

## Aula 5

### Operadores do CCS

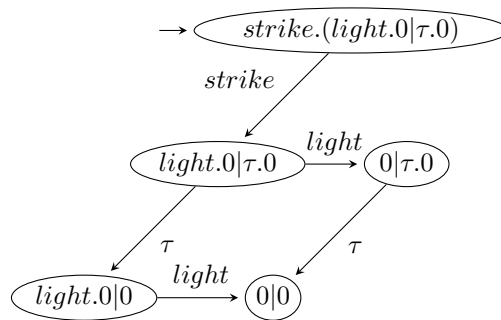
”.” **Prefixo** a execução de  $\alpha.P$  começa com a execução da ação  $\alpha \in Act$  e depois comporta-se como  $P$

”+” **Escolha** O processo  $P+Q$  comporta-se como o processo  $P$  ou o processo  $Q$ . É a escolha não determinística

”|” **Composição Paralela** O processo  $P|Q$  representa a execução concorrente de  $P$  e  $Q$  (que progridem independentemente no tempo).

### Paralelismo

Dois fósforos:  $strike.(light.0|\tau.0)$



As ações são instantâneas.

### Regras de inferência *Par*

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

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

### Sincronia em CCS

- O conjunto de ações observáveis  $Com$  é dividido em dois
- $Com = A^! \cup A^?$
- $A^!$  conjunto de ações de saída (*envio*)

- $A^?$  conjunto de ações de entrada (*recebidas*)
- Ações com o mesmo nome formam um par e são complementares:
- um processo envia  $a^!$  e o outro recebe  $a^?$
- O complemento de  $a \in A^! \cup A^?$  designa-se por  $\bar{a}$ : se  $a \in A^!$  então  $\bar{a} \in A^?$  e vice-versa.
- Para a ação interna  $\tau$ , temos  $\tau = \bar{\tau}$ .
- $\forall \alpha \in Act, \bar{\bar{\alpha}} = \alpha$ .

### Regra de inferência de Sincronia

$$\frac{P \xrightarrow{a} P' \quad Q \xrightarrow{\bar{a}} Q'}{P|Q \xrightarrow{\tau} P'|Q'}$$

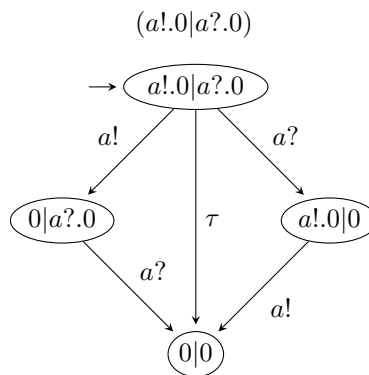
A sincronização não é observável por processos externos  
 A ação interna  $\tau$  representa a sincronização para o exterior

$$\text{Sync} \frac{P \xrightarrow{a} P' \quad Q \xrightarrow{\bar{a}} Q'}{P|Q \xrightarrow{\tau} P'|Q'}$$

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

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

### Exemplo



A regra Sync não exclui a utilização de ParD e ParE.

## Operador de Restrição

- Proíbe que pares de ações observáveis ( $a$  e  $\bar{a}$ ) sejam usadas individualmente.
- Força a sincronia (A aplicação da regra Sync)
- $P \setminus H$  onde  $P$  é um processo e  $H$  um conjunto de ações de comunicação que serão proibidas (por vezes em vez de  $a!$ ,  $a?$  apenas se escreve  $a$  em  $H$ ).
- As ações internas  $\tau$  não podem estar em  $H$

$$\text{Res} \frac{P \xrightarrow{\alpha} P' \quad \alpha \notin H}{P \setminus H \xrightarrow{\alpha} P' \setminus H}$$

## Exemplo de Restrição

$$((a!.0|a!.0)|a?.0) \setminus \{a!, a?\} \xrightarrow{\tau} ((a!.0|0)|0) \setminus \{a!, a?\}$$

$$((a!.0|a!.0)|a?.0) \setminus \{a!, a?\} \xrightarrow{\tau} ((0|a!.0)|0) \setminus \{a!, a?\}$$


---

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

$$\text{Res} \frac{P \xrightarrow{\alpha} P' \quad \alpha \notin H}{P \setminus H \xrightarrow{\alpha} P' \setminus H}$$

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