3 + E \Rightarrow \dots$$