

Um Framework para o Teste Automatizado de Sensores

Darlan Felipe Klotz
Marco Tulio Guerreiro
Marcelo Teixeira
Richardson Ribeiro

Abordagem Inicial

- ▶ Procedimento automatizado para testar a operação de sensores capacitivos de umidade do solo;
- ▶ Autômatos Finitos e conceitos de Linguagens;
- ▶ Síntese monolítica:
 - ▶ Controlador minimamente restritivo;
 - ▶ Não bloqueante.
- ▶ Controlador Lógico Programável (CLP);
- ▶ Sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA).

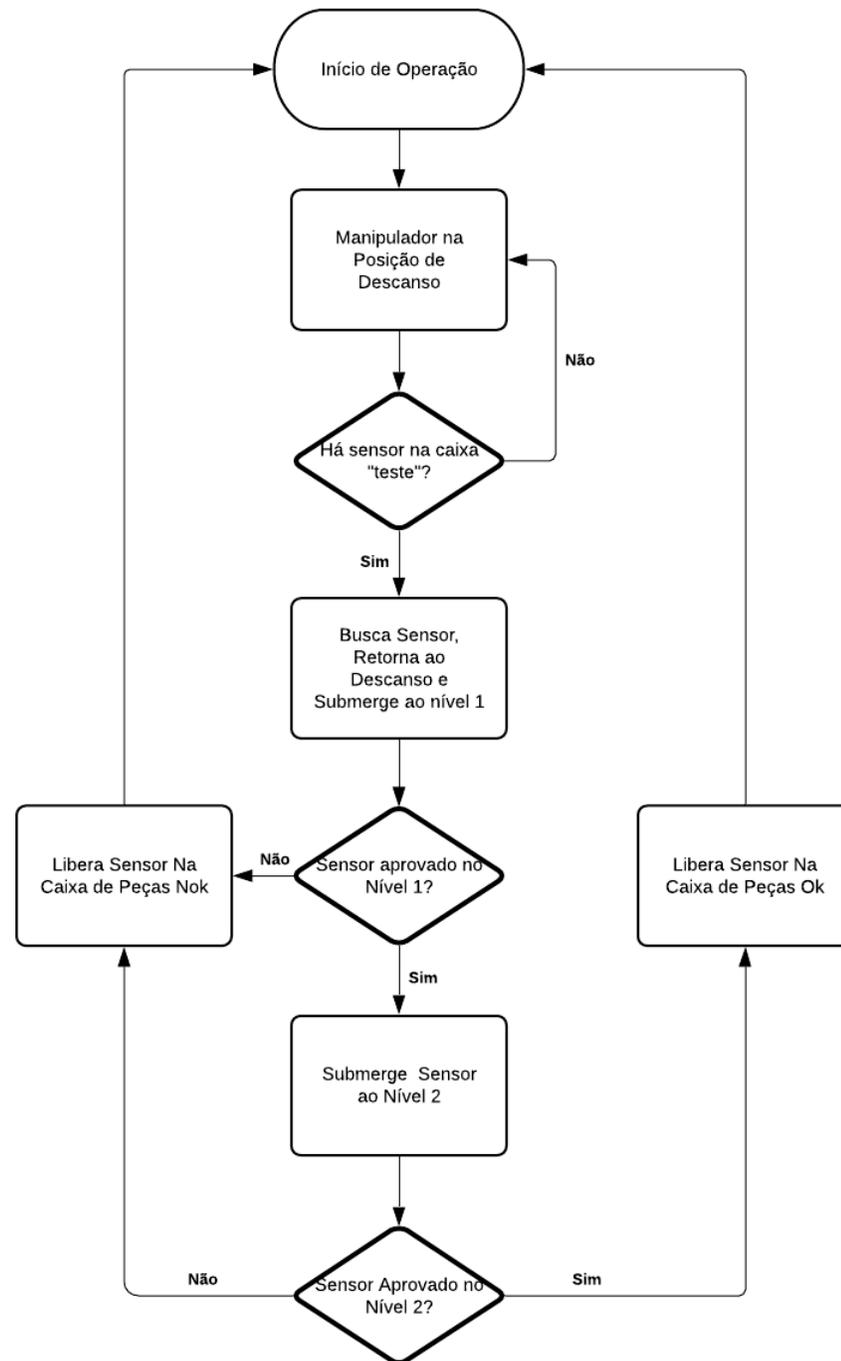
O procedimento de Testes

- ▶ Consiste em validar a resposta elétrica de um sensor capacitivo de umidade de solo.

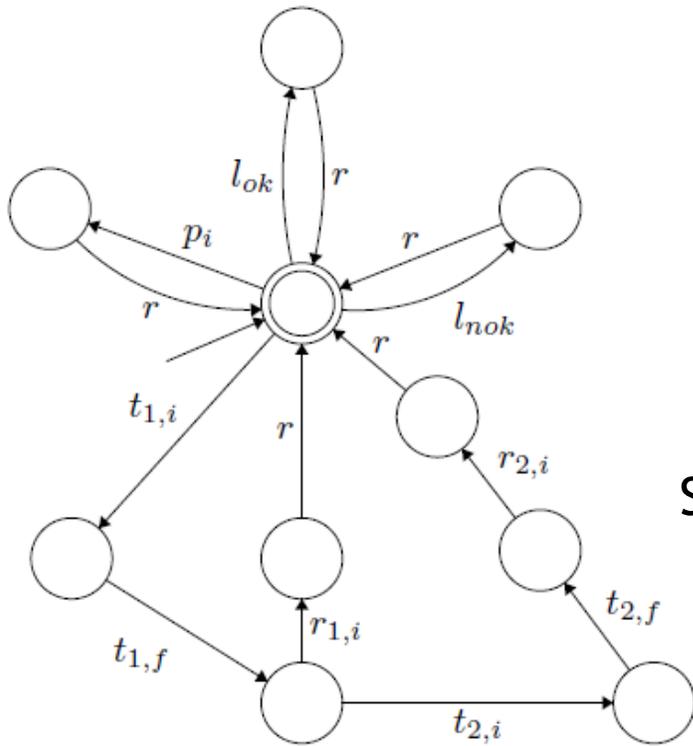


O procedimento de Testes

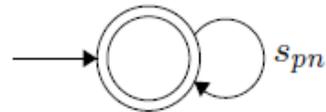
- ▶ O processo de teste foi observado como um Sistema a Eventos Discretos [Cassandras e Lafortune 2009]:
 - ▶ Modelar a dinâmica por meio de um Autômato Finito (AF);
 - ▶ Planta;
 - ▶ Especificações;
 - ▶ Controlador.
- ▶ Adotado um manipulador robótico para realizar os movimentos necessários [Rosário 2010].



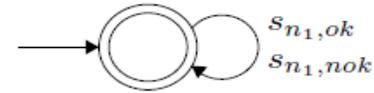
Modelagem da Planta



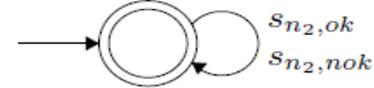
Manipulador (M1)



Sensor Nova Peça (M2)



(a) Nível 1

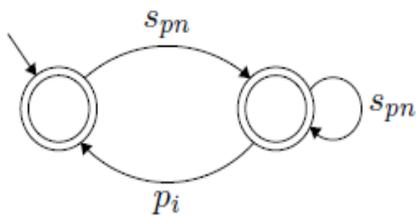


(b) Nível 2

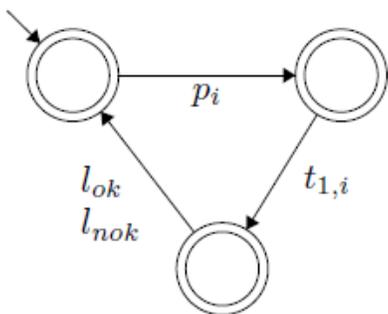
Sensor Medidas (M3)

$G = M1 || M2 || M3 = 10 \text{ estados}$

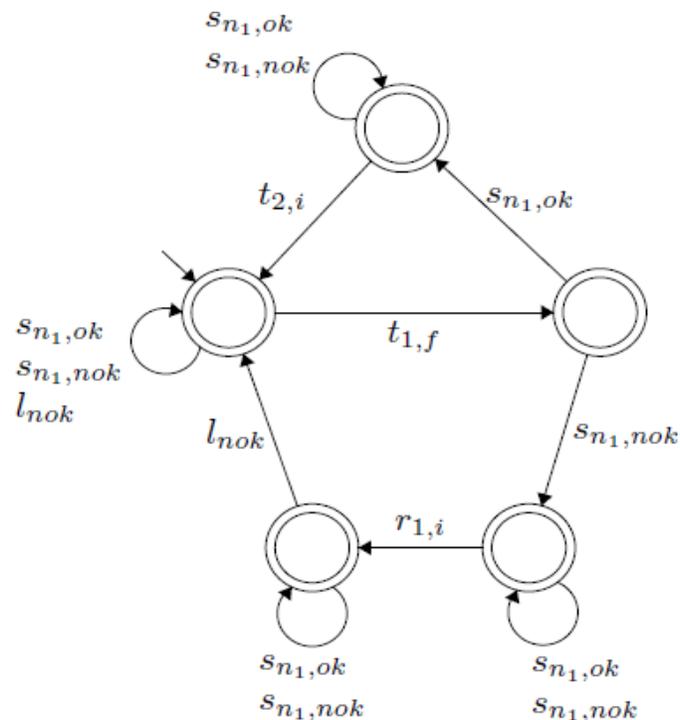
Modelagem das Especificações



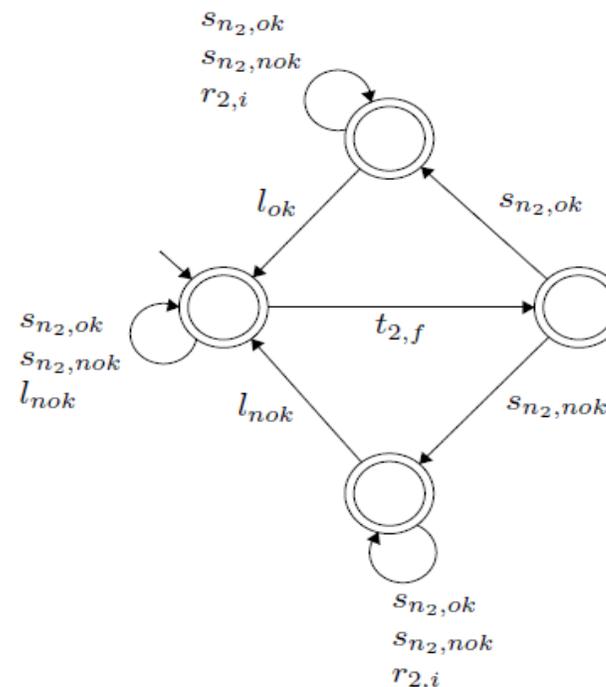
Presença de Peça
Caixa Teste (E1)



Condição de Manipulador
Ocupado (E2)



Procedimento
Primeiro Teste (E3)



Procedimento
Segundo Teste (E4)

$$E = E1 || E2 || E3 || E4 = 120 \text{ estados}$$

Mapa de Eventos

Sinal	Descrição	Tipo
MANIPULADOR ROBÓTICO		
p_i	Inicia o movimento para pegar uma peça	C
l_{ok}	Inicia o movimento para soltar a peça boa	C
l_{nok}	Inicia o movimento para soltar a peça ruim	C
$t_{1,i}$	Inicia o movimento para mergulhar o sensor no nível 1	C
$t_{2,i}$	Inicia o movimento para subir o sensor até o nível 2	C
$r_{1,i}$	Inicia o movimento para retornar o braço do nível 1 para o descanso	C
$r_{2,i}$	Inicia o movimento para retornar o braço do nível 2 para o descanso	C
r	Indica que o braço retornou ao descanso	NC
$t_{1,f}$	Indica que o braço está posicionado no nível 1 do tanque	NC
$t_{2,f}$	Indica que o braço está posicionado no nível 2 do tanque	NC
SENSOR DE ENTRADA DE PEÇAS		
s_{pn}	Indica que há uma nova peça no buffer	NC
TESTE DO SENSOR		
$s_{n1,ok}$	Indica que o sensor passou no teste no nível 1	NC
$s_{n1,nok}$	Indica que o sensor não passou no teste no nível 1	NC
$s_{n2,ok}$	Indica que o sensor passou no teste no nível 2	NC
$s_{n2,nok}$	Indica que o sensor não passou no teste no nível 2	NC

Síntese do Controlador

$K = G \mid \mid E = 38 \text{ estados}$

$S = \sup \{K\} = 38 \text{ estados}$

	G	E	K	S
Q	10	120	38	38
→	64	840	223	223

Implementação

- ▶ CLP TPW 03 WEG;
- ▶ *Ladder*;
- ▶ Transição Manual de Autômato para *Ladder*.



Supervisão do Sistema

- ▶ Comunicação RS 485 protocolo Modbus RTU;
- ▶ Aplicação SCADA;
- ▶ Software E3;
 - ▶ Contagem de sensores aprovados;
 - ▶ Contagem de sensores não aprovados;
 - ▶ Contagem de sensores totais;
 - ▶ Layout da Planta Fabril.

Supervisão do Sistema

LIGA

DESLIGA

TOTAL PEÇAS OK
0

TOTAL PEÇAS DESCARTADAS
0

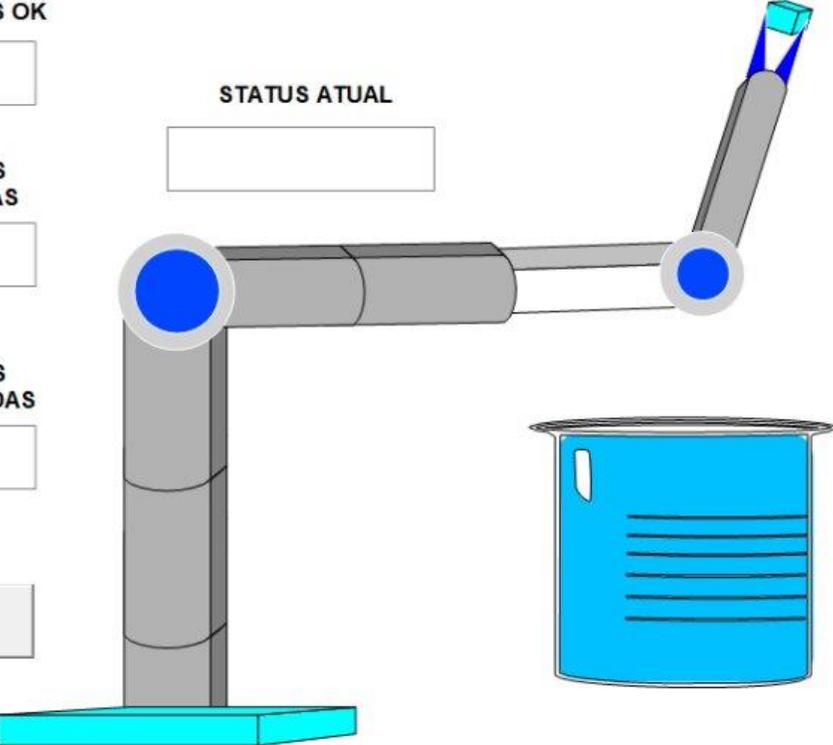
TOTAL PEÇAS MANUFATUADAS
0

SAIR

PLANTA FABRIL

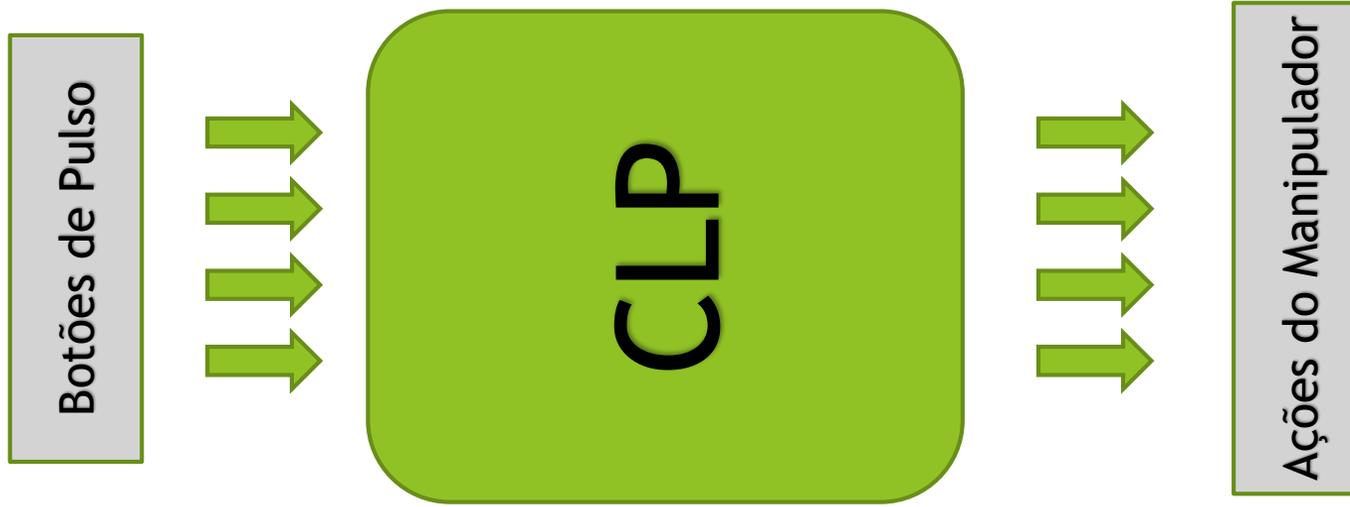
MEDIÇÃO SENSOR

STATUS ATUAL



Validação do Sistema

- ▶ Entradas Simuladas por botões de Pulso.



Validação do Sistema

- ▶ Sequência de Eventos:
 - ▶ $\{p_i, r\}$ \Rightarrow evento p_i bloqueado pois necessita da antecedência do evento s_{pn} ;
 - ▶ $\{s_{pn}, p_i, r, s_{pn}\}$ \Rightarrow evento p_i foi desabilitado após a primeira transição desta cadeia, restringindo a busca por uma nova peça antes da atual ser processada;
 - ▶ Outras cadeias de eventos foram aplicadas.

Conclusões e Trabalhos Futuros

- ▶ Redução no tempo de teste;
- ▶ Redução nos erros de validação;
- ▶ Monitoramento on-line;
- ▶ Opção de Relatórios de Validação;
- ▶ Implementar Modbus TCP;

Agradecimentos

- ▶ UTFPR - PB;
- ▶ IFC - Campus Luzerna;
- ▶ Workshop de Pesquisa em Computação dos Campos Gerais.

OBRIGADO !!!

Referências

- ▶ C.G. Cassandras e S. Lafortune. “Introduction to Discrete Event Systems”, 2 ed, 2009.
- ▶ J.M. Rosário, “Robótica Industrial I Modelagem, Utilização e Programação”, Vol. 1, Editora Baraúna, 2010.