UFCG – CEEI – DSC – CCC
Grupo PET Computação
Ciclo de Seminários

Linguagem formal CSP: Uma alternativa ao teste de software.

Natasha Bezerra
natasha.silva@ccc.ufcg.edu.br
Outubro 2012

Agenda

- Surgimento da linguagem
- Principais elementos de CSP
- Operadores
- Semântica
- Refinamentos
- Ferramentas
- Aplicação
- Referências

Surgimento da linguagem

- Hoare (1985) e Roscoe (1998)
- Linguagem formal para modelar aspectos comportamentais
- Operadores Algébricos
- Análise de propriedades (Deadlock, Livelock e Determinismo)

Principais elementos de CSP

- **Processo** - entidades básicas que capturam um comportamento.

Processos primitivos em CSP: *STOP* e *SKIP*.

$$
\begin{array}{lll}
P(s) ::= & STOP & \\
\mid & SKIP & \\
\mid & a \rightarrow P(s) & (prefixo) \\
\mid & P(s) & (recursao) \\
\mid & g \;\&\; P(s) & (escolha\ condicional) \\
\mid & P(s) \,\square\, P(s) & (escolha\ externa) \\
\mid & P(s) \sqcap P(s) & (escolha\ interna) \\
\mid & P(s) \backslash C & (internalizacao) \\
\mid & P(s)[R] & (renomeacao) \\
\mid & P(s) \,;\, P(s) & (composicao\ sequencial) \\
\mid & P(s) \,\triangle\, P(s) & (interrupcao) \\
\mid & P(s) \;\|_{C}\; P(s) & (paralelismo)
\end{array}
$$

Principais elementos de CSP

- Datatype (datatype D)
- Comunicação
  - Evento (tic e tac de um relógio)
  - Canal (canal *debitar* entre os processos CAIXA e SERVIDOR)
- Alfabeto (Alfabeto = $\cup$ Eventos)

Operadores

- Escolha Condicional
- Prefixo
- Recursão
- Escolha Interna e Externa
- Comp. Paralela
- ...

Processo	Operadores
$a \rightarrow P$	Pré-fixo
$P \Box Q$	Escolha Externa
$P \sqcap Q$	Escolha Interna
$P \underset{X}{\|\|} Q$	Paralelismo
$P \|\|\| Q$	Interleaving
$P \setminus X$	Hiding
$P \lhd b \rhd Q$	Se Então Senão

Semântica

Conjunto de leis algébricas que permitem provar equivalências semânticas (por meio de refinamentos) entre processos sintaticamente diferentes.

- Modelo de *Traces* $traces(P \,[]\, Q) = traces(P) \cup traces(Q)$
- Modelo de Falhas $failures(P \sqcap Q) = failures(P) \cup failures(Q)$
- Modelo de Falhas e Divergências $(failures^{\perp}(P), divergences(P))$

Refinamentos

Nova forma de implementar ou modelar o sistema sem nenhum impacto.

Relações de refinamento:

- Refinamentos por traces

  $(P \sqsubseteq_T Q)$ se e somente se traces(Q) U traces(P)

  $$P =_T Q \equiv P \sqsubseteq_T Q \wedge Q \sqsubseteq_T P$$

- Refinamentos por falhas

  $(P \sqsubseteq_F Q)$ se e somente se traces(Q) $\sqsubseteq$ traces(P) ^ failures (Q) $\sqsubseteq$ failures (P)

- Refinamentos por falhas e divergências

  $$P \sqsubseteq_{FD} Q \equiv failures_{\perp}(Q) \subseteq failures_{\perp}(P) \wedge divergences(Q) \subseteq divergences(P)$$

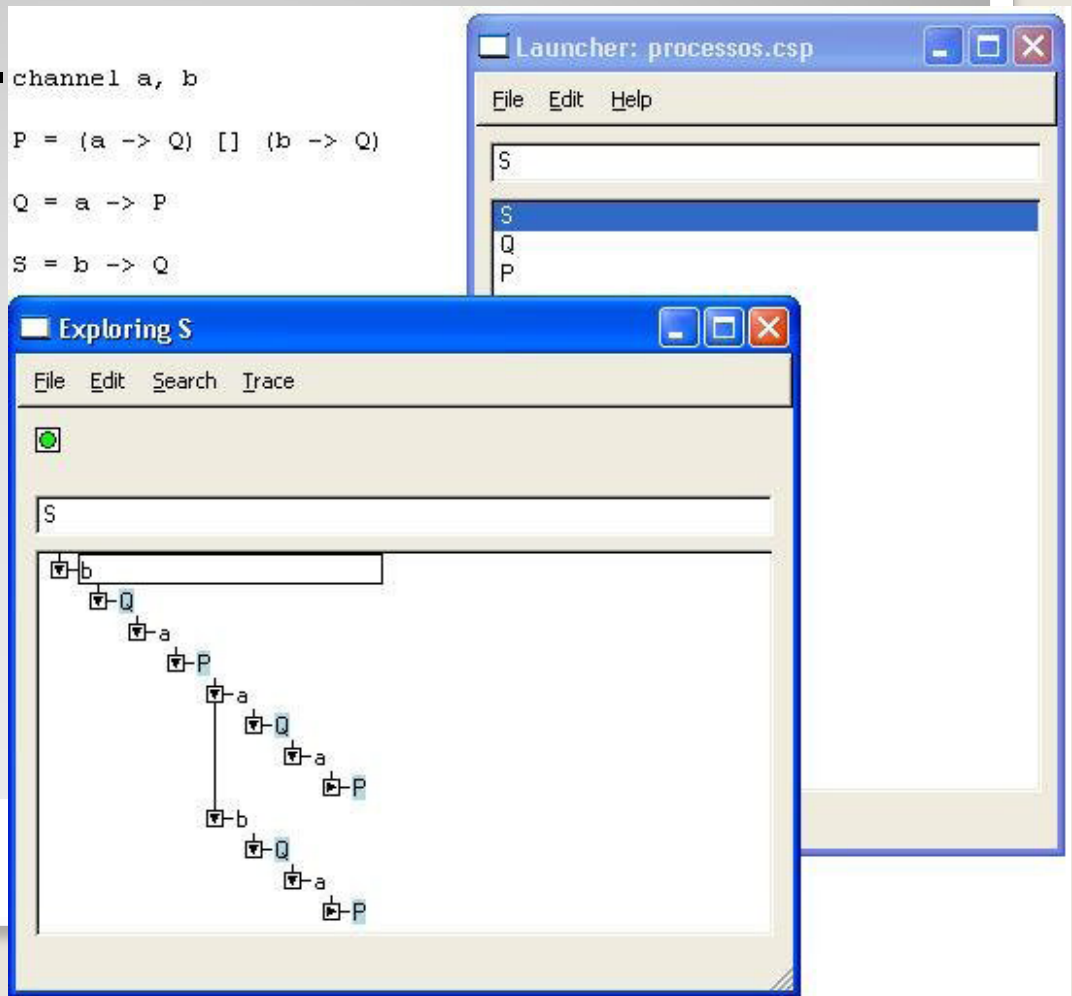
Ferramentas

- Análise automática
- Existem duas abordagens para estudar um processo:
  - Propriedades padrão (deadlock, livelock, não-determinismo)
  - Refinamento entre processos

Ferramentas

- ProBE:

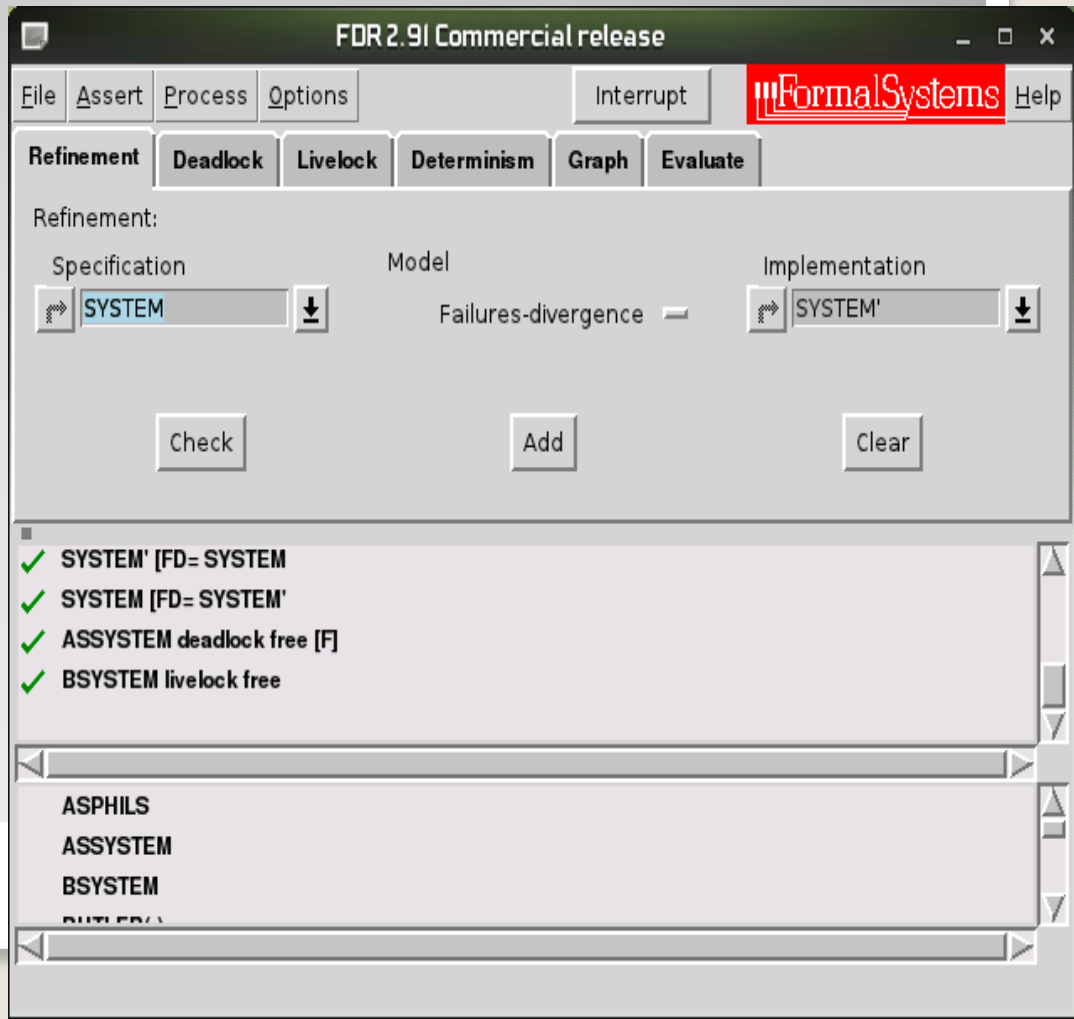
animar os modelos.



Ferramentas

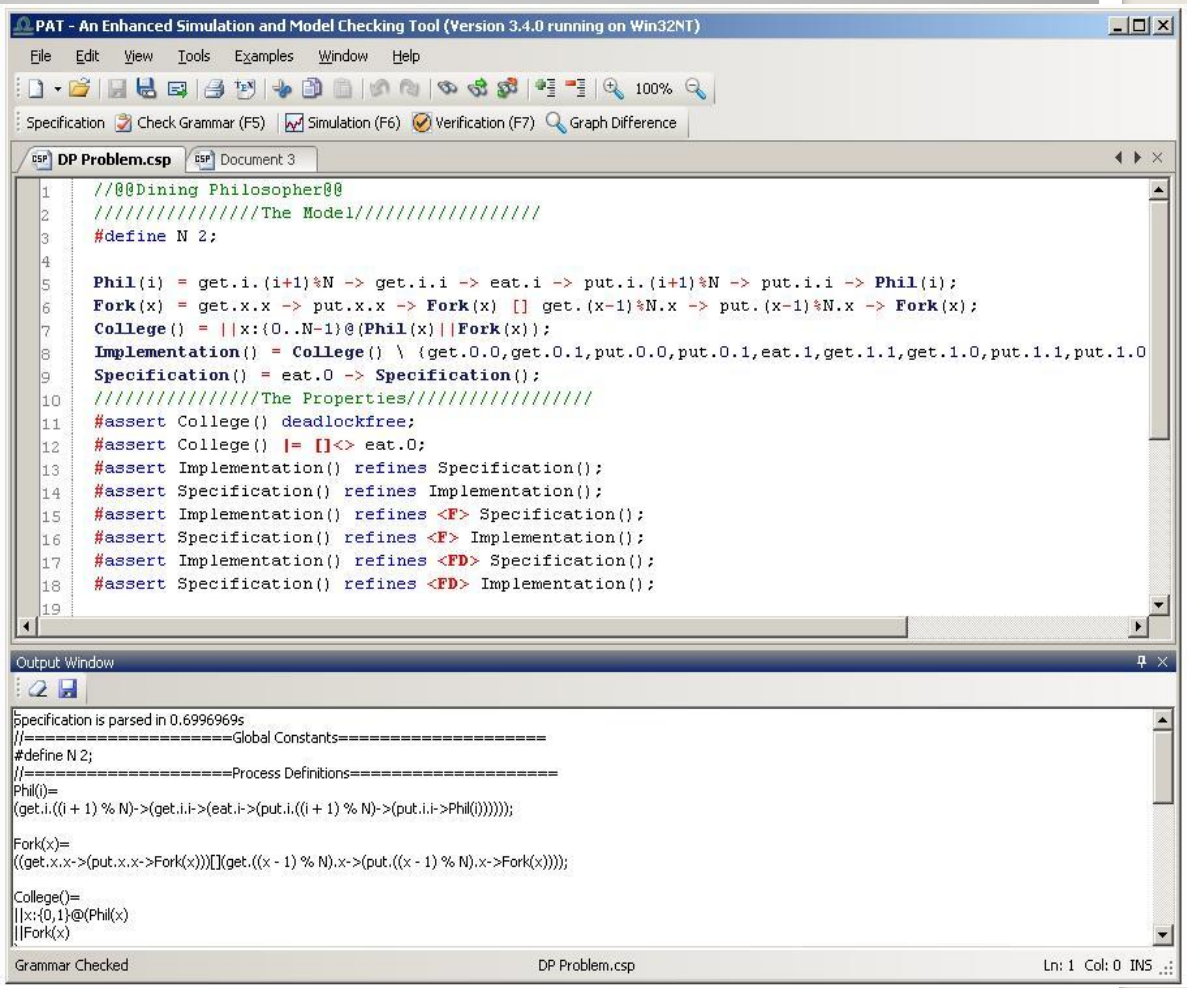
- FDR:

testar afirmações sobre processos, como equivalências entre processos e existência de deadlocks, livelocks ou não-determinismo.



Ferramentas

- PAT: ferramenta de simulação, verificação de modelo e refinamento para sistemas concorrentes e de tempo real.

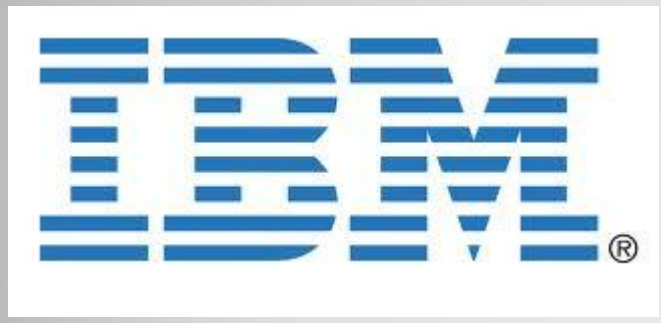


Ferramentas

É importante salientar que existem diferenças entre os dialetos de CSP aceitos pelo FDR e pelo PAT.

Estrutura	CSPFDR	CSPPAT
Valor bolleano	true false	true false
Processos primitivos	STOPSKIP	Stop Skip
Conjunção lógica	b1 and b2	b1 && b2
Disjunção lógica	b1 or b2	b1 || b2
Negação	not b	! b
Comparação	x1==x2	x1==x2
Diferença (booleana)	x1!=x2	x1!=x2
Menor que	x1<x2	x1<x2
Menor ou igual	x1<=x2	x1<=x2
Maior que	x1>x2	x1>x2
Maior ou igual	x1>=x2	x1>=x2
Expressão condicional	if b then x1 else x2	if (b) {x1} else {x2}
Canais	channel b	
Prefixo	c -> p	c -> p
Escolha externa	P[]Q	P [*] Q
Escolha interna	P |~| Q	P <> Q
Paralelismo	P || Q	P || Q
Interleaving	P ||| Q	P ||| Q
Hiding	P \ A	P \ A
Processos com parametros	P(x)	P(x)
Operadores	* / % + -	* / % + -
Interrupção	P /\ Q	
Composição Sequencial	P;Q	P;Q
Conjunto literal	{}	
Conjunto com intervalo fechado	{m..n}	{m..n}
Conjunto com intervalo aberto	{m..}	{m..}

Aplicação



Referência

- A. W. Roscoe. *The theory and Practice of Concurrency*.Prentice Hall, 1998.
- C.A.R Hoare. *Communicating Sequential Processes*.Prentice-Hall, 1985.
- Formal Systems (Europe) Ltd. *FDR: User Manual and Tutorial*, version 2.80, 2003.
- PAT. PAT: The Process Analysis Toolkit, 2009. Disponível em: http://www.comp.nus.edu.sg/pat
- http://cgibin.erols.com/ziring/cgi-bin/cep/cep.pl?_key=CSP
- http://www.cin.ufpe.br/~tg/2007-1/fmmf.pdf
- http://home.comcast.net/~refilman/text/dpl/csp.pdf
- http://www.iist.unu.edu/~cbertolini/papers/6TLA3_09Bertolini.pdf

Dúvidas?

UFCG – CEEI – DSC – CCC
Grupo PET Computação
Ciclo de Seminários

Linguagem formal CSP: Uma alternativa ao teste de software.

Natasha Bezerra
natasha.silva@ccc.ufcg.edu.br
Outubro 2012