

Cálculo de Sistemas de Informação

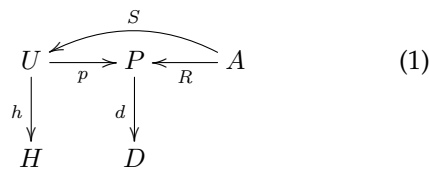
Ano Lectivo de 2020/21
Universidade do Minho

CASO DE ESTUDO — O NOVO PLANO DE ESTUDOS DO MEI (2014-)

Tipos:

A – Aluno
 P – Perfil
 D – Dia
 H – Hora
 U – Unidade curricular

Relações:



onde

p — o perfil de cada UC
 h — a hora a que cada UC funciona
 d — o dia ocupado por cada perfil
 R — relaciona alunos com os seus perfis
 S — relaciona alunos com as suas UCs complementares.

Relações auxiliares:

- $U \xrightarrow{f} D = d \cdot p$ — o dia em que uma UC funciona
- $A \xrightarrow{R'} D = d \cdot R$ — relaciona alunos com os dias em que estes têm perfis
- $A \xrightarrow{S'} D = f \cdot S$ — relaciona alunos com os dias em que estes têm UCs complementares
- $A \xrightarrow{R''} U = p^\circ \cdot R$ — relaciona alunos com as UCs dos seus perfis.

Invariantes:

- $R' \cap S' \subseteq \perp$ — os perfis ocupam dias inteiros
- $\langle R^\circ, d \rangle$ é injectiva — perfis de um mesmo aluno em dias diferentes (cf. "agenda design pattern")
- $\langle S^\circ, \langle f, h \rangle \rangle$ é injectiva — complementares de um mesmo aluno em dias/horas diferentes (cf. "agenda design pattern")
- $S \cdot R''^\circ \cap \ker f \subseteq id$ — dias de UCs complementares não colidem com dias de perfis (cf. "agenda design pattern").

Abreviaturas:

$$\neg R = R \Rightarrow \perp \quad (2)$$

$$(\neq) = \neg id \quad (3)$$

Logo $y (\neg id) x$ significa $y \neq x$.

Exercício de cálculo de WP: Calcule a pré-condição mais fraca para a operação que aloca um aluno a a um perfil p

$$alocaP \ a \ p \ (R, S) = (R \cup \{a \mapsto p\}, S)$$

satisfazer o segundo invariante, onde se usa a notação $\{a \mapsto b\}$ para designar a relação singular $\underline{b} \cdot \underline{a}^\circ$.

Exercício auxiliar 1: Verificar, eg. por introdução de variáveis e cálculo de Eindhoven, a equivalência:

$$R \cap S \subseteq \perp \equiv R \cdot S^\circ \subseteq (\neq) \quad (4)$$

□

Exercício auxiliar 2: Justificar todos os passos do cálculo abaixo que demonstra o facto:

$$f^\circ \cdot (\neq) \cdot f \subseteq \neg \ker f \quad (5)$$

Cálculo:

$$\begin{aligned} & f^\circ \cdot (\neq) \cdot f \subseteq \neg \ker f \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & (f^\circ \cdot (\neq) \cdot f) \cap (f^\circ \cdot id \cdot f) \subseteq \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & f^\circ \cdot (\neq \cap id) \cdot f \subseteq \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & f^\circ \cdot ((id \Rightarrow \perp) \cap id) \cdot f \subseteq \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & f^\circ \cdot \perp \cdot f \subseteq \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & \perp \subseteq \perp \\ \square & \end{aligned}$$

$$S' \cdot d \cdot R^\circ \cap id \subseteq \perp$$

$$\equiv \{ \text{_____} \}$$

$$R' \cap S' \subseteq \perp$$

□

Exercício prático: Codificar em Alloy o modelo acima proposto sem o último invariante.

De seguida, criar instâncias do modelo em que esse invariante se verifique. Para cada uma, chamar o Evaluator para verificar que a relação $S \cdot R''^\circ \cap \ker f$ é sempre vazia.

Exercício principal: Pretende-se mostrar que o último invariante do modelo é redundante por ser consequência do primeiro.

O exercício consiste em **justificar cuidadosamente** todos os passos do cálculo que se segue:

$$\begin{aligned} & S \cdot R''^\circ \cap \ker f \subseteq id \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & S \cdot R''^\circ \subseteq (\ker f \Rightarrow id) \\ \Leftarrow & \{ \text{_____} \} \\ & S \cdot R''^\circ \subseteq \neg \ker f \\ \Leftarrow & \{ \text{_____} \} \\ & S \cdot R''^\circ \subseteq f^\circ \cdot (\neq) \cdot f \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & f \cdot S \cdot R''^\circ \cdot f^\circ \subseteq id \Rightarrow \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & S' \cdot f \cdot R''^\circ \cap id \subseteq \perp \\ \equiv & \{ \text{_____} \} \\ & S' \cdot d \cdot p \cdot p^\circ \cdot R^\circ \cap id \subseteq \perp \\ \Leftarrow & \{ \text{_____} \} \end{aligned}$$