

《软件工程理论基础》作业一

2025 年 4 月 3 日

作业提交说明

- 文件格式：PDF。
- 文件命名：命名格式为“学号 _ 姓名 _v 版本”，例如“123456_ 张三_v1”（可简写为“123456_ 张三”），我们将按照最新版本评分。
- 提交地址：<https://box.nju.edu.cn/u/d/4278e8b95ec74b6fb78e/>。
- 截止时间：2025 年 4 月 17 日 23:59:59。

1

对于任意迁移系统 (Transition System) $TS = (S, Act, \rightarrow, I, AP, L)$, 我们定义下列性质:

- action-deterministic: $\forall s \in S \forall \alpha \in Act, |I| \leq 1 \wedge |\text{Post}(s, \alpha)| \leq 1$
- AP-deterministic: $\forall s \in S \forall A \in 2^{AP}, |I| \leq 1 \wedge |\text{Post}(s) \cap \{s' \in S | L(s') = A\}| \leq 1$

其中 $\text{Post}(s, \alpha) = \{s' \in S | \exists (s, \alpha, s') \in \rightarrow\}$, $\text{Post}(s) = \bigcup_{\alpha \in Act} \text{Post}(s, \alpha)$ 。

考虑图 1 所示迁移系统, 分别判断上述两个性质是否成立。若成立, 给出简单说明, 否则给出反例。

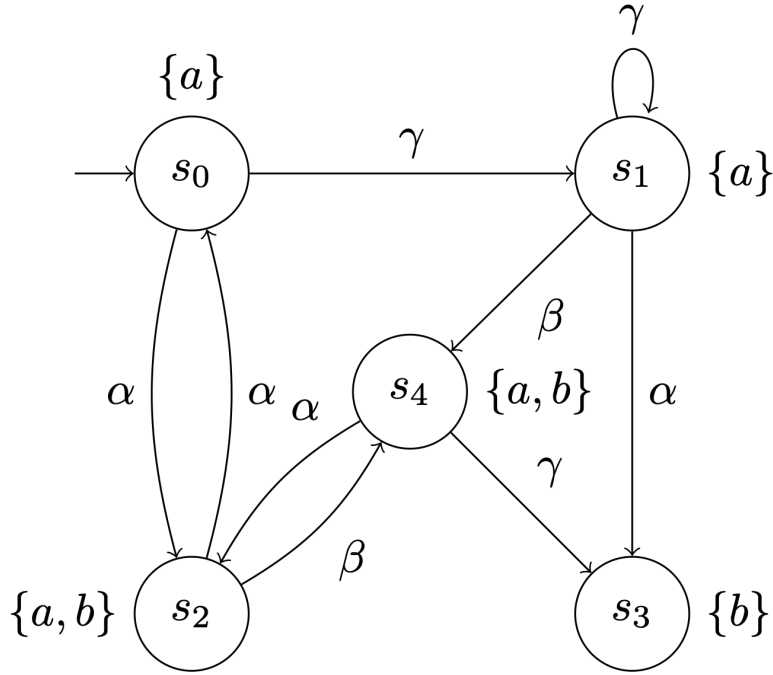


图 1: 迁移系统

2

图 2 是一个进程执行的简单模型，其描述了进程执行的状态变化：

- 创建：进程被创建后，进入就绪状态，等待 CPU 分配。
- 分配 CPU：进程调度器选择某个就绪进程，将其分配到 CPU，进入运行状态。
- 时间片耗尽：进程由于时间片用尽，被抢占，回到就绪队列，等待下次调度。
- I/O 操作：进程需要执行 I/O 操作（如读取磁盘、网络通信等），进入等待状态。
- I/O 完成：进程的 I/O 操作完成，重新进入就绪队列。
- 执行结束：进程完成所有任务或遇到异常，进入终止状态，系统释放其占用的资源。

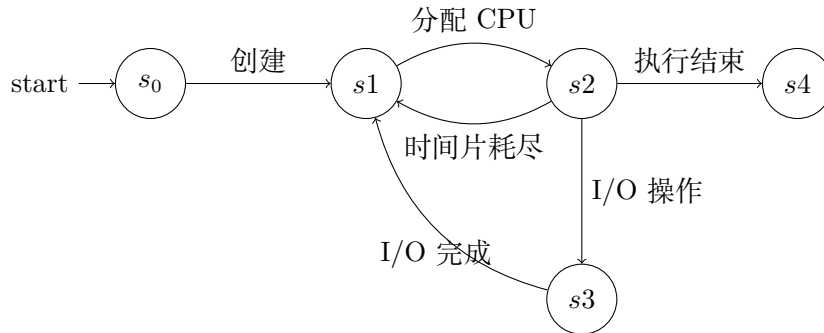


图 2: 进程执行

基于该模型，回答以下问题：

- 给出两个无穷执行序列。
- 针对问题 a 中的每个执行序列，写出两个其满足的 LTL 公式。

3

假设程序 P 有 P_1 , P_2 和 P_3 三个并行进程, 进程 $P_i (1 \leq i \leq 3)$ 执行代码:

```
for k_i:=1 to 5 do {  
    r_i := x  
    r_i := r_i + 1  
    x := r_i  
}
```

其中, x 为共享变量且初始值为 0, k_i 和 r_i 为 P_i 的局部变量。针对程序 P , 完成以下问题:

- a. 使用 Transition System 建模该程序。
- b. 当程序 P 执行结束, 变量 x 的值是否可能为 2? 若可能, 给出一个对应的执行, 否则给出简要说明。

4

针对图 3 所示互斥算法，完成以下问题：

- 使用 Transition System 建模该算法。
- 在问题 a 的基础上，使用逻辑公式表达：两个进程不会同时进入临界区。
- 判断问题 b 中的逻辑公式是否成立，若成立，请简要说明，否则给出反例（一个执行）。

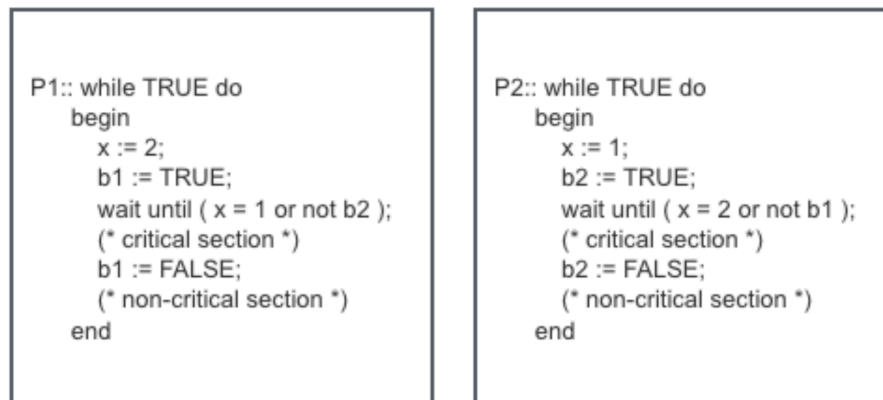


图 3: 互斥

5

判断下列逻辑公式是否等价。若等价，给出证明，否则给出反例：

- a. $\mathbf{F}(p\mathbf{U}q)$ 与 $(\mathbf{F}p)\mathbf{U}(\mathbf{F}q)$
- b. $\mathbf{G}p \wedge \mathbf{X}\mathbf{F}p$ 与 $\mathbf{G}p$

6

考虑以图 4为基础的 Büchi 自动机，对于下列不同的接收状态集，判断该自动机的语言是否空：

a. $\{q_0, q_1\}$

b. $\{q_2, q_3\}$

c. $\{q_1, q_3\}$

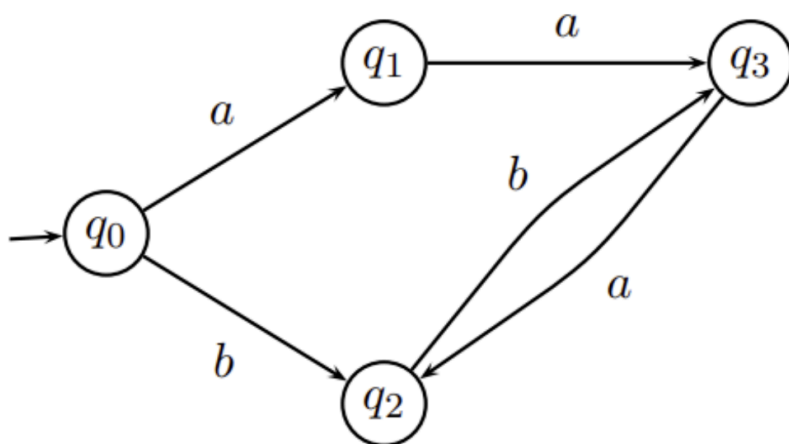


图 4: Büchi 自动机

7

图 5为以 $\{q1\}, \{q2\}$ 为接受状态集的广义 Büchi 自动机，请将其转换为简单 Büchi 自动机。

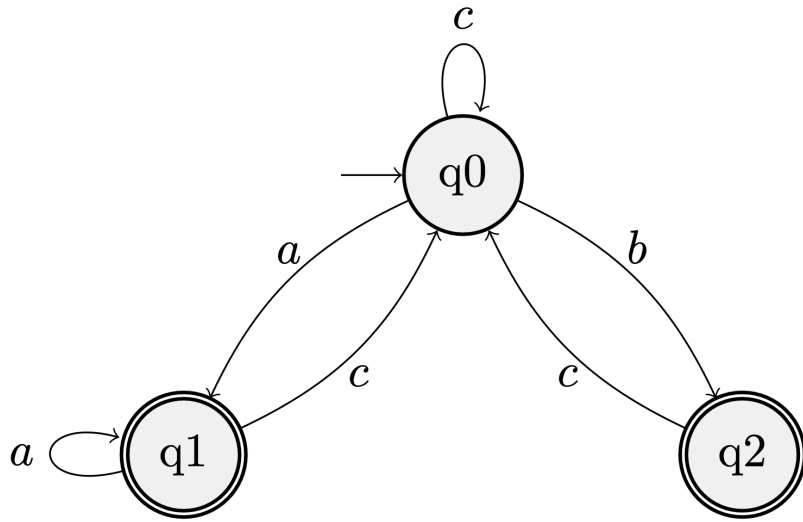


图 5: 广义 Büchi 自动机