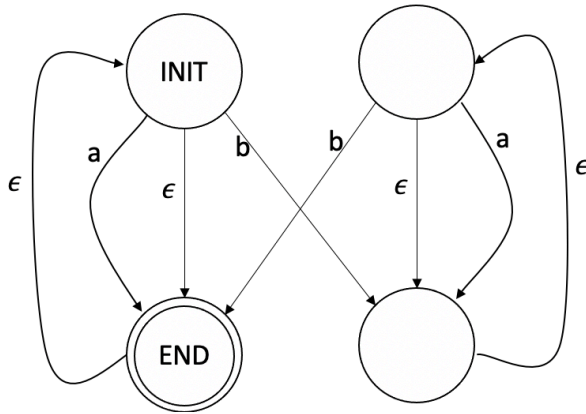


2022-2023 学年秋季学期期末考试（线上）

2023 年 1 月 4 日

1. 请回答下面两个关于正则表达式与有限状态自动机的问题。

- (12 分) 请写出一个非确定性有限状态自动机, 使得这个自动机接受的字符串集合就是正则表达式 $((aa)|(ab)|(bb))^*$ 表示的字符串集合。
- (12 分) 下图所示的是一个非确定性有限状态自动机。请判断是否存在一个正则表达式 r 使得这个自动机接受的字符串集合就是正则表达式 r 表示的字符串集合。如果存在, 请写出一个这样的正则表达式 r , 如果不存在, 请简述其原因。



2. (12 分) 请写出下述上下文无关语法的 first 集合与 follow 集合, 其中 **S** 与 **E** 是非终结符, 其他符号都是终结符。

$S \rightarrow S ; S$	$E \rightarrow ID$	$E \rightarrow E + E$
$S \rightarrow E$	$E \rightarrow NAT$	$E \rightarrow (E)$

3. (12 分) 下述上下文无关语法试图描述 lambda 表达式的语法, 其中 **E** 是非终结符, 其他符号都是终结符。但是这一上下文无关语法在语法分析中可能产生歧义, 例如, `lambda ID: ID ID` 对应至少两种不同的解析树。请修正这一上下文无关语法使其能用于 lambda 表达式的语法分析。

$E \rightarrow \text{lambda } ID : E$	$E \rightarrow ID$
$E \rightarrow E E$	$E \rightarrow (E)$

4. (12 分) 请根据简单指令式程序的指称语义写出 $\llbracket C \rrbracket . \text{fin}$:

- 若 C 表示程序 `x = y; y = z`
- 若 C 表示程序 `while (0 == 0) do { x = x }`。

5. (12 分) 假设

- \mathbb{Z}^+ 表示正整数集合
- $A = \{1\}, R = \{(2n, n) \mid n \in \mathbb{Z}^+\} \cup \{(3n, n) \mid n \in \mathbb{Z}^+\}$
- 如果 $X \subseteq \mathbb{Z}^+$, 那么 $R \circ X = \{n \mid \exists m. (n, m) \in R, m \in X\}$

请证明偏序集 $(\mathcal{P}(\mathbb{Z}^+), \subseteq)$ 上函数 $F(X) = A \cup (R \circ X)$ 的最小不动点是 $\{2^n 3^m \mid n, m \in \mathbb{N}\}$ 。

6. (12 分) 请根据小步语义描述下述 while 语言程序的行为：

```
if (x >= 0)
then { y = x }
else { y = - x };
z = (x != y)
```

假设程序运行的起始状态是 s_0 且 s_0 上程序变量 x 的值为 0。

7. (16 分) 假设寄存器数量 $K=4$ 。请根据上课所学寄存器分配算法，对这段程序中的变量进行寄存器分配，并写出必要的中间结果，如：liveness 分析以及 simplify、coalesce、freeze 等步骤的选择。

```
Block 0:
  #1 = $(0)
  #2 = $(1)
  #3 = $(1)
  jmp 1
Block 1:
  if (#1 < $(10000)) then jmp 2 else jmp 3
Block 2:
  #4 = #2 + #3
  #5 = #3
  #6 = #4
  #7 = #5 + #6
  #2 = #6
  #3 = #7
  #1 = #1 + $(2)
  jmp 1
```