



نظریه‌ی زبان‌ها و ماشین‌ها

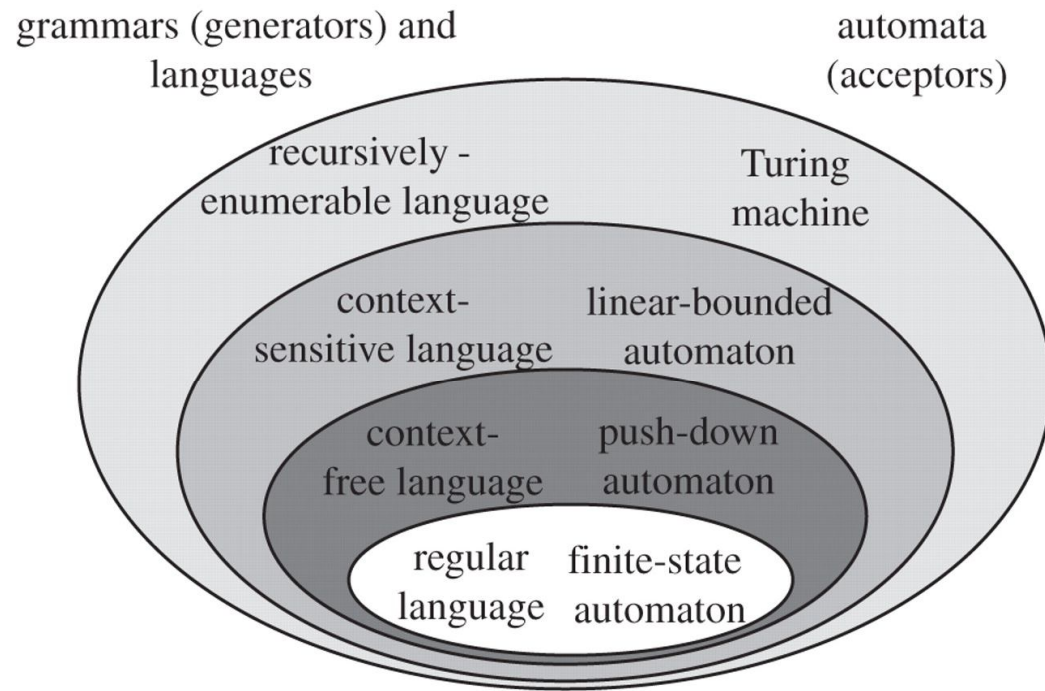
علی شکیبا

دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

ali.shakiba@vru.ac.ir

فصل ۵: زبان‌های مستقل از متن

سلسله مراتب زبان‌های چامسکی



the traditional Chomsky hierarchy

زبان‌های مستقل از متن

• گرامر $G = (V, T, S, P)$ را **مستقل از متن** گویند هرگاه تمام قوانین آن به صورت
 $A \rightarrow x$

باشند که $A \in V$ و $x \in (V \cup T)^*$.

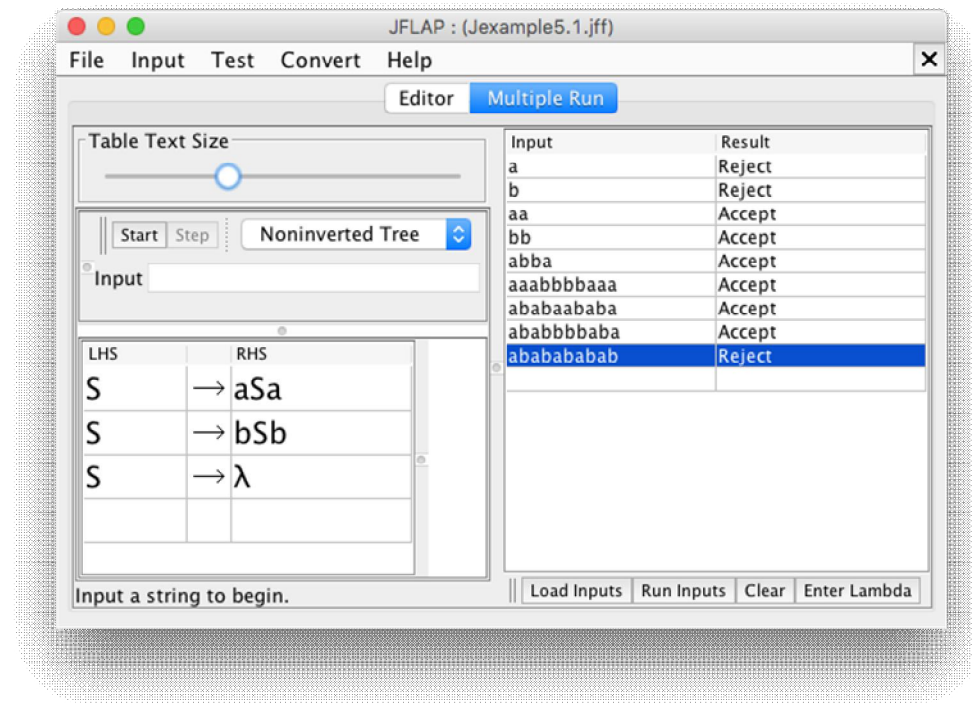
• زبان L مستقل از متن است هرگاه گرامر مستقل از متنی مانند G وجود داشته باشد که

$$L = L(G)$$

باشد.

مثال ٥-١

$$L(G) = \{ww^R : w \in \{a,b\}^*\}$$



مثال ۵-۳

$$L(G) = \{a^n b^m : n \neq m\}$$

The screenshot shows the JFLAP software interface for a grammar. The window title is "JFLAP : (Jexample5.3rm.jff)". The menu bar includes "File", "Input", "Test", "Convert", and "Help". The "Editor" tab is active, showing a "Table Text Size" slider and a "Start Step" dropdown set to "Noninverted Tree". The "Input a" field is empty. The grammar rules are listed in a table:

| LHS | RHS |
|-----|-------|
| S | → AT |
| S | → TB |
| T | → aTb |
| T | → λ |
| A | → aA |
| A | → a |
| B | → bB |
| B | → b |

On the right, the "Multiple Run" tab is active, showing a table of input strings and their results:

| Input | Result |
|----------|--------|
| a | Accept |
| b | Accept |
| ab | Reject |
| ba | Reject |
| aab | Accept |
| baa | Reject |
| aaaabbb | Accept |
| aabbbbbb | Accept |
| aaabbbba | Reject |

At the bottom, there are buttons for "Load Inputs", "Run Inputs", "Clear", and "Enter Lambda". The status bar says "Input a string to begin."

اشتقاق سمت راست (چپ) ترین

• گرامر . با قواعد زیر مفروض است:

$$S \rightarrow aAB$$

$$A \rightarrow bBb$$

$$B \rightarrow A \mid \lambda$$

• دو اشتقاق مختلف برای رشته abb :
• راست ترین اشتقاق

$$S \Rightarrow aAB \Rightarrow aA \Rightarrow abBb \Rightarrow abb \quad \bullet$$

• چپ ترین اشتقاق

$$S \Rightarrow aAB \Rightarrow abBbB \Rightarrow abbB \Rightarrow abb \quad \bullet$$

• ترتیب اعمال قوانین

گرامری برای عبارات محاسباتی

- فرض کنید G گرامری مستقل از متن برای عبارات ساده‌ی محاسباتی است.
- رشته‌ی w داده شده است؛ آیا $w \in L(G)$ یا خیر؟
 - به عبارت دیگر؛ آیا این عبارت محاسباتی از نظر نحوی صحیح است؟
- به منظور یافتن دنباله‌ای از اشتقاق‌ها که از S به w ختم شود؛ رشته‌ی w را **تجزیه** می‌کنیم.
- در صورتی که این تجزیه وجود نداشته باشد؛ آنگاه $w \notin L(G)$.

گرامر G

- این گرامر به فرم Backus-Naur نوشته شده است.
- متغیرها در بین $\langle \text{و} \rangle$ محصور شده‌اند.
- منظور از نماد $::=$ همان نماد \rightarrow است.

```
<expr> ::= <digit>
          | <expr> <op> <expr>
          | ( <expr> )
<digit> ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9
<op> ::= + | *
```

تجزیه برای $(1+2)^*3$

| DERIVATION | PRODUCTION |
|---|---|
| $\langle \text{expr} \rangle \Rightarrow \langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{expr} \rangle$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= \langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{expr} \rangle$ |
| $\Rightarrow \langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{digit} \rangle$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= \langle \text{digit} \rangle$ |
| $\Rightarrow \langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle 3$ | $\langle \text{digit} \rangle ::= 3$ |
| $\Rightarrow \langle \text{expr} \rangle * 3$ | $\langle \text{op} \rangle ::= *$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{expr} \rangle) * 3$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= (\langle \text{expr} \rangle)$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{expr} \rangle) * 3$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= \langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{expr} \rangle$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{expr} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{digit} \rangle) * 3$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= \langle \text{digit} \rangle$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{exp} \rangle \langle \text{op} \rangle 2) * 3$ | $\langle \text{digit} \rangle ::= 2$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{expr} \rangle + 2) * 3$ | $\langle \text{op} \rangle ::= +$ |
| $\Rightarrow (\langle \text{digit} \rangle + 2) * 3$ | $\langle \text{expr} \rangle ::= \langle \text{digit} \rangle$ |
| $\Rightarrow (1 + 2) * 3$ | $\langle \text{digit} \rangle ::= 1$ |

```

<expr> ::= <digit>
         | <expr> <op> <expr>
         | ( <expr> )
<digit> ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9
<op> ::= + | *
    
```

درخت اشتقاق (یا تجزیه)

- ریشه‌ی درخت تجزیه متغیر S بوده و نام هر یک از گره‌های داخلی برگ: $T \cup \{\lambda\}$
- میانی: V
- فرزندان گره A اگر از قاعده‌ی $A \rightarrow a_1 \dots a_n$ استفاده کنیم:
 - از چپ به راست دارای نام a_1 تا a_n هستند.
- گره‌های با برچسب λ فاقد خواهر/برادر هستند.
- **تولید** این درخت؛ الحاق برچسب‌های برگ‌ها از چپ به راست به یکدیگر بدون λ است.

JFLAP : (Jexample5.6.jff)

File Input Test Convert Help

Editor CYK Parse

Table Text Size

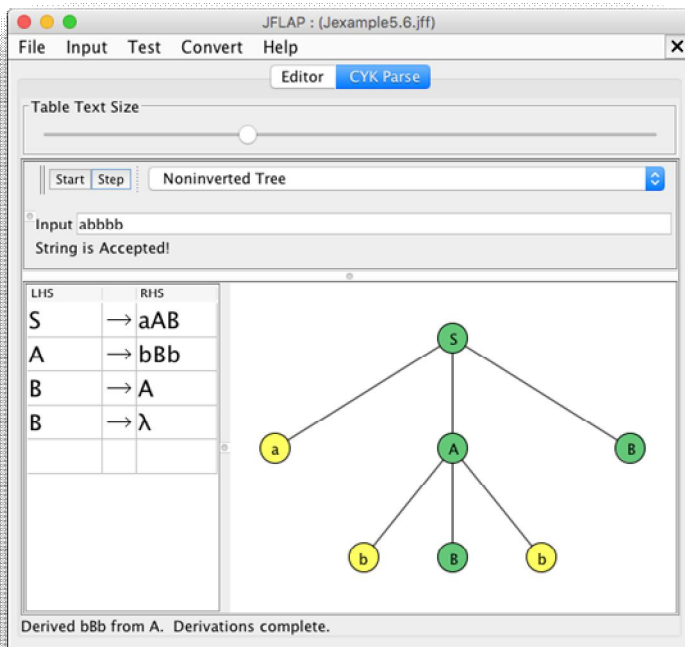
Start Step Noninverted Tree

Input abbbb
String is Accepted!

| LHS | RHS |
|-----|-------|
| S | → aAB |
| A | → bBb |
| B | → A |
| B | → λ |

Derived λ from B. Derivations complete.

درخت اشتقاق جزئی



- ریشه‌ی درخت تجزیه متغیر S بوده و نام هر یک از گره‌های داخلی
- برگ: $VUTU\{\lambda\}$
- میانی: V
- فرزندان گره A اگر از قاعده‌ی $A \rightarrow a_1 \dots a_n$ استفاده کنیم:
- از چپ به راست دارای نام a_1 تا a_n هستند.
- گره‌های با برچسب λ فاقد خواهر/برادر هستند.

قضیه ۵-۱: فرض کنید $G = (V, T, S, P)$ گرامری مستقل از متن باشد. آنگاه به ازای هر $w \in L(G)$ ، یک درخت اشتقاق با تولید w وجود دارد.

همچنین؛ برای هر درخت اشتقاق مبتنی بر قواعد G ؛ تولید آن در $L(G)$ است.

علاوه بر آن؛ تولید یک درخت اشتقاق جزئی؛ فرم جمله‌ای از G است.

درخت‌های اشتقاق هیچ چیزی در مورد ترتیب اشتقاق بیان نمی‌کنند.

درخت‌های اشتقاق صرفاً بیانگر قوانین مورد استفاده در اشتقاق هستند.