

# OPERADORES DE ESCOLHA, PROCESSOS ESPECIAIS, E LEIS ALGÉBRICAS DE CSP

Alexandre Mota & Augusto Sampaio

# Operadores de Escolha

- Escolha condicional

`if cond then P else Q`

- Escolha externa

`P [ ] Q`

- Escolha não-determinística (interna)

`P | ~ | Q`

# Escolha Externa

- Operador para construir processos:

$P \parallel Q$

dado processos  $P$  e  $Q$

- Oferece os eventos iniciais de  $P$  e  $Q$ , e espera até que haja uma comunicação
- Depois da comunicação de um evento de  $P$  ( $Q$ ), comporta-se como  $P$  ( $Q$ )

# Escolha Externa

- Generaliza a alternativa guardada
- $P$  e  $Q$  podem ter eventos iniciais em comum!
  - ▣ Resulta em **não-determinismo**
  - ▣ Neste caso a escolha é feita pelo processo, internamente
  - ▣ Um método que pode funcionar de duas maneira diferentes
  - ▣ Abstração, essencial para **especificações**

# Escolha Externa

```
( a -> a -> STOP )  
[ ] ( a -> b -> STOP )
```

não é equivalente a

```
a -> ( ( a -> STOP )  
      [ ] ( b -> STOP )  
      )
```

# Escolha Interna

- Operador para construir processos:

$P \mid \sim \mid Q$

dado processos  $P$  e  $Q$

- Comporta-se como  $P$  ou como  $Q$ , a escolha sendo aleatória
- Outros operadores podem introduzir não-determinismo
- Útil para especificações, abstração

# Escolha Interna *versus* Externa

$(a \rightarrow \text{STOP}) [ ] (b \rightarrow \text{STOP})$   
sempre oferece os eventos  $a$  e  $b$

$(a \rightarrow \text{STOP}) \mid \sim \mid (b \rightarrow \text{STOP})$   
pode rejeitar  $a$  ou  $b$

# Exemplo

```
ATM1 = incard?c -> pin.fpin(c) ->  
      req?n -> dispense!n ->  
      outcard.c -> ATM1
```



# Exemplo

channel refuse

ATM2 =

```
incard?c -> pin.fpin(c) -> req?n ->
  ((dispense!n -> outcard.c -> ATM2)
 |~|
  (refuse -> ( ATM2
              |~|
              outcard.c -> ATM2 ) ) )
```

# Refinamento de Processos

- $P \mid \sim \mid Q$  pode ser trocado por  $P$  (ou por  $Q$ ) em qualquer contexto
- $Q$  é mais determinístico do que  $P$  se
$$P = P \mid \sim \mid Q$$
  - $Q$  é melhor do que  $P$
  - $Q$  refina  $P$
  - $P \sqsubseteq Q$
  - $\text{Contexto}(P) \sqsubseteq \text{Contexto}(Q)$

# Eventos Compostos

- Canais tipados, com comunicação simultânea de vários dados através dos mesmos:

```
channel c : A.B
```

```
c.a.b -> ...
```

```
c?x!b -> ...x...
```

```
{|c|} = {c.a.b, c.a.b1, ...}
```

# Processos Especiais

$\text{RUN}(X) =$

$(\lambda x:X @ x \rightarrow \text{RUN}(X))$

$\text{Chaos}(X) =$

$\text{STOP}$

$|\sim|$

$(\lambda x:X @ x \rightarrow \text{Chaos}(X))$

# Leis Algébricas

$$x + y = y + x$$

$$x:=0; x:=x+1 = x:=1$$

- Determinam a igualdade entre duas descrições de processos:
  - ▣ os processos denotados pelas descrições são iguais, apresentam o mesmo comportamento
- Úteis para otimização, entendimento, definição semântica, e verificação de corretude

# Leis Algébricas

$$P \cup P = P$$

$$P \cup Q = Q \cup P$$

$$P \cup (Q \cup R) = (P \cup Q) \cup R$$

$$\text{STOP} \cup P = P$$

$$P \cap P = P$$

$$P \cap Q = Q \cap P$$

$$P \cap (Q \cap R) = (P \cap Q) \cap R$$

# Leis Algébricas

$$F(P \mid \sim \mid Q) = F(P) \mid \sim \mid F(Q)$$

- para qualquer construtor  $F(X)$  que só tenha uma única cópia de  $X$ :

$$\mu P . ( (a \rightarrow P) \mid \sim \mid (b \rightarrow P) )$$

é diferente de

$$(\mu P . a \rightarrow P) \mid \sim \mid (\mu P . b \rightarrow P)$$

# Exercícios

- Do livro texto
  - ▣ Essenciais: 1.1.8, 1.1.9
  - ▣ Opcionais: 1.1.6, 1.1.7 , 1.2.6