


UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
UFRPE

Operador de composição sequencial

Disciplina: Métodos Formais
Bacharelado em Ciência da Computação

Prof. Lucas Albertins
lucas.albertins@ufrpe.br

```
FOR(P, 0) = SKIP
FOR(P, n) = P; FOR(P, n-1)
```

1

Roteiro

- Conceito de terminação
- Exemplos
- Composição sequencial vs estado
- Leis algébricas

2

O que é terminação?

Em CSP, um processo termina se o mesmo se comporta como o processo SKIP (que sinaliza terminação)

- Entendemos que P fez tudo e concluiu com sucesso

3

Composição sequencial

O processo $P ; Q$ se comporta como P, quando P termina, se comporta como Q

4

SKIP e o evento especial \checkmark

O processo SKIP comunica o evento \checkmark (tick) se não houver um ; na sequência

Exemplo: $P = a \rightarrow \text{SKIP}; b \rightarrow \text{SKIP}$

$\text{traces}(P) = \{\langle \rangle, \langle a \rangle, \langle a, b \rangle, \langle a, b, \text{tick} \rangle\}$

Exemplo: $Q = a \rightarrow \text{STOP}; b \rightarrow \text{SKIP}$

$\text{traces}(Q) = \{\langle \rangle, \langle a \rangle\}$

5

Exemplo 1

- Composição sequencial pode ser uma alternativa para expressar recursão

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

7

Exemplo 2

- Composição sequencial pode ser usada para simplificar especificações com prefixos comuns

```
channel cafe
channel moeda : {1,2}

P1 = moeda.2 -> cafe -> P1
    [] moeda.1 -> moeda.1 -> cafe -> P1

RECEBE_DOIS = moeda.2 -> SKIP
             [] moeda.1 -> moeda.1 -> SKIP

P2 = RECEBE_DOIS ; cafe -> P2

P1 [FD= P2 and P2 [FD= P1
```

8

Exemplo 3

- Composição sequencial pode ser usada para modularizar a especificação
- Exemplo: move pode ser reutilizado para definir o movimento de várias peças do xadrez

```
datatype DIRECAO = NORTE | LESTE | ... |
                  NOROESTE
channel move : DIRECAO

MOVE(direcao) = move!direcao -> SKIP
```

9

Exemplo 3

- A torre pode ser modelada da seguinte forma

```
TORRE = MOVE(NORTE); TORRE
      [] MOVE(SUL); TORRE
      [] MOVE(LESTE); TORRE
      [] MOVE(OESTE); TORRE
```

10

Exemplo 3

- Modelando a rainha

```
RAINHA = ([] dir : DIRECAO
          @ MOVE(dir); RAINHA)
```

11

Iteração

- Podemos usar composição sequencial para expressar a iteração de um processo P que termina com sucesso
- O processo a seguir expressa que P acontece n vezes

```
FOR(P, 0) = SKIP
FOR(P, n) = P; FOR(P, n-1)
```

12

Iteração

- Exemplo: o processo $\text{FOR}(\text{UP}, 3)$ é equivalente a

```
up -> SKIP; up -> SKIP; up -> SKIP; SKIP
```

onde

```
UP = up -> SKIP
```

13

Composição sequencial fecha o escopo

- Escopo das variáveis termina quando o processo termina
- Exemplo: Em P1 e P2 o escopo de x está em negrito. P2 dá erro de sintaxe pois x não está definido depois do ;

P1 = **entrada?x** -> **saida!x** -> STOP

P2 = **entrada?x** -> **SKIP** ; **saida!x** -> STOP
(erro sintático)

14

Leis

$(P \sqcap Q); R = (P; R) \sqcap (Q; R)$ ⟨; -dist-l⟩

$P; (Q \sqcap R) = (P; Q) \sqcap (P; R)$ ⟨; -dist-r⟩

$P; (Q; R) = (P; Q); R$ ⟨; -assoc⟩

$SKIP; P = P$ ⟨; -unit-l⟩

$P; SKIP = P$ ⟨; -unit-r⟩

Exemplos:

a -> SKIP ; SKIP = a -> SKIP
STOP ; SKIP = STOP
RUN ; SKIP = RUN

15

Leitura e exercícios

- Livro: Theory and Practice of Concurrency
 - Leitura:
 - 6 (da página 139 até 144)

16



17