

作业1

第一章

第1题

1. 画出编译器的总体结构，简要说明每个模块的功能。

(见下页)

- 词法分析：从左向右逐行扫描源程序的字符，识别出各个单词，确定单词的类型。将识别出的单词转换成统一的词法单元形式（token）
- 语法分析：从token序列中识别出各类短语，并构造语法分析树
- 语义分析：分析由语法分析器识别出来的语法成分的语义，获取标识符的属性，进行语义检查，进行子程序和变量的静态绑定
- 中间代码生成：生成简单规范、与机器无关、易于优化与转换的中间代码
- 代码优化：为改进代码进行等价程序变换，使其运行得更快一些、占用空间更少一些
- 目标代码生成：将中间表示形式映射成目标机上的机器指令代码或汇编代码
- 表格管理：管理各种符号表，辅助语法检查、语义检查，完成静态绑定，为编译的各个阶段提供信息
- 错误管理：进行各种错误的检查、报告、纠正，以及相应的续编译处理

第2题

2. A机器上有一个C语言编译器，现要在B机器上实现一个新语言NEW的编译器，如何实现？（用T形图表达）

1. 首先得到工具：用A机器语言实现的编译程序将C语言编译成B机器语言



2. 然后利用工具完成任务：

- 1. 用C语言实现的编译程序将NEW语言编译成B机器语言
- 2. 用步骤1得到的工具将C语言实现的编译程序编译成B机器语言



第二章

17. 设文法 G 有如下产生式:

$G: E \rightarrow E + T \mid E - T \mid T$

$T \rightarrow T * F \mid T / F \mid F$

$F \rightarrow F \uparrow P \mid P$

$P \rightarrow c \mid id \mid (E)$

现有句子 $id + id * (id - id), (c + id) * (id + c)$, 试完成下列题目。

- (1) 分别给出每个句子的 3 个不同推导, 要求有最左推导和最右推导。
- (2) 给出上面 6 个不同推导各自对应的归约。
- (3) 试画出相应的语法树。
- (4) 指出每个句子中的短语、简单短语和句柄。

本题来自课本第二章课后第17题, 语法树只需要画最左推导的语法树

(1)

- $id + id * (id - id)$

◦ 最左推导

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow E + T \\ &\Rightarrow T + T \\ &\Rightarrow F + T \\ &\Rightarrow P + T \\ &\Rightarrow id + T \\ &\Rightarrow id + T * F \\ &\Rightarrow id + F * F \\ &\Rightarrow id + P * F \\ &\Rightarrow id + id * F \\ &\Rightarrow id + id * P \\ &\Rightarrow id + id * (E) \\ &\Rightarrow id + id * (E - T) \\ &\Rightarrow id + id * (T - T) \\ &\Rightarrow id + id * (F - T) \\ &\Rightarrow id + id * (P - T) \\ &\Rightarrow id + id * (id - T) \\ &\Rightarrow id + id * (id - F) \\ &\Rightarrow id + id * (id - P) \\ &\Rightarrow id + id * (id - id) \end{aligned}$$

◦ 最右推导

$$\begin{aligned}
E &\Rightarrow E + T \\
&\Rightarrow E + T * F \\
&\Rightarrow E + T * P \\
&\Rightarrow E + T * (E) \\
&\Rightarrow E + T * (E - T) \\
&\Rightarrow E + T * (E - F) \\
&\Rightarrow E + T * (E - P) \\
&\Rightarrow E + T * (E - id) \\
&\Rightarrow E + T * (T - id) \\
&\Rightarrow E + T * (F - id) \\
&\Rightarrow E + T * (P - id) \\
&\Rightarrow E + T * (id - id) \\
&\Rightarrow E + F * (id - id) \\
&\Rightarrow E + P * (id - id) \\
&\Rightarrow E + id * (id - id) \\
&\Rightarrow T + id * (id - id) \\
&\Rightarrow F + id * (id - id) \\
&\Rightarrow P + id * (id - id) \\
&\Rightarrow id + id * (id - id)
\end{aligned}$$

◦ 其他推导方式

$$\begin{aligned}
E &\Rightarrow E + T \\
&\Rightarrow E + T * F \\
&\Rightarrow E + T * P \\
&\Rightarrow E + T * (E) \\
&\Rightarrow E + T * (E - T) \\
&\Rightarrow T + T * (E - T) \\
&\Rightarrow F + T * (E - T) \\
&\Rightarrow P + T * (E - T) \\
&\Rightarrow id + T * (E - T) \\
&\Rightarrow id + F * (E - T) \\
&\Rightarrow id + P * (E - T) \\
&\Rightarrow id + id * (E - T) \\
&\Rightarrow id + id * (T - T) \\
&\Rightarrow id + id * (F - T) \\
&\Rightarrow id + id * (P - T) \\
&\Rightarrow id + id * (id - T) \\
&\Rightarrow id + id * (id - F) \\
&\Rightarrow id + id * (id - P) \\
&\Rightarrow id + id * (id - id)
\end{aligned}$$

• $(c + id) * (id + c)$

◦ 最左推导

$$\begin{aligned}
E &\Rightarrow T \\
&\Rightarrow T * F \\
&\Rightarrow F * F \\
&\Rightarrow P * F \\
&\Rightarrow (E) * F \\
&\Rightarrow (E + T) * F \\
&\Rightarrow (T + T) * F \\
&\Rightarrow (F + T) * F \\
&\Rightarrow (P + T) * F \\
&\Rightarrow (c + T) * F \\
&\Rightarrow (c + F) * F \\
&\Rightarrow (c + P) * F \\
&\Rightarrow (c + id) * F \\
&\Rightarrow (c + id) * P \\
&\Rightarrow (c + id) * (E) \\
&\Rightarrow (c + id) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (T + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (F + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (P + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + F) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + P) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + c)
\end{aligned}$$

◦ 最右推导

$$\begin{aligned}
E &\Rightarrow T \\
&\Rightarrow T * F \\
&\Rightarrow T * P \\
&\Rightarrow T * (E) \\
&\Rightarrow T * (E + T) \\
&\Rightarrow T * (E + F) \\
&\Rightarrow T * (E + P) \\
&\Rightarrow T * (E + c) \\
&\Rightarrow T * (T + c) \\
&\Rightarrow T * (F + c) \\
&\Rightarrow T * (P + c) \\
&\Rightarrow T * (id + c) \\
&\Rightarrow F * (id + c) \\
&\Rightarrow P * (id + c) \\
&\Rightarrow (E) * (id + c) \\
&\Rightarrow (E + T) * (id + c) \\
&\Rightarrow (E + F) * (id + c) \\
&\Rightarrow (E + P) * (id + c) \\
&\Rightarrow (E + id) * (id + c) \\
&\Rightarrow (T + id) * (id + c) \\
&\Rightarrow (F + id) * (id + c) \\
&\Rightarrow (P + id) * (id + c) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + c)
\end{aligned}$$

◦ 其他推导方式

$$\begin{aligned}
E &\Rightarrow T \\
&\Rightarrow T * F \\
&\Rightarrow T * P \\
&\Rightarrow T * (E) \\
&\Rightarrow T * (E + T) \\
&\Rightarrow F * (E + T) \\
&\Rightarrow P * (E + T) \\
&\Rightarrow (E) * (E + T) \\
&\Rightarrow (E + T) * (E + T) \\
&\Rightarrow (T + T) * (E + T) \\
&\Rightarrow (F + T) * (E + T) \\
&\Rightarrow (P + T) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + T) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + F) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + P) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (E + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (T + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (F + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (P + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + T) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + F) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + P) \\
&\Rightarrow (c + id) * (id + c)
\end{aligned}$$

(2)

- $id + id * (id - id)$
 - 最左推导对应的最右规约

$$\begin{aligned}
&id + id * (id - id) \\
&id + id * (id - P) \Rightarrow \\
&id + id * (id - F) \Rightarrow \\
&id + id * (id - T) \Rightarrow \\
&id + id * (P - T) \Rightarrow \\
&id + id * (F - T) \Rightarrow \\
&id + id * (T - T) \Rightarrow \\
&id + id * (E - T) \Rightarrow \\
&id + id * (E) \Rightarrow \\
&id + id * P \Rightarrow \\
&id + id * F \Rightarrow \\
&id + P * F \Rightarrow \\
&id + F * F \Rightarrow \\
&id + T * F \Rightarrow \\
&id + T \Rightarrow \\
&P + T \Rightarrow \\
&F + T \Rightarrow \\
&T + T \Rightarrow \\
&E + T \Rightarrow \\
&E \Rightarrow
\end{aligned}$$

- 最右推导对应的最左归约

$$\begin{aligned}
& id + id * (id - id) \\
& P + id * (id - id) \Rightarrow \\
& F + id * (id - id) \Rightarrow \\
& T + id * (id - id) \Rightarrow \\
& E + id * (id - id) \Rightarrow \\
& E + P * (id - id) \Rightarrow \\
& E + F * (id - id) \Rightarrow \\
& E + T * (id - id) \Rightarrow \\
& E + T * (P - id) \Rightarrow \\
& E + T * (F - id) \Rightarrow \\
& E + T * (T - id) \Rightarrow \\
& E + T * (E - id) \Rightarrow \\
& E + T * (E - P) \Rightarrow \\
& E + T * (E - F) \Rightarrow \\
& E + T * (E - T) \Rightarrow \\
& E + T * (E) \Rightarrow \\
& E + T * P \Rightarrow \\
& E + T * F \Rightarrow \\
& E + T \Rightarrow \\
& E \Rightarrow
\end{aligned}$$

- 其他推导方式对应的规约

$$\begin{aligned}
& id + id * (id - id) \\
& id + id * (id - P) \Rightarrow \\
& id + id * (id - F) \Rightarrow \\
& id + id * (id - T) \Rightarrow \\
& id + id * (P - T) \Rightarrow \\
& id + id * (F - T) \Rightarrow \\
& id + id * (T - T) \Rightarrow \\
& id + id * (E - T) \Rightarrow \\
& id + P * (E - T) \Rightarrow \\
& id + F * (E - T) \Rightarrow \\
& id + T * (E - T) \Rightarrow \\
& P + T * (E - T) \Rightarrow \\
& F + T * (E - T) \Rightarrow \\
& T + T * (E - T) \Rightarrow \\
& E + T * (E - T) \Rightarrow \\
& E + T * (E) \Rightarrow \\
& E + T * P \Rightarrow \\
& E + T * F \Rightarrow \\
& E + T \Rightarrow \\
& E \Rightarrow
\end{aligned}$$

- $(c + id) * (id + c)$
 - 最左推导对应的最右规约

$$\begin{aligned}
& (c + id) * (id + c) \\
& (c + id) * (id + P) \Rightarrow \\
& (c + id) * (id + F) \Rightarrow \\
& (c + id) * (id + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (P + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (F + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (T + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (E + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (E) \Rightarrow \\
& (c + id) * P \Rightarrow \\
& (c + id) * F \Rightarrow \\
& (c + P) * F \Rightarrow \\
& (c + F) * F \Rightarrow \\
& (c + T) * F \Rightarrow \\
& (P + T) * F \Rightarrow \\
& (F + T) * F \Rightarrow \\
& (T + T) * F \Rightarrow \\
& (E + T) * F \Rightarrow \\
& (E) * F \Rightarrow \\
& P * F \Rightarrow \\
& F * F \Rightarrow \\
& T * F \Rightarrow \\
& T \Rightarrow \\
& E \Rightarrow
\end{aligned}$$

- 最右推导对应的最左规约

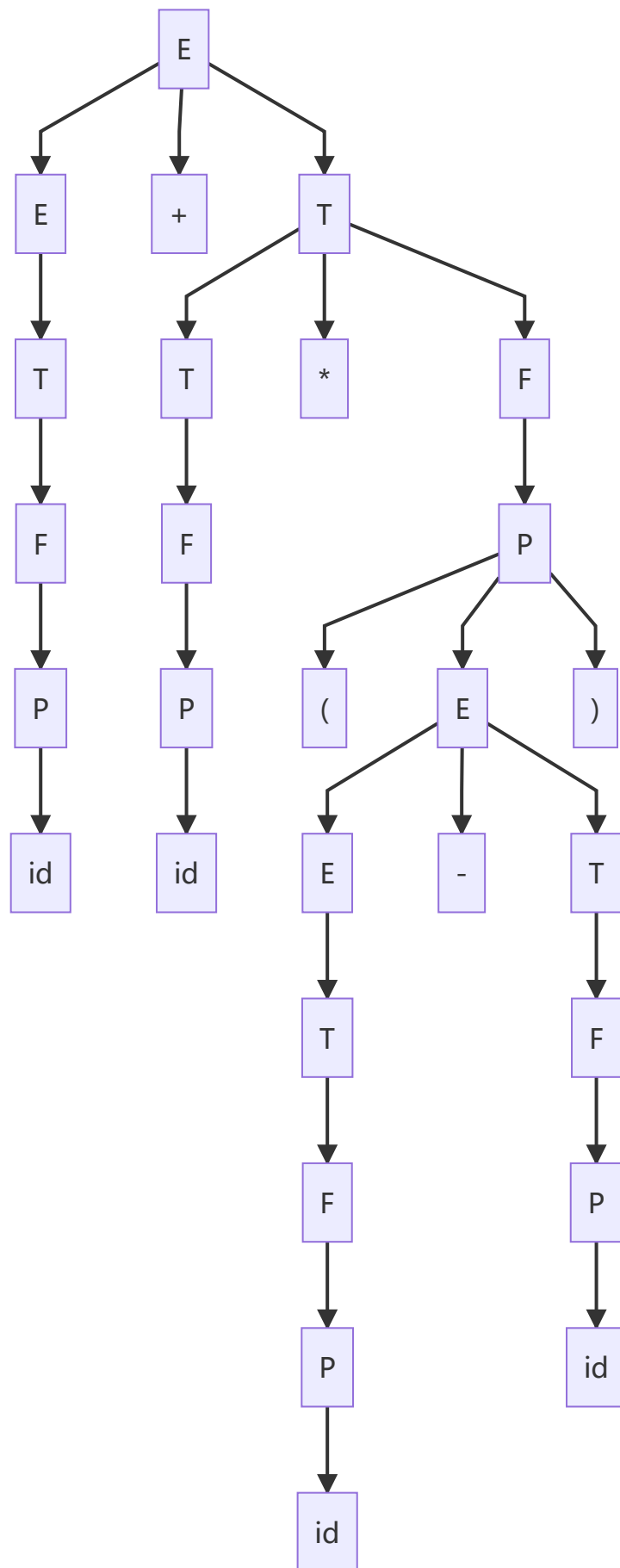
$$\begin{aligned}
& (c + id) * (id + c) \\
& (P + id) * (id + c) \Rightarrow \\
& (F + id) * (id + c) \Rightarrow \\
& (T + id) * (id + c) \Rightarrow \\
& (E + id) * (id + c) \Rightarrow \\
& (E + P) * (id + c) \Rightarrow \\
& (E + F) * (id + c) \Rightarrow \\
& (E + T) * (id + c) \Rightarrow \\
& (E) * (id + c) \Rightarrow \\
& P * (id + c) \Rightarrow \\
& F * (id + c) \Rightarrow \\
& T * (id + c) \Rightarrow \\
& T * (P + c) \Rightarrow \\
& T * (F + c) \Rightarrow \\
& T * (T + c) \Rightarrow \\
& T * (E + c) \Rightarrow \\
& T * (E + P) \Rightarrow \\
& T * (E + F) \Rightarrow \\
& T * (E + T) \Rightarrow \\
& T * (E) \Rightarrow \\
& T * P \Rightarrow \\
& T * F \Rightarrow \\
& T \Rightarrow \\
& E \Rightarrow
\end{aligned}$$

- 其他推导方式对应的规约

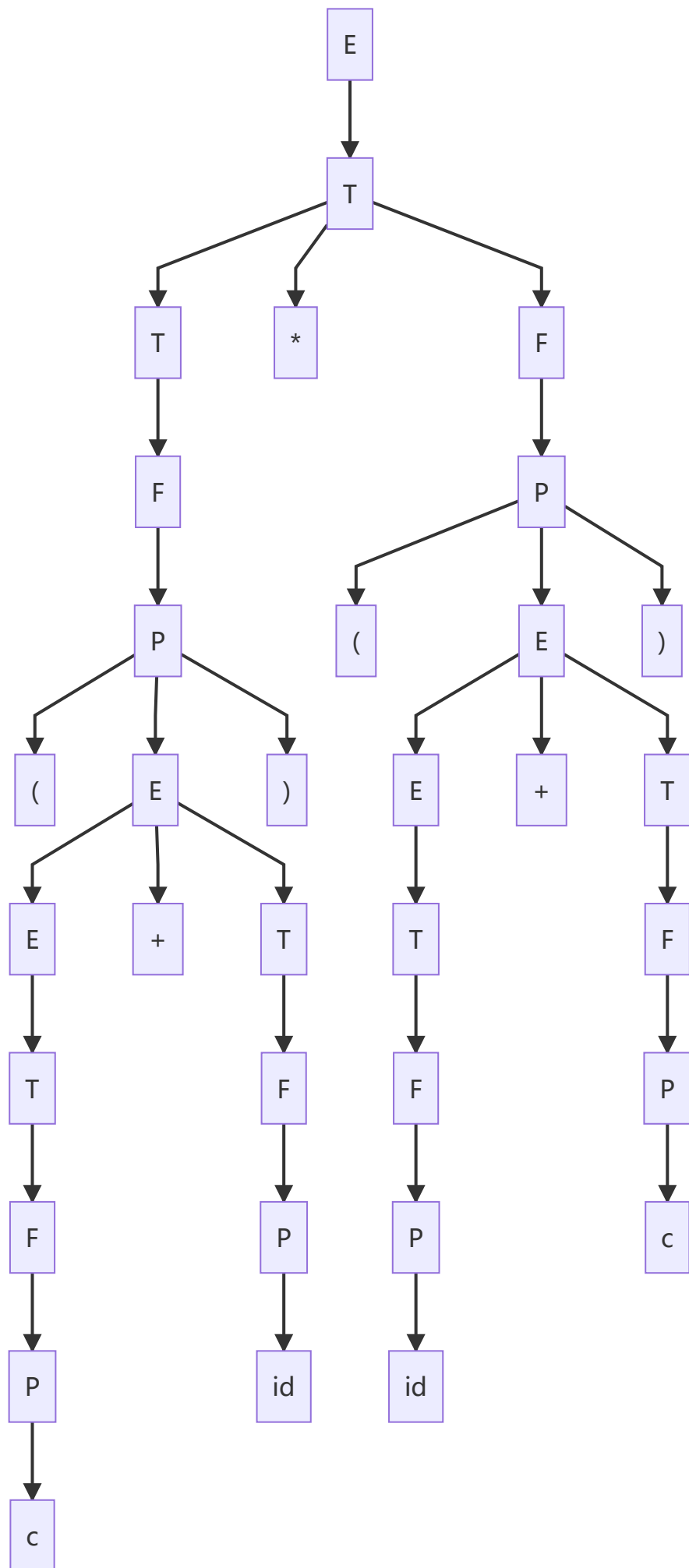
$$\begin{aligned}
& (c + id) * (id + c) \\
& (c + id) * (id + P) \Rightarrow \\
& (c + id) * (id + F) \Rightarrow \\
& (c + id) * (id + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (P + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (F + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (T + T) \Rightarrow \\
& (c + id) * (E + T) \Rightarrow \\
& (c + P) * (E + T) \Rightarrow \\
& (c + F) * (E + T) \Rightarrow \\
& (c + T) * (E + T) \Rightarrow \\
& (P + T) * (E + T) \Rightarrow \\
& (F + T) * (E + T) \Rightarrow \\
& (T + T) * (E + T) \Rightarrow \\
& (E + T) * (E + T) \Rightarrow \\
& (E) * (E + T) \Rightarrow \\
& P * (E + T) \Rightarrow \\
& F * (E + T) \Rightarrow \\
& T * (E + T) \Rightarrow \\
& T * (E) \Rightarrow \\
& T * P \Rightarrow \\
& T * F \Rightarrow \\
& T \Rightarrow \\
& E \Rightarrow
\end{aligned}$$

(3)

- $id + id * (id - id)$ 对应的语法树:



- $(c + id) * (id + c)$ 对应的语法树:



(4)

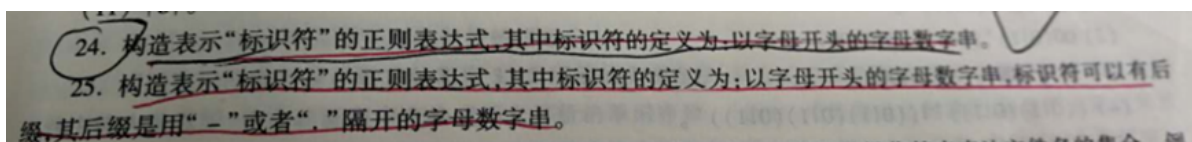
$id + id * (id - id)$:

- 短语:
 - id
 - $id - id$
 - $(id - id)$
 - $id * (id - id)$
 - $id + id * (id - id)$
- 简单短语:
 - id
- 句柄:
 - id

$(c + id) * (id + c)$:

- 短语:
 - c
 - id
 - $c + id$
 - $id + c$
 - $(c + id)$
 - $(id + c)$
 - $(c + id) * (id + c)$
- 简单短语:
 - c
 - id
- 句柄:
 - c

第三章



本题来自于课本第三章课后24题、25题

第24题

首先进行正则定义:

$$\begin{aligned} digit &\rightarrow 0|1|2|\dots|9 \\ letter &\rightarrow a|b|\dots|z|A|B|\dots|Z \end{aligned}$$

则正则表达式为:

$$letter(letter|digit)^*$$

第25题

首先进行正则定义：

$$\begin{aligned} digit &\rightarrow 0|1|2|\dots|9 \\ letter &\rightarrow a|b|\dots|z|A|B|\dots|Z \end{aligned}$$

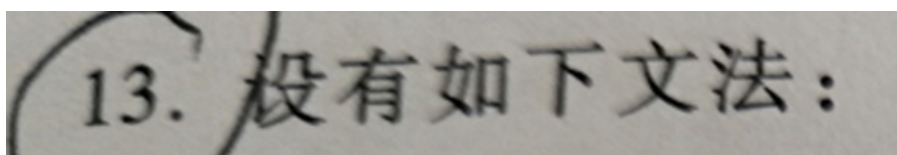
则正则表达式为：

$$letter(letter|digit)^*((-|.)(letter|digit)^+|\epsilon)$$

第四章

本题来自课本第四章课后第13、21题，21题的分析动作按格局的方式给出

第13题



$$G_2: \quad S \rightarrow aABe \qquad A \rightarrow b \mid Abc \qquad B \rightarrow d$$

- (1) 将上述文法改写为等价的 LL(1) 文法。
- (2) 求上述文法各个语法变量的 FIRST 集和 FOLLOW 集。
- (3) 构造上述文法的预测分析表。

(1) :

- 消除左递归：

将产生式 $A \rightarrow b \mid Abc$ 替换为：

$$\begin{aligned} A &\rightarrow bA' \\ A' &\rightarrow bcA' \mid \epsilon \end{aligned}$$

- 则改写的等价 LL(1) 文法为：

$$\begin{aligned} S &\rightarrow aABe \\ A &\rightarrow bA' \\ A' &\rightarrow bcA' \mid \epsilon \\ B &\rightarrow d \end{aligned}$$

(2) :

文法符号	FIRST集	FOLLOW集
S	{a}	{\$}
A	{b}	{d}
A'	{b ϵ }	{d}
B	{d}	{e}
a	{a}	/
b	{b}	/
c	{c}	/
d	{d}	/
e	{e}	/

(3) :

	a	b	c	d	e	\$
S	$S \rightarrow aABe$					
A		$A \rightarrow bA'$				
A'		$A' \rightarrow bcA'$		$A' \rightarrow \epsilon$		
B				$B \rightarrow d$		

第21题

21. 考虑简化了的 C 声明的以下文法：

$$\langle \text{declaration} \rangle \rightarrow \langle \text{type} \rangle \langle \text{var_list} \rangle$$

$$\langle \text{type} \rangle \rightarrow \text{int} \mid \text{float}$$

- $\langle \text{var_list} \rangle \rightarrow \text{id}, \langle \text{var_list} \rangle \mid \text{id}$
- (1) 在该文法中提取左因子。
 - (2) 为改造后文法的语法变量构造 FIRST 集和 FOLLOW 集。
 - (3) 说明改造后的文法是 LL(1) 文法。
 - (4) 为改造后的文法构造 LL(1) 分析表。
 - (5) 给出输入串 **int** x, y, z 所对应的 LL(1) 分析动作。

(1) :

对于产生式 $\langle var_list \rangle \rightarrow id, \langle var_list \rangle | id$, 提取左公因子后, 替换为:

$$\begin{aligned}\langle var_list \rangle &\rightarrow id \langle common \rangle \\ \langle common \rangle &\rightarrow , \langle var_list \rangle | \epsilon\end{aligned}$$

则改造后的文法为:

$$\begin{aligned}\langle declaration \rangle &\rightarrow \langle type \rangle \langle var_list \rangle \\ \langle type \rangle &\rightarrow int | float \\ \langle var_list \rangle &\rightarrow id \langle common \rangle \\ \langle common \rangle &\rightarrow , \langle var_list \rangle | \epsilon\end{aligned}$$

(2) :

文法符号	FIRST集	FOLLOW集
$\langle declaration \rangle$	{int float}	{\$}
$\langle type \rangle$	{int float}	{id}
$\langle var_list \rangle$	{id}	{\$}
$\langle common \rangle$	{, ϵ }	{\$}
int	{int}	/
float	{float}	/
id	{id}	/
,	{,}	/

(3) :

计算各产生式的SELECT集:

产生式	SELECT集
$\langle declaration \rangle \rightarrow \langle type \rangle \langle var_list \rangle$	{int float}
$\langle type \rangle \rightarrow int$	{int}
$\langle type \rangle \rightarrow float$	{float}
$\langle var_list \rangle \rightarrow id \langle common \rangle$	{id}
$\langle common \rangle \rightarrow , \langle var_list \rangle$	{,}
$\langle common \rangle \rightarrow \epsilon$	{\$}

具有相同左部的产生式:

- $\langle type \rangle \rightarrow int$ 和 $\langle type \rangle \rightarrow float$, FOLLOW集分别为{int}和{float}, 互不相交

- $\langle common \rangle \rightarrow , \langle var_list \rangle$ 和 $\langle common \rangle \rightarrow \epsilon$, FOLLOW集分别为 $\{,\}$ 和 $\{\$, \epsilon\}$, 互不相交

所以改造后的文法是LL(1)文法

(4)：

	int	float	id	,	\$
$\langle declaration \rangle$	$\rightarrow \langle type \rangle \langle var_list \rangle$	$\rightarrow \langle type \rangle \langle var_list \rangle$			
$\langle type \rangle$	$\rightarrow int$	$\rightarrow float$			
$\langle var_list \rangle$			$\rightarrow id \langle common \rangle$		
$\langle common \rangle$				$\rightarrow , \langle var_list \rangle$	$\rightarrow \epsilon$

(5)：

格局如下表所示：

栈 (栈底→栈顶)	剩余输入
$\$ \langle declaration \rangle$	int x , y , z \$
$\$ \langle var_list \rangle \langle type \rangle$	int x , y , z \$
$\$ \langle var_list \rangle int$	int x , y , z \$
$\$ \langle var_list \rangle$	x , y , z \$
$\$ \langle common \rangle id$	x , y , z \$
$\$ \langle common \rangle$, y , z \$
$\$ \langle var_list \rangle ,$, y , z \$
$\$ \langle var_list \rangle$	y , z \$
$\$ \langle common \rangle id$	y , z \$
$\$ \langle common \rangle$, z \$
$\$ \langle var_list \rangle ,$, z \$
$\$ \langle var_list \rangle$	z \$
$\$ \langle common \rangle id$	z \$
$\$ \langle common \rangle$	\$
\$	\$

