



به نام خدا

نظریه زبان‌ها و ماشین‌ها- بهار ۱۴۰۱

پاسخ تمرین شماره 5
دستیار آموزشی این مجموعه: اولدوز نیساری
neysariouldouz@gmail.com
تاریخ تحویل: 9 اردیبهشت (صفحه درس)

1. الف) با کمی دقت متوجه می‌شویم که نان‌ترمینال D هیچ گاه به یک ترمینال ختم نمی‌شود و همواره خودش را تولید می‌کند. بنابراین تمامی قواعدی که در آنها D وجود دارد حذف می‌شود.

$$S \rightarrow SCS \mid AB$$

$$A \rightarrow aS \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow Cb \mid ba \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow AC \mid aC$$

ب) حذف اپسیلون از A و B

$$S \rightarrow SCS \mid AB \mid A \mid B \mid \varepsilon$$

$$A \rightarrow aS$$

$$B \rightarrow Cb \mid ba$$

$$C \rightarrow AC \mid C \mid aC$$

حذف اپسیلون از S

$$S' \rightarrow S \mid \varepsilon$$

$$S \rightarrow SCS \mid SC \mid CS \mid C \mid AB \mid A \mid B$$

$$A \rightarrow aS \mid a$$

$$B \rightarrow Cb \mid ba$$

$$C \rightarrow AC \mid C \mid aC$$

(ج)

$$S' \rightarrow SCS \mid SC \mid CS \mid AB \mid AC \mid aC \mid aS \mid a \mid Cb \mid ba \mid \varepsilon$$

$$S \rightarrow SCS \mid SC \mid CS \mid AB$$

$$A \rightarrow aS \mid a$$

$$B \rightarrow Cb \mid ba$$

$$C \rightarrow AC \mid aC$$

2. در مرحله اول دو نان ترمینال بی کاربرد E و D را حذف می‌کنیم.

$$S \rightarrow aA \mid bC \mid b \mid BBc$$

$$A \rightarrow Caa \mid abB \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow a \mid b \mid AC \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow bAAb \mid ab \mid cB$$

سپس قواعد اِپسیلون را حذف می‌کنیم.

$$S \rightarrow aA \mid a \mid bC \mid b \mid BBc \mid Bc \mid c$$

$$A \rightarrow Caa \mid abB \mid ab$$

$$B \rightarrow a \mid b \mid AC \mid C$$

$$C \rightarrow bAAb \mid bAb \mid bb \mid ab \mid cB \mid c$$

حال قواعد یکه را حذف می‌کنیم.

$$S \rightarrow aA \mid a \mid bC \mid b \mid BBc \mid CBc \mid BCc \mid CCc \mid Bc \mid Cc \mid c$$

$$A \rightarrow Caa \mid abB \mid abC \mid ab$$

$$B \rightarrow a \mid b \mid AC$$

$$C \rightarrow bAAb \mid bAb \mid bb \mid ab \mid cB \mid cC \mid c$$

در آخر گرامر را به فرم نرمال چامسکی تبدیل می‌کنیم.

$$S \rightarrow A'A \mid a \mid B'C \mid b \mid XC' \mid YC' \mid ZC' \mid GC' \mid BC' \mid CC' \mid c$$

$$A \rightarrow CA'' \mid HB \mid HC \mid A'B'$$

$$B \rightarrow a \mid b \mid AC$$

$$C \rightarrow NM \mid NB' \mid B'B' \mid A'B' \mid C'B \mid C'C \mid c$$

$$A' \rightarrow a$$

$$B' \rightarrow b$$

$$C' \rightarrow c$$

$$X \rightarrow BB$$

$$Y \rightarrow CB$$

$$Z \rightarrow BC$$

$$G \rightarrow CC$$

$$H \rightarrow A'B'$$

$$N \rightarrow B'A$$

$$M \rightarrow AB'$$

3. ابتدا گرامر را به فرم نرمال چامسکی تبدیل می‌کنیم.

حذف قواعد افسیلون

$$S \rightarrow XYX \mid YX \mid XY \mid Y$$

$$X \rightarrow aX \mid a \mid bX \mid b$$

$$Y \rightarrow cXc \mid cc$$

حذف قواعد یکه

$$S \rightarrow XYX \mid YX \mid XY \mid cXc \mid cc$$

$$X \rightarrow aX \mid a \mid bX \mid b$$

$$Y \rightarrow cXc \mid cc$$

فرم نرمال چامسکی

$$S \rightarrow ZX \mid YX \mid XY \mid GC' \mid C'C'$$

$$X \rightarrow A'X \mid a \mid B'X \mid b$$

$$Y \rightarrow GC' \mid C'C'$$

$$A' \rightarrow a$$

$$B' \rightarrow b$$

$$C' \rightarrow c$$

$$Z \rightarrow XY$$

$$G \rightarrow C'X$$

-				
S	-			
-	S	-		
X	-	Y	Y	
B', X	A', X	C'	C'	C'
b	a	c	c	c

S				
S, Y	-			
G	-	-		
G	X	-	G	
C'	B', X	A', X	C'	B', X
c	b	a	c	b

4. رفع چپگردی مستقیم S

$$S \rightarrow BSS'$$

$$S' \rightarrow AS' \mid \varepsilon$$

رفع چپگردی مستقیم A

$$A \rightarrow BdA' \mid egA' \mid fA'$$

$$A' \rightarrow aA' \mid \varepsilon$$

تبدیل چپگردی غیرمستقیم به مستقیم برای B

$$B \rightarrow BdA' \mid egA' \mid fA' \mid BSS' \mid Cb \mid abB$$

رفع چپگردی مستقیم B

$$B \rightarrow egA'B' \mid fA'B' \mid CbB' \mid abBB'$$

$$B' \rightarrow dA'B' \mid SS'B' \mid \varepsilon$$

تبدیل چپگردی غیرمستقیم به مستقیم برای C

$$C \rightarrow cB \mid egA'B' \mid fA'B' \mid CbB' \mid abBB'$$

رفع چپ‌گردی مستقیم C

$$C \rightarrow cBC' \mid egA'B'C' \mid fA'B'C' \mid abBB'C'$$

$$C' \rightarrow bB'C' \mid \varepsilon$$

حالت نهایی (در این سوال اجباری به از بین بردن قواعد اپسیلون به وجود آمده از رفع چپ‌گردی نیست، ولی برای فرم نرمال گریباخ این کار اجباریست)

$$S \rightarrow BSS'$$

$$S' \rightarrow AS' \mid \varepsilon$$

$$A \rightarrow BdA' \mid egA' \mid fA'$$

$$A' \rightarrow aA' \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow egA'B' \mid fA'B' \mid CbB' \mid abBB'$$

$$B' \rightarrow dA'B' \mid SS'B' \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow cBC' \mid egA'B'C' \mid fA'B'C' \mid abBB'C'$$

$$C' \rightarrow bB'C' \mid \varepsilon$$

5. ابتدا قواعد بی‌کاربرد D و C را که هیچ گاه به رشته ختم نمی‌شوند را حذف می‌کنیم.

$$S \rightarrow AaB \mid Eb$$

$$A \rightarrow aAb \mid bAa \mid a$$

$$B \rightarrow bbA \mid aaB \mid AB$$

$$E \rightarrow Ea \mid c \mid \varepsilon$$

حذف قواعد اپسیلون

$$S \rightarrow AaB \mid Eb \mid b$$

$$A \rightarrow aAb \mid bAa \mid a$$

$$B \rightarrow bbA \mid aaB \mid AB$$

$$E \rightarrow Ea \mid a \mid c$$

رفع چپگردی

$$S \rightarrow AaB \mid Eb \mid b$$

$$A \rightarrow aAb \mid bAa \mid a$$

$$B \rightarrow bbA \mid aaB \mid AB$$

$$E \rightarrow a \mid c \mid aE' \mid cE'$$

$$E' \rightarrow aE' \mid a$$

تبدیل به فرم نرمال گریباخ

$$S \rightarrow aAB'A'B \mid bAA'A'B \mid aA'B \mid aB' \mid cB' \mid aE'B' \mid cE'B' \mid b$$

$$A \rightarrow aAB' \mid bAA' \mid a$$

$$B \rightarrow bB'A \mid aA'B \mid aAB'B \mid bAA'B \mid aB$$

$$E \rightarrow a \mid c \mid aE' \mid cE'$$

$$E' \rightarrow aE' \mid a$$

$$A' \rightarrow a$$

$$B' \rightarrow b$$

.6

(الف)

Initial grammer

Class -- > reactiveclass ClassName { KnownRebecs } | Class Class

ClassName -- > Name

VarName --> Name

Name --> Letter Name | Letter

Letter --> a | b | ... | x | y | z

KnownRebecs --> knownrebecs { RebecDecl }

RebecDecl --> ClassName VarName ; | RebecDecl RebecDecl

Convert to Chomsky Normal Form

Step 1: Start symbol

50 --> Class

Class --> reactiveclass ClassName { KnownRebecs } | Class Class

ClassName --> Name

VarName --> Name

Name --> Letter Name | Letter

Letter --> a | b | ... | x | y | z

KnownRebecs --> knownrebecs { RebecDecl }

RebecDecl --> ClassName VarName ; | RebecDecl RebecDecl

Step 2: Remove mixed terminal and variables

$s_0 \rightarrow \text{Class}$

$\text{Class} \rightarrow \text{RC } \text{ClassName } \text{OB } \text{KnownRebecs } \text{CB} \mid \text{Class } \text{Class}$

$\text{ClassName} \rightarrow \text{Name}$

$\text{VarName} \rightarrow \text{Name}$

$\text{Name} \rightarrow \text{Letter } \text{Name} \mid \text{Letter}$

$\text{KnownRebecs} \rightarrow \text{KR } \text{OB } \text{RebecDecl } \text{CB}$

$\text{RebecDecl} \rightarrow \text{ClassName } \text{VarName } \text{SEMI} \mid \text{RebecDecl } \text{RebecDecl}$

$\text{RC} \rightarrow \text{reactiveclass}$

$\text{KR} \rightarrow \text{knownrebecs}$

$\text{Letter} \rightarrow \text{a} \mid \text{b} \mid \dots \mid \text{x} \mid \text{y} \mid \text{z}$

$\text{OB} \rightarrow \{$

$\text{CB} \rightarrow \}$

$\text{SEMI} \rightarrow ;$

Step 3: Remove right hand side with more than 2 variables

S0 --> Class

Class --> X1 X2 | Class Class

X1 --> RC ClassName

X2 --> X3 CB

X3 --> OB KnownRebecs

ClassName --> Name

VarName --> Name

Name --> Letter Name | Letter

KnownRebecs --> X4 X5

X4 --> KR OB

X5 --> RebecDecl CB

RebecDecl --> X6 SEMI | RebecDecl RebecDecl

X6 --> ClassName VarName

RC --> reactiveclass

KR --> knownrebecs

Letter --> a | b | ... | x | y | z

OB --> {

CB --> }

SEMI --> ;

Step 4: Remove nullable rules

No nullable rules exist in this grammar

Step 5: Remove unit rules

Note 1: Changing the name rule will update ClassName and VarName

$[Name \rightarrow Letter\ Name \mid Letter] \Rightarrow [Name \rightarrow Letter\ Letter \mid Letter\ Name]$

$[ClassName \rightarrow Name]$

$[VarName \rightarrow Name]$

Note 2: VarName and ClassName are unit rules (even after the transformation in note 1). After substituting these two rules into X1 and X6 the VarName and ClassName becomes

useless. As a result after substituting VarName and ClassName values we should remove them from grammar.

Note 3: The new start symbol (S0) is also a unit rule.

$[S0 \rightarrow \text{Class}] \Rightarrow [S0 \rightarrow X1 X2 \mid \text{Class Class}]$

$S0 \rightarrow X1 X2 \mid \text{Class Class}$

$\text{Class} \rightarrow X1 X2 \mid \text{Class Class}$

$X1 \rightarrow \text{RC Letter} \mid \text{RC Name}$

$X2 \rightarrow X3 \text{ CB}$

$X3 \rightarrow \text{OB KnownRebecs}$

$\text{Name} \rightarrow \text{Letter Letter} \mid \text{Letter Name}$

$\text{KnownRebecs} \rightarrow X4 X5$

$X4 \rightarrow \text{KR OB}$

$X5 \rightarrow \text{RebecDecl CB}$

$\text{RebecDecl} \rightarrow X6 \text{ SEMI} \mid \text{RebecDecl RebecDecl}$

$X6 \rightarrow \text{Name Letter} \mid \text{Letter Letter} \mid \text{Name Name} \mid \text{Letter Name}$

$\text{RC} \rightarrow \text{reactiveclass}$

$\text{KR} \rightarrow \text{knownrebecs}$

$\text{Letter} \rightarrow a \mid b \mid \dots \mid x \mid y \mid z$

$\text{OB} \rightarrow \{$

$\text{CB} \rightarrow \}$

$\text{SEMI} \rightarrow 3$

The grammar is now in Chomsky normal form!

$\Rightarrow [\text{ClassName} \rightarrow \text{Letter} \mid \text{Name}]$

(ب)

```
reactiveclass my { knownrebecs { c v; d b; } }
-----
      1      2 4      5      6 7 8      10      13 14
```

String length is = 14

Note 1: reactiveclass and knownrebecs are one terminal (keyword)

[illegible]