

1. Publicação nº INPE-4088/FRN/1033	2. Versão	3. Data Dez. 1. 1986	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DMC Programa CEA			
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) AUTOMÁTICA ROBÓTICA CONTROLE E AUTOMAÇÃO			
7. C.D.U.: 629.062.2			
8. Título AUTOMÁTICA E ROBÓTICA		10. Páginas: 19	11. Última página: 18
9. Autoria Atair Rios Neto		12. Revisada por  Valcir Orlando	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  Marco Antonio Raupp Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>Inicialmente é feita uma característica geral do que seja a Automática (ou Controle e Automação ou Controle Automático) como área de conhecimento, de pesquisa e desenvolvimento, e de realizações tecnológicas. Nesta caracterização são apresentadas as definições e noções básicas, onde a Automática é conceituada como a área técnico-científica voltada para a busca de materialização de soluções artificiais de controle automático de sistemas, com o objetivo de substituir a ação humana, em termos físicos e de aquisição, transmissão e processamento de informações. São apresentados os elementos estruturais e os tipos de esquemas usualmente utilizados no controle e automação de sistemas. Adotando-se o critério de iniciar com o mais científico e teórico e prosseguir com mais tecnológico e aplicado, classificam-se os temas da Automática em oito grupos de atividades. Nesta classificação fica explícita a abrangência da área e a situação particular da Robótica, como uma das especializações do grupo de tecnologias básicas de Controle e Automação. A seguir dá-se uma visão introdutória do ramo de Robótica. Conceitua-se o que venha a ser um Robô, seus elementos básicos e esquemas de operação. Analisam-se as origens, classificações e usos de Robôs, bem como o estado atual e problemas ainda existentes da tecnologia de sistemas robóticos. Finalmente, é proposta estratégia para o desenvolvimento tecnológico desta área no país. Propõem-se medidas que, sem comprometer os objetivos de longo prazo de autonomia tecnológica, procurem, no curto prazo, minimizar os efeitos colaterais negativos.</i>			
15. Observações <i>Mini Conferência apresentada na 38ª Reunião Anual da SBPC, Curitiba, Paraná, 9 a 18 de julho de 1986.</i>			

1 - AUTOMÁTICA E ROBÓTICA: CARACTERIZAÇÃO GERAL

Automática será aqui entendida como a área do conhecimento humano dedicada à busca de resultados, tanto científicos quanto tecnológicos, que levem à materialização de soluções para o problema de auto controle de um dado sistema, segundo condições pré-estabelecidas por um agente externo. Assim dado um sistema, estabelecidos os objetivos de controle deste sistema, identificados os vínculos a serem respeitados (condições de partida, de chegada, dinâmica do sistema, limitações físicas de espaço, tempo e energia), o problema a ser resolvido é o da determinação e implementação, segundo esquema de auto controle, das entradas do sistema (Fig. 1).



Fig. 1 - Elementos básicos em um problema de controle

O objetivo da automática é a materialização de soluções artificiais para a realização autônoma de tarefas programadas pelo homem, de modo a substituí-lo e ampliá-lo em ações físicas e mentais, levando-o, na interação com a natureza e seus semelhantes, a situações mais favoráveis de: liberdade; segurança; conforto; e poder. Lidando com as leis da natureza, buscam-se soluções de controle e automação que substituam e ampliam a ação humana em termos de força, precisão, rapidez, alcance, no plano físico, e em termos de aquisição, transmissão, análise e uso de informações, no plano intelectual.

Os meios, em termos de conhecimento e condições físicas, para a pesquisa, desenvolvimento e materialização de soluções

No esquema de controle em malha aberta, após a modelagem, análise e, em geral, otimização, chega-se a uma solução para as entradas como uma função do tempo. Durante o funcionamento, não há nenhuma reavaliação e modificação da pré-programação feita para as entradas. Isto é, não há nenhuma ação corretiva das entradas em função do comportamento real das saídas ao longo do tempo, quando o sistema controlado é posto a operar. Exemplo típico é o de uma máquina de lavar roupas.

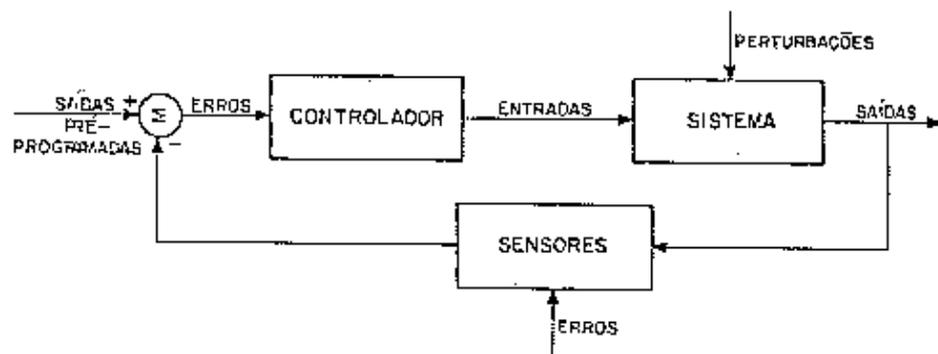


Fig. 3 - Esquema de controle em malha fechada.

No esquema em malha fechada as saídas são sensoriadas e realimentadas, de modo a avaliar os erros em relação às saídas planejadas (pré-programadas ou de referência) e aplicar ação corretiva nas entradas (controles), para eliminação destes erros. Este esquema é mais realista e efetivo, no sentido em que propicia solução onde se tenta corrigir, ao longo da operação, os efeitos de erros e perturbações que sempre existirão devido às limitações de conhecimento e materiais. Um exemplo típico é o de um sistema de ar condicionado.

Um esquema mais sofisticado é aquele em que se realimenta o estado do sistema.

- Séries Temporais;
 - Redução de Ordem;
 - Modelagem de Sistemas Estocásticos;
 - Estimacão de Estado;
 - Simulacão.
- . Análise de Sistemas:
- Estabilidade;
 - Propriedades Estruturais;
 - Sistemas Multivariáveis;
 - Sistemas de Grande Porte;
 - Sistemas Contínuos;
 - Sistemas Amostrados;
 - Oscilações.
- . Síntese de Sistemas de Controle:
- Controle Adaptativo;
 - Controle Estocástico;
 - Controle Amostrado;
 - Sistemas a Parâmetros Distribuídos;
 - Controle Descentralizado/Distribuído;
 - Controladores Não-lineares;
 - Robustez.
- . Otimização:
- Programacão Matemática;
 - Controle Ótimo;
 - Métodos Numéricos.

- . **Inteligência Artificial:**
 - Representação e Armazenamento do Conhecimento;
 - Métodos de Busca e Resolução de Problemas;
 - Conjunto Nebulosos;
 - Teoria de Aprendizagem.

29 Grupo: Tecnologias Básicas

- . Reconhecimento e Processamento de Sinais:
 - Reconhecimento de Padrões;
 - Processamento de Imagens;
 - Visão Computacional;
 - Processamento de Linguagem Natural.

- . Software Básico e de Apoio;

- . Inteligência de Máquina.

- . Robótica:
 - Cinemática e Dinâmica de Robôs;
 - Sensoriamento Externo e Interno;
 - Controladores e Estruturas de Controle;
 - Programação e Estrutura Inteligente de Robôs.

30 Grupo: Meios de Desenvolvimento e Projeto

- . Equipamentos:
 - Sistemas Didáticos;
 - Estações de Trabalho para Projeto Assistido por Computador;
 - Instrumentação para Simulação e Testes.

. Técnicas:

- Modelagem Física e Matemática de Processos;
- Software para Ensino;
- Software para Simulação, Análise e Identificação;
- Projeto Assitido por Computador.

. Terminologia e Normas Técnicas

4º Grupo: Meios de Construção e Projeto

. Equipamentos:

- Eletrônica de Potência e Acionamento;
- Transdutores, Sensores, Atuadores;
- Unidades Lógicas de Controle;
- Computadores de Processos;
- Sistemas Digitais Distribuídos;
- Redes de Aquisição e Comunicação de Dados;
- Estruturas Não Convencionais de Multiprocessamento.

. Técnicas:

- Software de Comunicação em Redes;
- Software Básico de Tempo Real;
- Software Aplicativo para Controle e Automação.

5º Grupo: Equipamentos e Sistemas Automáticos

. Robôs.

. Máquinas Automáticas.

. Controladores Numéricos.

6º Grupo: Automação da Manufatura

- . Planejamento, Programação e Supervisão da Produção.
- . Automação da Fabricação.
- . Controle de Qualidade da Produção.

7º Grupo: Automação de Processos Industriais

- . Açúcar e Alcool.
- . Alimentos.
- . Controle da Poluição.
- . Mineração.
- . Papel e Celulose.
- . Petróleo e Petroquímica.
- . Química e Farmacêutica.
- . Siderurgia e Metalurgia.
- . Outros.

8º Grupo: Automação de Processos Não Industriais

- . Agropecuária.
- . Comunicações.
- . Educação.
- . Geração, Transmissão, Distribuição e Utilização de Energia Elétrica.

- . Meteorologia.
- . Sensoriamento Remoto.
- . Sistemas Biomédicos.
- . Sistemas de Defesa.
- . Sistemas Marítimos e Fluviais.
- . Transportes.
- . Veículos Aeroespaciais e Satélites.
- . Outros.

2 - ROBÓTICA: VISÃO INTRODUTÓRIA DA ÁREA

Robótica pode ser definida como o ramo de Controle e Automação dedicado ao estudo, desenvolvimento, construção e operação de sistemas de automação voltados para tarefas que, devido a sua natureza, foram, no passado, consideradas como reservadas apenas para seres humanos (Coiffet, 1983). Assim um Robô é u'a máquina capaz de executar funções e manipulações antropomórficas. De uma forma mais técnica, um Robô é um manipulador reprogramável, multifuncional, projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais, através de movimento programados, para execução de uma variedade de tarefas (Caplan, 1982).

Os elementos básicos para um robô em operação são, conforme Fig. 5 (Coiffet, 1983):

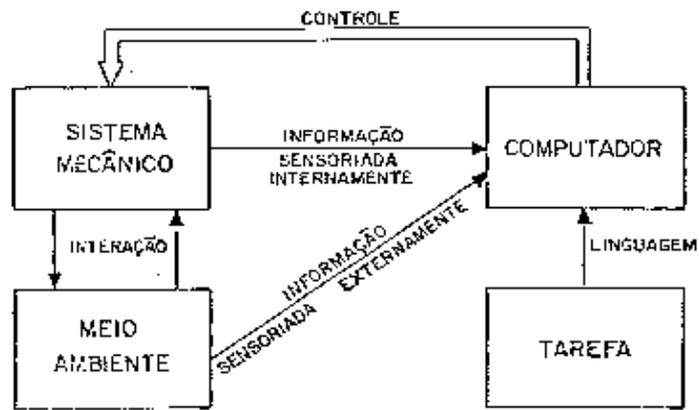


Fig. 5 - Elementos de um Robô em funcionamento.

- 1) *Parte Mecanizada*: é a parte mecânica do Robô, em geral um mecanismo articulado, mais atuadores e mais dispositivo terminal (Fig. 6); para cargas leves (algumas dezenas de Newtons) usam-se atuadores elétricos e pneumáticos, para cargas pesadas (atê vários milhares de Newtons) usam-se atuadores hidráulicos.

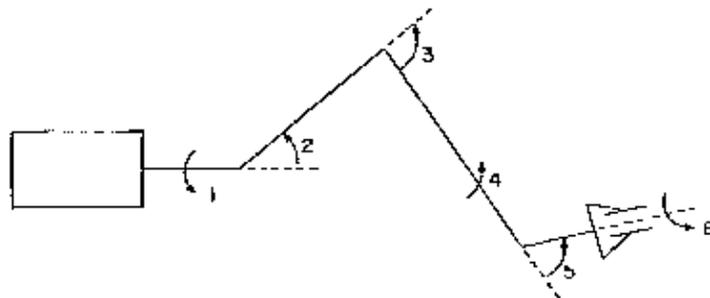


Fig. 6 - Estrutura geométrica de um robô com 6 graus de liberdade.

- 2) *Meio ambiente*: constituído pelo espaço, propriedades físicas, químicas e mais os objetos com os quais o Robô interage durante seu funcionamento.
- 3) *Tarefa*: que pode ser definida como a diferença entre os estados final (após completada a tarefa) e inicial do meio-ambiente. Ela deve ser descrita para o computador em linguagem apropriada e é, em geral, pré-programada.
- 4) *Computador*: é o cérebro do Robô e gera os sinais para os atuadores da parte mecânica, a partir das informações contidas na tarefa e daquelas relativas ao meio ambiente e estados passados e presente do mecanismo. O computador processa algoritmos que geram os sinais de controle para os atuadores, a partir de informações relativas ao modelo e estado do Robô, ao meio ambiente e às tarefas a serem executadas.

Sendo um caso particular de Controle e Automação, um sistema robótico pode ser representado pelo esquema de controle em malha fechada da Figura 4. Assim o esquema da Figura 5 pode ser visto como uma das formas particulares de realização de um esquema de controle em malha fechada, onde: o bloco do computador constitui a parte que comumente se designa como a unidade lógica de controle e que engloba o estimador de estado; parte do bloco do sistema mecânico representa os atuadores de controle e parte representa os manipuladores, que constituem o sistema sob controle; as informações sensorizadas interna (estado interno do Robô) e externamente (meio ambiente) constituem as saídas sensorizadas para a estimação do estado atual do sistema; e o bloco da tarefa corresponde ao estado pré-programado ou de referência. Uma característica singular de um sistema robótico é que, através da interação com o meio ambiente, pode-se ter a reavaliação e reprogramação das tarefas, isto é, dos estados de referência pré-programados.

simplificação do esquema da Figura 5, conforme mostrado na Figura 7 (Coiffet, 1983).

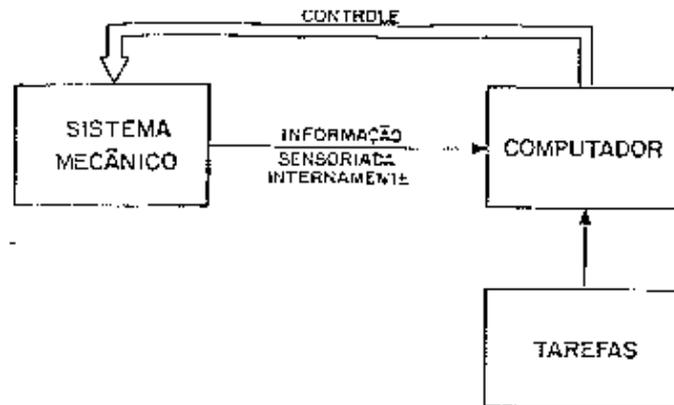


Fig. 7 - Funcionamento de Robôs de primeira geração.

Considerando como sub-áreas de Robótica aquelas da Lista Temática da seção anterior (2º Grupo), de maneira bastante geral e sucinta, os problemas hoje existentes e que estão a demandar esforços de pesquisa e desenvolvimento, são os seguintes:

- a) *Cinemática e Dinâmica de Robôs*: de modo geral, a necessidade permanente de modelos mais precisos mas, ainda assim, suficientemente simples para a implementação em tempo real, com os recursos computacionais e de controle hoje existentes (Coiffet, 1983); de maneira mais específica, a necessidade de melhor conhecimento da cinemática de manipuladores (Caplan, 1982; Hawber et alii, 1986) e de modelos dinâmicos adequados para estruturas descentralizadas de controladores adaptativos.

- a) Encarar os sistemas político, social e econômico como processos dinâmicos, que certamente podem ser controlados para benefício da maioria da população; esses sistemas precisam evoluir mais dinamicamente, segundo regras que vinculem um aumento significativo, relativamente às condições atuais, da repartição e distribuição dos resultados da atividade econômica, assim como do acesso da população à educação.
- b) Adotar estratégia de desenvolvimento da área de Controle e Automação que, sem comprometer os objetivos de autonomia e de exploração ao máximo dos benefícios a longo prazo, procure, a curto prazo, minimizar os efeitos colaterais negativos, principalmente o do desemprego.

No país, o estado atual da área, no setor tecnológico, é de quase total dependência às realizações tecnológicas já materializadas nos países desenvolvidos, as quais nem sempre são muito adequadas às nossas necessidades de aplicação. No setor de pesquisa e desenvolvimento, o estado atual é o de escassez global de recursos humanos e de infraestrutura física, a par de uma pulverização desses recursos na distribuição pelos grupos existentes; fato que, associado às grandes distâncias físicas entre os grupos, compromete o bom funcionamento de cada grupo, devido à falta da condição necessária de existência de massas críticas.

Em vista da grave situação existente e do critério inquestionável de que, em analogia com a construção de um edifício, o processo de desenvolvimento tecnológico de uma dada área deve ser sustentado a partir da consolidação dos alicerces necessários, sugere-se a estratégia de priorização, como meta de curto prazo, da consolidação de capacitação nas áreas básicas dos quatro primeiros grupos da lista temática apresentada na Seção 1, quais sejam:

- Teorias e Métodos de Controle e Automação;
- Tecnologias Básicas;

recursos deve ser condicionada a que as pesquisas estejam engajadas na busca de objetivos tecnológicos de uma ou mais das áreas dos grupos de aplicação a seguir (conforme Lista Temática da Seção 1):

- Equipamentos e Sistemas Automáticos;
- Automação de Manufatura;
- Automação de Processos Industriais;
- Automação de Processos Não-Industriais.

Para completar, sugere-se a adoção de estratégia no setor de aplicações que, ao buscar a capacitação em tecnologias de ponta, tais como Robótica, Automação da Manufatura e Inteligência Artificial, adote o critério de maximizar, por um lado, os benefícios para um desenvolvimento econômico sadio e de minimizar, por outro lado, os efeitos colaterais de prejuízos tanto sociais, em termos de desemprego, como ambientais, em termos de poluição e desequilíbrios ecológicos. Assim, dever-se-ia:

- a) investir para o desenvolvimento de aplicações nos setores básicos da economia, principalmente aqueles que, devido a sua importância estratégica para a autonomia econômica do país, já estão sob controle estatal;
- b) investir para aplicações em setores tipicamente brasileiros (isto é, sob controle de capital brasileiro) e apenas quando estritamente necessário para provimento de condições de competitividade;
- c) selecionar aplicações que, dentro de um dado setor, sejam necessárias por razões de: segurança, saúde, controle de poluição, ou natureza intrínseca do processo ou sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPLAN, N. (1982) The Robots Are Coming, The Robots Are Coming. Control Systems Magazine, 2, 2, 10-13.
- CANNON, R.H., Jr. (1984) Robots With a Light Touch (Kynote Address to the 1983 Automatic Control Conference). Control Systems Magazine, 4, 2, 14-16.
- CNPq/SBA/CTI (1984) Programa Nacional de Automação: Pesquisa e Desenvolvimento em Universidades e Centros Tecnológicos e de Pesquisa. Definição de Lista Temática e Recomendação de Prioridades.
- COIFFET, P. (1983) Robot Technology: Modelling and Control, v.1, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., U.S.A.
- PAUL, R.P. (1985) The Early Stages of Robotics. Control System Magazine, 5, 1, 27-31.
- DUNBAR, P. (1986) Machine Vision. Byte, 11, 1, 161-173.
- PENNYWITT, K.E. (1986) Robotic Tactile Sensing. Byte, 11, 1, 177-200.
- JORGENSEN, C.; HAMEL, W.; WEISBIN, C. (1986) Autonomous Robot Navigation. Byte, 11, 1, 223-235.



PROPOSTA PARA PUBLICAÇÃO

DATA
3.7.86

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO	
	Automática e Robótica	
	AUTORIA	PROJETO/PROGRAMA
	Atair Rios Neto	CEA
		DIVISÃO
		DGC
		DEPARTAMENTO
		DMC
DIVULGAÇÃO <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNA <input type="checkbox"/> INTERNA MEIO: SBPC		

REVISÃO TÉCNICA	REVISOR TÉCNICO	APROVADO: <input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO	APROVAÇÕES
	Valcir Orlando	04/07/86 DATA	
	RECEBI EM: 03/07/86 REVISADO EM: 03/07/86	APROVADO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO	
	OBSERVAÇÕES: <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ <input type="checkbox"/> VER VERSO		
	DEVOLVI EM: 04/07/86 <i>Valcir Orlando</i> ASSINATURA		

REVISÃO DE LINGUAGEM	Nº: 297	PRIORIDADE: 1	DATILOGRAFIA
		DATA: 07.07.86	
	REVISADO <input type="checkbox"/> COM <input type="checkbox"/> SEM	CORREÇÕES <input type="checkbox"/> VER VERSO	
	POR: <i>Keusa Maria das Bende</i>		
	14.07.86 DATA	<i>Keusa Maria das Bende</i> ASSINATURA	

PARECER			
FAVORÁVEL: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> VER <input type="checkbox"/> VERSO		
		DATA	RESPONSÁVEL/PROGRAMA

EM CONDIÇÕES DE PUBLICAÇÃO EM: _____	AUTOR RESPONSÁVEL
--------------------------------------	-------------------

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA	MEIO: _____
OBSERVAÇÕES: _____	
DATA	DIRETOR

SEC	PUBLICAÇÃO: 4089R5/433	PÁGINAS: _____	ÚLTIMA PÁGINA: _____
	CÓPIAS: _____	TIPO: _____	PREÇO: _____