

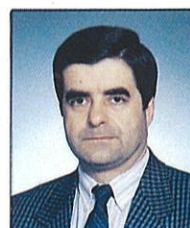
NÚCLEO DE CONTROLO E ROBÓTICA DA FEUP



Por:
*José A.
Tenreiro
Machado,*



*Alexandra
M. S. F.
Galhano*



*e
Jorge
Leite
Martins
de Carvalho*

Nos últimos vinte anos a Robótica tem conhecido um progresso notável. Em termos industriais esta evolução levou ao desenvolvimento de sistemas mais eficientes, à utilização de robots em tarefas mais sofisticadas e à existência de um maior número de robots em serviço. Na vertente científica foi investido um grande esforço de investigação que se traduziu pela realização de inúmeros trabalhos apresentados em conferências e revistas internacionais.

Portugal integrou-se nesta corrente quer através da aplicação de robots em vários processos industriais quer mediante a constituição de grupos científicos especialmente vocacionados para a Robótica.

Na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) formaram-se equipas de investigação nesta área no Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC), bem como no Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC).

O Núcleo de Controlo e de Robótica iniciou o seu trabalho em Robótica, em 1985, no âmbito da secção de sistemas do DEEC e, mais tarde, estendeu também as suas actividades ao Instituto de Engenharia e Sistemas de Computadores (INESC).

Este artigo revela os diversos projectos e as actividades que o Núcleo de Controlo e Robótica tem em curso no DEEC e no INESC, no âmbito específico da Robótica.

1. Projectos e Actividades Desenvolvidas pelo Núcleo de Controlo e Robótica da FEUP

O Núcleo de Controlo e Robótica tem investido em três linhas de acção:

- Investigação científica,
- Desenvolvimento de aplicações industriais,
- Apoio no campo da formação e do ensino.

Estas três componentes complementam-se entre si facultando um desenvolvimento mais equilibrado das actividades em curso.

1.1. Investigação Científica

A investigação científica constitui uma peça fundamental no trabalho desenvolvido.

De facto, uma estratégia coerente das diversas linhas de acção requer a existência de um conhecimento sólido só possível de adquirir através de um esforço dirigido neste campo.

Assim, a investigação realizada levou ao estabelecimento de conceitos, algoritmos e sistemas laboratoriais que asseguram ao Núcleo um espaço próprio e um reconhecimento das suas actividades a nível internacional.

De acordo com esta estratégia estão em curso trabalhos sobre:

- Desenvolvimento de novos conceitos de modelização,
- Definição de novas arquitecturas computacionais para controlo,
- Estudo de algoritmos de controlo inteligente,
- Concepção de novos actuadores electromecânicos,
- Construção de manipuladores que simulam estruturas biológicas.

Este conjunto de trabalhos insere-se numa corrente de investigação que visa conceber uma nova geração de robots segundo critérios próximos dos existentes nos sistemas biológicos.

É de referir que diversas equipas de investigação no Japão, nos E.U.A. e na Europa estão

também empenhadas neste tipo de investigação.

No entanto, os resultados são ainda pouco conhecidos, não só por causa da sua novidade mas, sobretudo, devido ao desejo de se patentear os protótipos em estudo.

Tendo em linha de conta estas realidades passa-se agora a descrever de um modo breve os projectos mencionados.

1.1.1. Desenvolvimento de Novos Conceitos de Modelização

A análise, projecto e controlo de robots manipuladores baseia-se em modelos matemáticos bem conhecidos.

As ferramentas básicas são constituídas pela geometria e física clássicas bem como pelos cálculos diferencial, integral e matricial.

A partir destes conceitos são desenvolvidos os modelos cinemático e dinâmico e são estabelecidas as estratégias de controlo e de planeamento de trajectórias.

Estes modelos têm sido largamente usados todavia, em muitos casos, acarretam cálculos volumosos.

O Núcleo desenvolveu um método alternativo, baseado em conceitos

estáticos, que em certos casos substitui favoravelmente os modelos clássicos e que enriquece as perspectivas de estudo dos sistemas robóticos [1,2].

1.1.2. Definição de Novas Arquitecturas Computacionais de Controlo

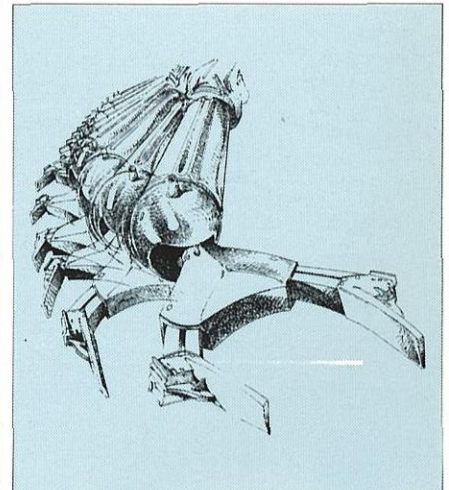
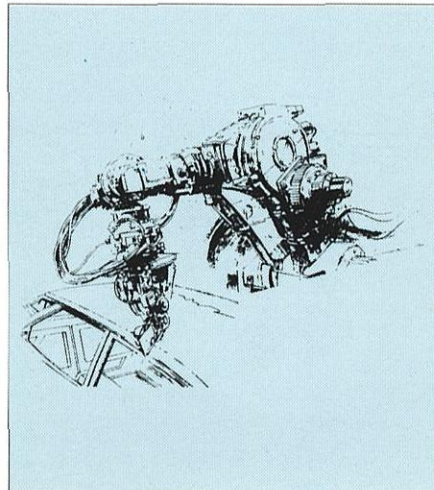
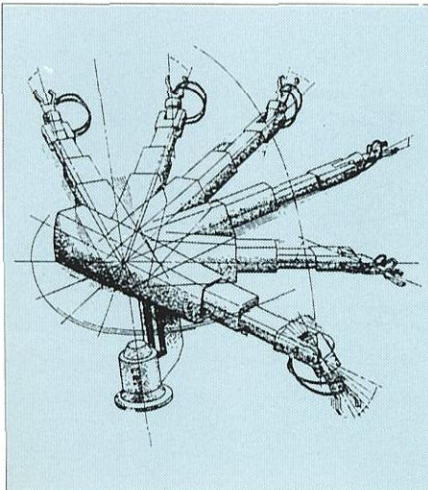
Os modelos algoritmos de controlo de robots requerem computadores poderosos.

O estudo da carga computacional imposta pelos cálculos necessários e, por outro lado, a análise das técnicas que possibilitam aliviar os problemas computacionais [3,4], motivaram o desenvolvimento de um novo sistema de cálculo baseado na álgebra de *Boole*. O novo método [5,6] tem implicações quer a nível do *software* quer a nível do *hardware*.

Assim, encontram-se em investigação compiladores, bem como estruturas computacionais paralelas e RISC, dedicadas ao controlo de sistemas.

1.1.3. Estudo de Algoritmos de Controlo Inteligente

Os algoritmos propostos são, conforme já foi mencionado, complexos e apresentam um elevado peso computacional.



Tendo em vista ultrapassar esta situação, têm sido realizados diversos estudos com controladores baseados em conceitos alternativos. O Núcleo de Controlo e Robótica desenvolveu dois algoritmos que possibilitam uma gestão mais eficiente (i. e. «inteligente») das capacidades do controlador.

O primeiro caso consiste num controlador não-linear adoptando várias frequências de amostragem (e de cálculo) consoante as necessidades manifestadas pelo sistema [7].

O segundo algoritmo implementa um sistema de estrutura variante cujos parâmetros podem ser ajustados heurísticamente [8,9].

1.1.4. Concepção de Novos Actuadores Electromecânicos

Os robots da geração presente com accionamento eléctrico usam actuadores que não são mais do que aperfeiçoamentos de máquinas eléctricas clássicas.

Um estudo cuidado dos fenómenos envolvidos no funcionamento dos robots mostra que este tipo de actuadores se encontra desadaptado neste tipo de aplicações.

Assim, concebeu-se um novo sistema electromecânico, que simula

o funcionamento dos músculos, e que está mais bem adaptado para os fins em vista.

1.1.5. Construção de Manipuladores que Simulam Estruturas Biológicas

Os robots manipuladores são uma mímica do braço humano. No entanto, a menos de alguns resultados matemáticos simples, não existem «pontes» entre os dois campos de conhecimentos, isto é, entre a robótica e a biologia.

Um estudo que entra em linha de conta com aspectos destas duas áreas levou à compreensão de processos importantes da anatomia do braço humano e, conseqüentemente, ao desenho de novos manipuladores mecânicos [10,11].

1.2. Desenvolvimento de Aplicações Industriais

A segunda linha de acção incide no desenvolvimento de aplicações industriais de robots.

Actualmente, encontram-se na fase de estudo e negociação alguns projectos de cooperação com várias empresas.

De acordo com esta estratégia, o Núcleo de Controlo

e Robótica espera conseguir resultados importantes no âmbito das potencialidades multidisciplinares do INESC.

1.3. Apoio no Campo da Formação e do Ensino

A terceira e última linha de acção do Núcleo de Controlo e Robótica consiste no apoio à formação profissional e ao ensino técnico. Neste campo são de salientar as disciplinas de Robótica da Licenciatura e de Sistemas Robóticos do Mestrado do DEEC da FEUP.

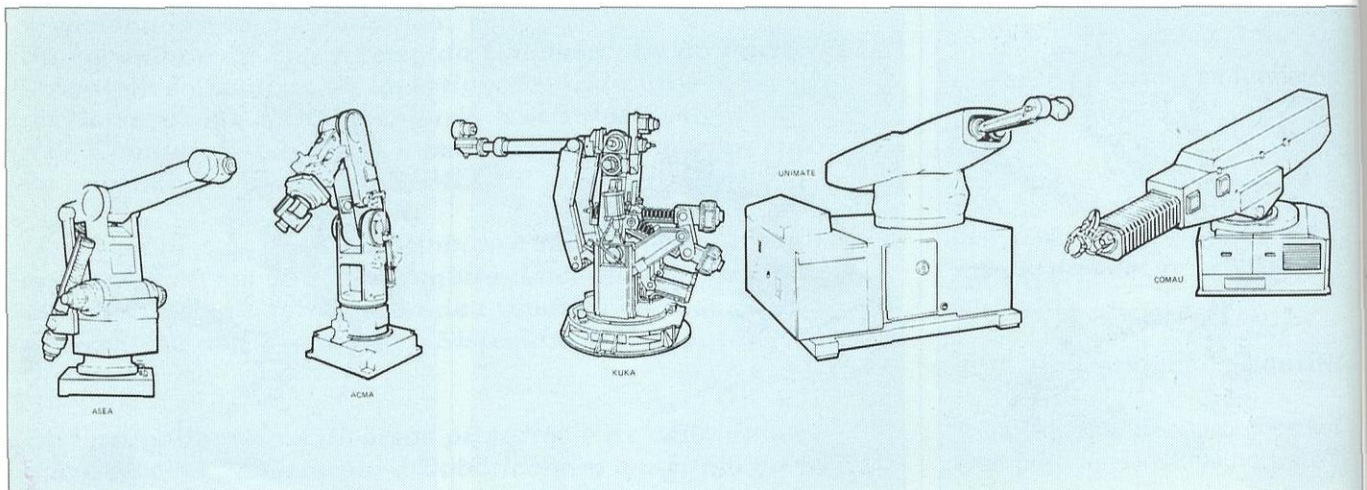
Por outro lado, têm sido promovidos, anualmente, diversos cursos de formação profissional no âmbito das actividades do INESC.

Estes cursos são um reflexo da experiência adquirida pelo Núcleo sendo de esperar, conseqüentemente, um incremento das solicitações neste campo.

2. Conclusão

O Núcleo de Controlo e Robótica da FEUP reparte a sua actividade pela investigação, desenvolvimento de aplicações e ensino.

Tem-se verificado que, na verdade, estas componentes são



complementares e necessárias ao estabelecimento de uma maior cooperação entre a Universidade, as instituições de investigação e desenvolvimento e a indústria.

Por outro lado constituem o suporte para a endogenização e criação de conhecimento que deve suportar a actividade de ensino a nível universitário ■

Referências

[1] J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho
«A Statistical Approach to the Analysis and Design of Robot Manipulators», IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems, 31/Out.-2/Nov./1988, Tokyo, Japão.

[2] Alexandra M.S.F. Galhano, J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho,
«ON the Analysis and Design of Robots Manipulators: A Statistical Approach», 11th IFAC World Congress, 13/15Agosto/90, Tallinn, URSS.

[3] J.A. Tenreiro Machado, J.L. Martins de Carvalho e Alexandra M.S.F. Galhano,
«Computer System Evaluation in Robot Control», IEEE International Workshop

on Intelligent Motion Control 20-22/Agosto/1990, Istambul, Turquia.

[4] J.A. Tenreiro Machado, J.L. Martins de Carvalho e Alexandra M.S.F. Galhano,
«Microcomputer Evaluation in Robot Control», 33rd Midwest Symposium on Circuits and Systems, 12-15/Agosto1990, Calgary, Alberta, Canadá.

[5] J.A. Tenreiro Machado, J.L. Martins de Carvalho, J.A. Silva Matos e António M.C. Costa,
«A New Computing System for the Control of Robot Manipulators», a publicar no vol. 1, n. 2 do INESC Journal of Research & Development.

[6] J.A. Tenreiro Machado, J.L. Martins de Carvalho, J.A. Silva Matos e António M.C. Costa,
«Robot Manipulator Dynamics — Towards Better Computational Algorithms», IFAC Symposium on Robot Control'88 SYROCO 88, 5-7/Out/1988, Karlsruhe, RFA.

[7] J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho,
«Engineering Design of a Multirate Non-Linear Controller for Robot Manipulators», Journal of Robotic Systems,

vol. 6, n. 1, Fev., 1989.

[8] J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho,
«A Smooth Variable Structure Control Algorithm for Robot Manipulators», IEE International Conference Control'88, 13-15/Abril/1988, Oxford, UK.

[9] J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho,
«A New Variable Structure Controller for Robot Manipulators», Third IEEE International Symposium on Intelligent Control, 24-26/Agosto/88, Arlington, Virginia, USA

[10] Alexandra M.S.F. Galhano, J.A. Tenreiro Machado e J.L. Martins de Carvalho,
«ON the Analysis and Design of Robotic Manipulators: A Statistical Perspective», IEEE International Workshop on Advanced Motion Control, 29-31/Março/1990, Yokohama, Japão.

[11] Alexandra M.S.F. Galhano, J.L. Martins de Carvalho e J.A. Tenreiro Machado,
«The Statistical Study of Biomechanical Arms», Fifth IEEE International Symposium on Intelligent Control, 5-7/Setembro/1990, Philadelphia, USA.

