

# Processos e Concorrência (Parte II)

## Teste de Avaliação

11 de Junho de 2008 (16:00-18:00)

### I

Suponha que lhe pediram para modelar na linguagem de processos que estudou uma versão (simplificada) do fecho central de portas de um automóvel. Assuma explicitamente que o sistema é composto pelos 3 processos seguintes agregados por composição paralela:

- uma Porta que pode estar aberta ou fechada;
- um Fecho que pode ser activado apenas se a porta estiver aberta (caso contrário activará um alarme);
- uma Chave que controla todo o mecanismo.

Responda:

1. Forneça uma especificação deste processo, explicando todas as decisões que tomar.

#### Resolução.

Uma possível (mas não única!) solução seria a seguinte, onde se assume que o estado inicial quer da porta quer do fecho é *aberto*. Adoptou-se a convenção de barrar todas as acções que são iniciativa do processo cuja expressão integram.

$$S \triangleq \text{new } K \text{ (Door | Locker | Key)}$$

onde  $K = \{isOpen, isClosed, isLocked, isUnlocked, activate\}$  e

$$\text{Key} \triangleq \overline{\text{press}}.\overline{\text{activate}}.\text{Key}$$

$$\text{Door} \triangleq \text{DoorOpen}$$

$$\text{DoorOpen} \triangleq \overline{\text{isOpen}}.\text{DoorOpen} + \text{close}.\text{DoorClosed}$$

$$\text{DoorClosed} \triangleq \overline{\text{isClosed}}.\text{DoorClosed} + \text{open}.(isLocked.\text{DoorClosed} + isUnlocked.\text{DoorOpen})$$

$$\text{Locker} \triangleq \text{UnLocked}$$

$$\text{Locked} \triangleq \overline{\text{isLocked}}.\text{Locked} + \text{activate}.\text{UnLocked}$$

$$\text{UnLocked} \triangleq \overline{\text{isUnlocked}}.\text{UnLocked} + \text{activate}.(isClosed.\overline{\text{alarm}}.\text{UnLocked} + isOpen.\text{Locked})$$

2. Esboce o correspondente diagrama de sincronização

#### Resolução.

O diagrama representa os 3 processos devidamente ligados por acções homónimas e apresenta como acções externas apenas  $\{\text{press}, \text{open}, \text{close}\}$ .

3. Aplique a lei de expansão ao processo que especificou e comente o processo que obteve.

**Resolução.**

Aplicando uma vez a lei da expansão obtém-se

$$S \sim \text{press.new } K \text{ (Door | Locker | } \overline{\text{activate}}.\text{Key)} \\ + \\ \text{close.new } K \text{ (DoorClosed | Locker | Key)}$$

4. Como sabe a lei da expansão tem no cálculo de processos que estudou um lugar central. Explique o seu significado e importância.

**Resolução.**

(consultar apontamentos da Lição 4)

5. Poderá o sistema que concebeu entrar em *deadlock*? Porquê?

**Resolução.**

Sim: o problema reside numa particular possibilidade de combinação das acções externas com o evento externo *press*. Como se pode verificar, a seguinte derivação chega a uma configuração onde apenas são possíveis acções restritas, sem, contudo, estarem disponíveis as suas complementares. O processo não pode, pois, prosseguir.

$$S \\ \xrightarrow{\text{close}} \text{new } K \text{ (DoorClosed | Locker | Key)} \\ \xrightarrow{\text{open}} \text{new } K \text{ (isLocked.DoorClosed + isUnlocked.DoorOpen) | Locker | Key)} \\ \xrightarrow{\text{press}} \text{new } K \text{ (isLocked.DoorClosed + isUnlocked.DoorOpen) | Locker | } \overline{\text{activate}}.\text{Key)} \\ \xrightarrow{\tau} \text{new } K \text{ (isLocked.DoorClosed + isUnlocked.DoorOpen) | } \\ \quad | \text{(isClosed.} \overline{\text{alarm}}.\text{UnLocked + isOpen.Locked) | Key)} \\ \xrightarrow{\text{press}} \text{new } K \text{ (isLocked.DoorClosed + isUnlocked.DoorOpen) | } \\ \quad | \text{(isClosed.} \overline{\text{alarm}}.\text{UnLocked + isOpen.Locked) | } \overline{\text{activate}}.\text{Key)}$$

---

## II

Considere os seguintes processos

$$P_1 \triangleq a.\tau.(b.0 + c.0)$$

$$P_2 \triangleq \tau.a.(b.0 + c.0)$$

$$P_3 \triangleq a.(\tau.(b.0 + c.0) + b.0)$$

Para cada par  $(P_i, P_j)$  indique se  $P_i = P_j$ . Justifique formalmente as suas respostas.

### Resolução.

Claramente  $P_1 \neq P_2$  e  $P_3 \neq P_2$ , uma vez que  $P_2$ , mas não qualquer dos outros, realiza uma acção invisível inicial. Resta, pois, comparar  $P_1$  e  $P_3$ . Assim,

$$\begin{aligned} & P_1 = P_3 \\ \Leftrightarrow & \quad \{ \text{nenhum realiza um } \tau \text{ inicial} \} \\ & P_1 \approx P_3 \\ \Leftrightarrow & \quad \{ \text{definições} \} \\ & a.\tau.(b.0 + c.0) \approx a.(\tau.(b.0 + c.0) + b.0) \\ \Leftrightarrow & \quad \{ \text{lei: } \tau.E \approx E \} \\ & a.(b.0 + c.0) \approx a.((b.0 + c.0) + b.0) \\ \Leftrightarrow & \quad \{ \text{lei: assoc e comm de } + \} \\ & a.(b.0 + c.0) \approx a.((b.0 + b.0) + c.0) \\ \Leftrightarrow & \quad \{ \text{lei: } P + P \approx P \} \\ & a.(b.0 + c.0) \approx a.(b.0 + c.0) \end{aligned}$$

---

### III

Considere um operador  $\nabla_n$  cuja semântica operacional é dada pela regra seguinte:

$$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{\nabla_0 E \xrightarrow{a} E'} \quad \frac{E \xrightarrow{a} E'}{\nabla_n E \xrightarrow{a} \nabla_{n-1} E'} \quad \text{para } n > 0$$

**Nota.**

Por lapso a segunda regra semântica para este operador tem uma plica a mais. A sua formulação correcta seria

$$\frac{E \xrightarrow{a} E'}{\nabla_n E \xrightarrow{a} \nabla_{n-1} E} \quad \text{para } n > 0$$

Na correcção do teste consideraremos correcta as respostas que (correctamente) tratem qualquer destes casos. Por isso, ainda, fornecemos as duas correcções.

1. Indique sucintamente o seu propósito.

**Resolução.**

**enunciado 1:** O operador não tem qualquer efeito. Claramente,  $\nabla_n E \sim E$ , para qualquer  $n$ .

**enunciado 2:** O operador força  $n$  ocorrências adicionais das acções iniciais do processo  $E$ .

2. Discuta para que valores de  $m$  e  $n$  se poderá ter  $\nabla_n(\nabla_m E) \sim \nabla_n E$ .

**Resolução.**

**enunciado 1:** Quaisquer.

**enunciado 2:**  $m = 0$ ,  $n$  arbitrário. (mais algum?)

3. Mostre ou refute que  $E \approx F$  implica  $\nabla_n E \approx \nabla_n F$ .

**Resolução.**

**enunciado 1:** Obviamente verdadeiro: a conclusão, por definição do operador, reduz-se à premissa.

**enunciado 2:** Falso. Contra-exemplo:  $a.0$  e  $\tau.a.0$ .