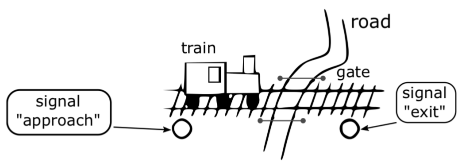
Programação Concorrente, CC3037, 2023/24
Departamento de Ciência de Computadores
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Exame Recurso: 4/07/2024 **Duração: 3:00**

Parte A: resolve numa folha separada. Justifica as tuas respostas.

1. Modela uma passagem de nível com 3 componentes: o comboio, a cancela e um controlador (como sugerido na figura). Considera que:

   - As acções do comboio caracterizam a sua localização em relação à passagem: aproxima-se (*approach*), entra (*in*) e sai (*exit*).
   - A cancela pode estar baixada (*down*) ou levantada (*up*).
   - O comboio e a cancela não comunicam directamente, apenas o controlador comunica com eles. O controlador deve garantir que quando o comboio entra a cancela está em baixo.



   (a) Descreve em CCS cada componente: comboio, cancela e controlador.

   (b) Escreve o processo do sistema que corresponda à execução paralela das várias componentes, indicando as acções em que devem sincronizar.

   (c) Usa as regras de inferência do CCS (indicando em cada passo a regra usada) para obter um LTS para esse processo.

2. Seja

$$\begin{aligned}\Gamma \;\; = \{&(P, a.P_1), (P_1, b.P_2), (P_2, a.P + b.P_2), (Q, , a.Q_1), (Q_1, b.Q_1 + b.Q_2), (Q_2, a.Q),\\ &(T, a.T_1), (T_1, b.T_3), (T_3, a.T + b.T_2), (T_2, a.T + b.T_2)\}\end{aligned} .$$

   (a) Usando o sistema de inferência $\longrightarrow_\Gamma$, desenha os LTSs (sistemas de transição) $[\![P]\!]_\Gamma$, $[\![Q]\!]_\Gamma$ e $[\![T]\!]_\Gamma$. (Não é necessário indicar as regras usadas.)

   (b) Define relação de bissimulação forte sobre o conjunto de estados de um LTS. Indica o que significa dois estados s and s' serem bissimilares, i.e., $s \sim s'$.

   (c) Determina, justificando, se

      i. $P \sim Q$

      ii. $P \sim T$

3. Considera as seguintes definições que pretendem resolver o problema da exclusão mútua com um semáforo (unário).

$$\begin{aligned} Mutex_2 &:= ((User|Sem)|User)\backslash\{p, v\}\\ User &:= p?.enter.exit.v?.User\\ Sem &:= p!.v!.Sem\\ Spec &:= enter.exit.Spec \end{aligned}$$

   (a) Usa as regras de inferência do CCS para obter um fragmento atingível de $[\![Mutex_2]\!]_\Gamma$ e $[\![Spec]\!]_\Gamma$.

(b) Determina, justificando, se $Mutex_2 \approx Spec$.

(c) Seja ainda

$$\begin{array}{rcl} FMutex & := & ((User|Sem)|FUser)\backslash\{p, v\} \\ FUser & := & p?.enter.(exit.v?.FUser + exit.v?.0) \end{array}$$

Dá um argumento para que $Mutex_2 \not\approx FMutex$ (possivelmente usando $Spec$).

Regras de inferência do CCS ($\longrightarrow_{\Gamma}$)

$$\text{Prefixo}\ \frac{}{\alpha.P \xrightarrow{\alpha} P}$$

$$\text{EscolhaE}\ \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{P+Q \xrightarrow{\alpha} P'}$$

$$\text{EscolhaD}\ \frac{Q \xrightarrow{\alpha} Q'}{P+Q \xrightarrow{\alpha} Q'}$$

$$\text{Rec}\ \frac{P \xrightarrow{\alpha} P' \qquad \Gamma(X) = P}{X \xrightarrow{\alpha} P'}$$

$$\text{Sync}\ \frac{P \xrightarrow{a} P' \qquad Q \xrightarrow{\overline{a}} Q'}{P|Q \xrightarrow{\tau} P'|Q'}$$

$$\text{ParE}\ \frac{P \xrightarrow{\alpha} P'}{P|Q \xrightarrow{\alpha} P'|Q}$$

$$\text{ParD}\ \frac{Q \xrightarrow{\alpha} Q'}{P|Q \xrightarrow{\alpha} P|Q'}$$

$$\text{Res}\ \frac{P \xrightarrow{\alpha} P' \qquad \alpha \notin H}{P\backslash H \xrightarrow{\alpha} P'\backslash H}$$

Regras de inferência do $CCS^{\mathbb{Z}}_{vp}$

$$\text{Pref}\ \frac{\alpha \in Act}{\alpha.P \xrightarrow{\alpha} P}$$

$$\text{Input}\ \frac{v \in \mathbb{V}}{a?x.P \xrightarrow{a?v} P\{v/x\}}$$

$$\text{Rec}\ \frac{P\{v_1/r_1,\ldots,v_n/r_n\} \xrightarrow{\alpha} P' \qquad \Gamma(X[r_1,\ldots,r_n]) = P}{X[v_1,\ldots,v_n] \xrightarrow{\alpha} P'}$$

$$\text{Output}\ \frac{e \Downarrow z}{a!e.P \xrightarrow{a!z} P}$$

$$\text{Valor}\ \frac{e \Downarrow z}{a?e.P \xrightarrow{a?z} P}$$

$$\text{cond}\ \frac{P \xrightarrow{\alpha} P' \qquad b \Downarrow True}{when(b)P \xrightarrow{\alpha} P'}$$