

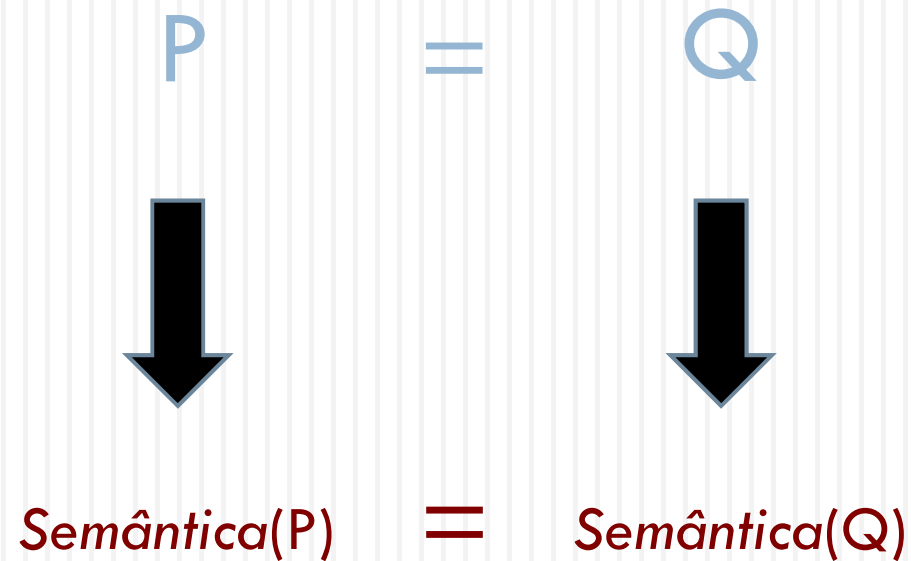
MODELOS SEMÂNTICOS E NOÇÕES DE REFINAMENTO PARA CSP, MODELO DE TRACES

Alexandre Mota & Augusto Sampaio

Modelos Semânticos

- Representação abstrata da semântica (comportamento) dos processos
- Sintaxe *versus* Semântica
 - ▣ notação *versus* modelo
- Estabelece noções de igualdade e refinamento de processos:
 - ▣ através do modelo verificam-se propriedades dos processos

Modelos Semânticos e Igualdade



Modelos Semânticos de CSP

- Vários modelos:

Traces (\mathcal{T}) \rightarrow *Failures* (\mathcal{F}) \rightarrow *Failures-divergences* (\mathcal{FD})

Grau de precisão do modelo



Aspectos Capturados pelos Modelos

- *Traces (\mathcal{T})*
 - *Propriedades específicas simples (possibilidade)*
- *Failures (\mathcal{F})*
 - *Não-determinismo e deadlock (impasse)*
- *Failures-divergences (\mathcal{FD})*
 - *Livelock (divergência)*

Igualdade e Refinamento

- Várias noções de igualdade:

$$P =_T Q$$

$$P =_F Q$$

$$P =_{FD} Q$$

- e várias noções de refinamento:

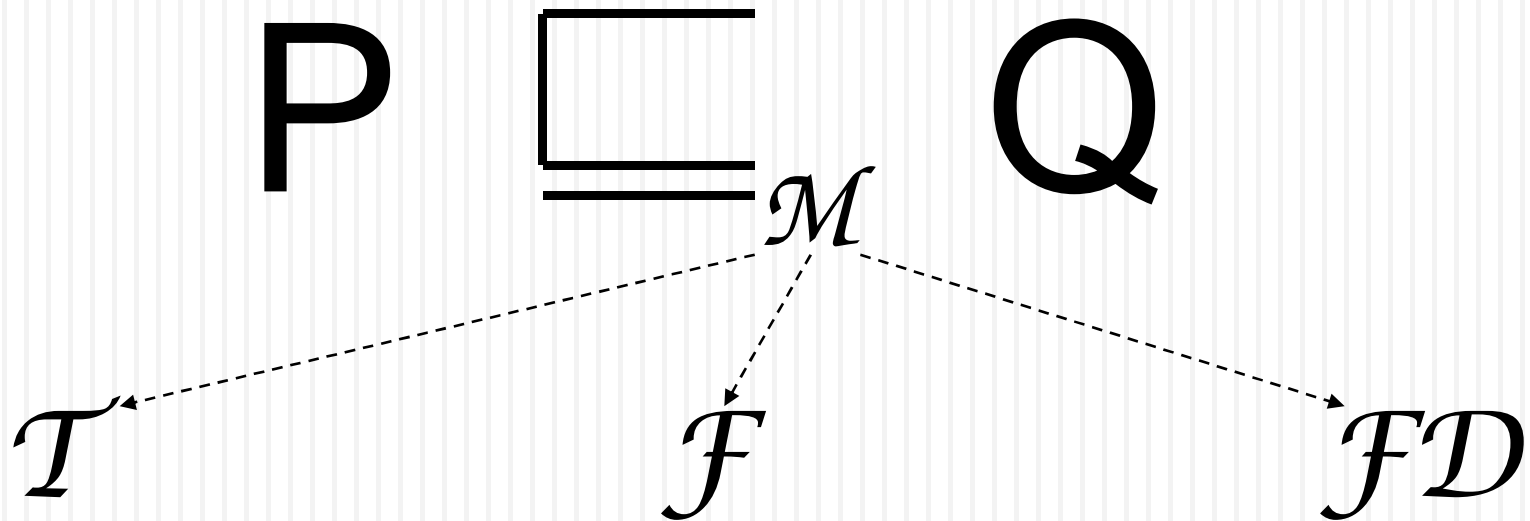
$$P \sqsupseteq_T Q$$

$$P \sqsupseteq_F Q$$

$$P \sqsupseteq_{FD} Q$$

Refinamento

- Trata-se de uma relação de satisfação



Propriedades Importantes

- Relação de refinamento deve ser uma *ordem parcial*:

1. $\forall S \bullet S \sqsubseteq S$

(Reflexiva)

2. $\forall S, T \bullet S \sqsubseteq T \wedge T \sqsubseteq S \Rightarrow S = T$

(Anti-Simétrica)

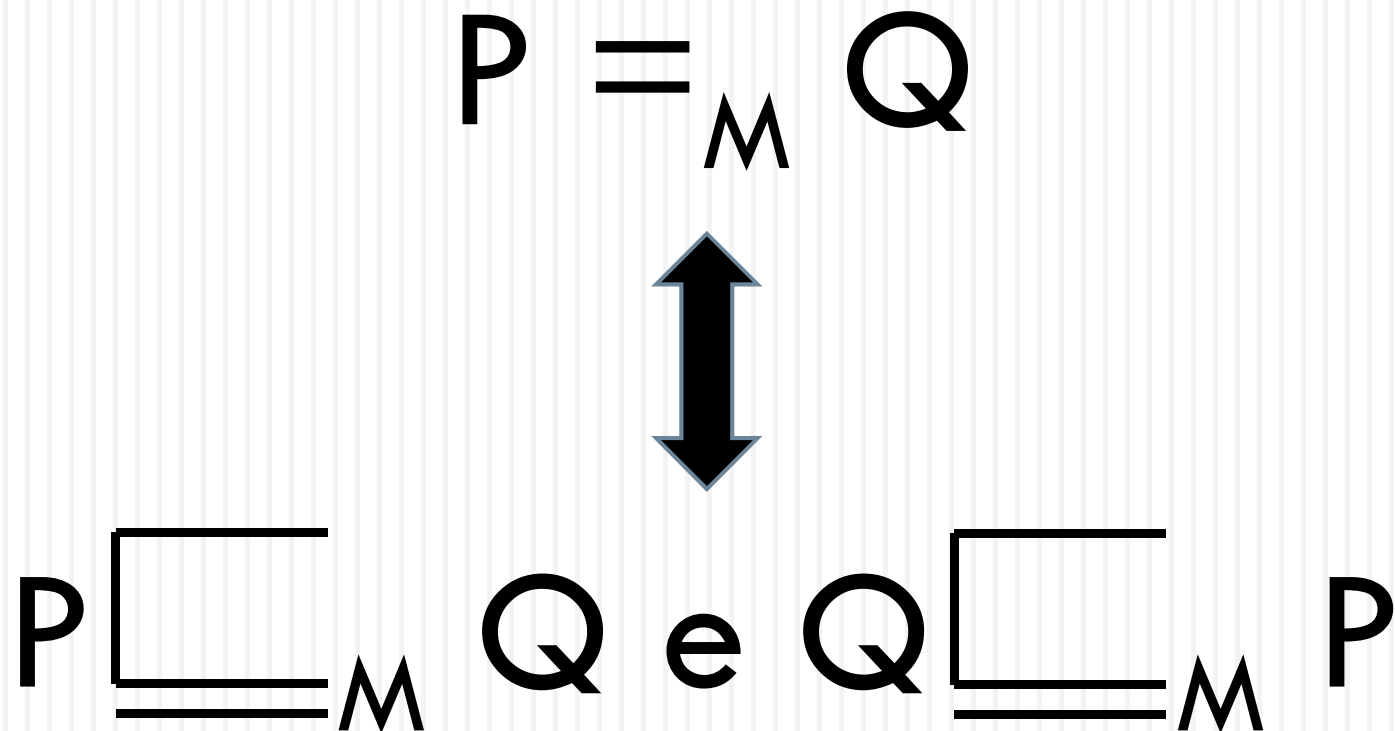
3. $\forall S, T, U \bullet S \sqsubseteq T \wedge T \sqsubseteq U \Rightarrow S \sqsubseteq U$

(Transitiva)

4. $\forall S, T \bullet S \sqsubseteq T \Rightarrow C[S] \sqsubseteq C[T]$

(Monotônica)

Relação entre Igualdade e Refinamento



Trace

- Lista de eventos realizados por um processo:
 - <>
 - <a, a, a>
 - <a, b, a>
- A semântica de um processo pode ser dada pelo conjunto de todos os seus *traces*

Traces

- $\text{traces}(P)$ é o conjunto de todas as histórias (traces) do processo P :

$$\text{traces}(\text{STOP}) = \{ \langle \rangle \}$$

$$\text{traces}(a \rightarrow b \rightarrow \text{STOP}) = \{ \langle \rangle, \langle a \rangle, \langle a, b \rangle \}$$

$$\text{traces}(a \rightarrow \text{STOP} [] b \rightarrow \text{STOP}) = \{ \langle \rangle, \langle a \rangle, \langle b \rangle \}$$

$$\text{traces}(\mu X. a \rightarrow X) = \{ \langle \rangle, \langle a \rangle, \langle a, a \rangle, \langle a, a, a \rangle, \dots \}$$

Definição de Traces

$$\text{traces}(a \rightarrow P) = \{ \langle \rangle \} \cup \{ \langle a \rangle^s \mid s \in \text{traces}(P) \}$$

$$\text{traces}(c?x:A \rightarrow P) = \{ \langle \rangle \} \cup \{ \langle c.a \rangle^s \mid a \in A, s \in \text{traces}(P[a/x]) \}$$

$$\text{traces}(P \parallel Q) = \text{traces}(P) \cup \text{traces}(Q)$$

$$\text{traces}(P \mid \sim \mid Q) = \text{traces}(P) \cup \text{traces}(Q)$$

Traces

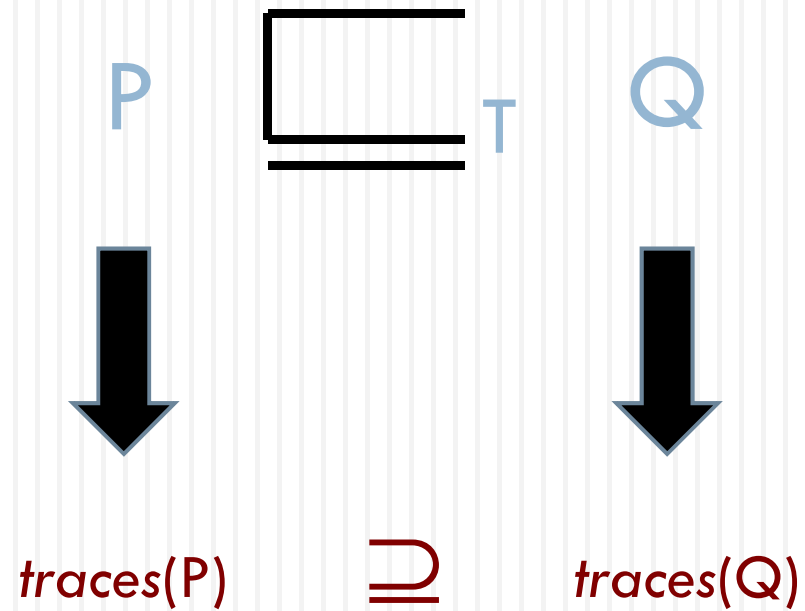
$\text{traces}(\mu X. F(X)) =$
 $\text{traces}(\text{STOP}) \cup$
 $\text{traces}(F(\text{STOP})) \cup$
 $\text{traces}(F(F(\text{STOP}))) \cup$
 $\text{traces}(F(F(F(\text{STOP})))) \cup \dots$

Se a recursão em F for guardada!

Traces e Igualdade

$$\begin{array}{ccc} P & \stackrel{=}{=}_{T} & Q \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{traces}(P) & = & \text{traces}(Q) \end{array}$$

Traces e Refinamneto



Traces e Refinamento

Para provar que Q **não** refina P
basta achar um trace de
 Q que não seja um trace de P

Traces

- Não descreve completamente os processos:
 - ▣ $\text{traces}(P \parallel Q) = \text{traces}(P \mid \sim \mid Q)$
 - ▣ $P \parallel Q =_T P \mid \sim \mid Q$ mas $P \parallel Q \neq_F P \mid \sim \mid Q$
- Útil para verificar se um processo não realiza nenhum evento que não deveria realizar (redução de não-determinismo):
 - ▣ não diz nada sobre que eventos o processo tem que realizar ($P \parallel T = \text{STOP}$)

Traces, Igualdade e os outros Modelos

- $P \stackrel{F}{=} Q \Rightarrow P \stackrel{T}{=} Q$
- $P \stackrel{=}{=} Q$ é uma abreviação para $P \stackrel{FD}{=} Q$
- As leis algébricas de CSP consideram o modelo de *failures-divergences*:
 - há processos com o mesmo conjunto de traces mas que não podem ser provados iguais através das leis

Exercício

- Mostre que os seguintes refinamentos são válidos:
 - $P \sqsubseteq Q = P \mid \sim \mid Q$
 - $P \sqsubseteq Q \sqsubseteq P, \text{ ou } Q$
 - $(a \rightarrow b \rightarrow \text{STOP}) \sqsubseteq (a \rightarrow \text{STOP})$

Exercício

- Como mostro que um dado processo P não é capaz de descrever o comportamento $\langle a, b, c \rangle$ usando apenas o modelo de traces?