



Desenvolvimento da Unidade Central de Controlo para uma Plataforma Humanóide

(PROJECTO AGREGADO NA ÁREA DA ROBÓTICA HUMANÓIDE)

Opção Temática	Sistemas Electrónicos ou Sistemas Multimédia
Dimensão da Equipa	1 aluno (LEET ou LECT)
Orientador Responsável	Filipe Silva (DETI-IEETA)
Co-orientador	Vítor Santos (DEM-TEMA)

OBJECTIVOS: Estudar, desenvolver e implementar a unidade central de controlo para um robô humanóide, incluído o processamento de imagens vídeo

ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

A área da robótica humanóide apresenta uma dinâmica crescente em resultado dos avanços tecnológicos verificados nos últimos anos. O envolvimento de várias companhias, sobretudo Japonesas, culminou com o aparecimento de várias plataformas, com destaque para os emblemáticos ASIMO da Honda e QRIO da Sony. Muitos outros grupos de investigação iniciaram a construção de robôs de baixo custo no sentido de realizarem investigação em áreas tão diversas como o controlo, a percepção, a navegação, o comportamento ou a cooperação.

Este foi, também, o móbil principal que levou um grupo do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) da Universidade de Aveiro a encetar a tarefa de construção de uma plataforma humanóide (Fig. 1). O projecto iniciado em 2003, em colaboração com o Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática (DETI), encontra-se numa fase de desenvolvimento que perspectiva a abordagem de algoritmos eficientes ao nível do controlo, planeamento e percepção¹. A motivação para os projectos propostos na área da Robótica Humanóide é encontrada em diversas vertentes, das quais se destacam:

- A aposta nos robôs humanóides como a via mais promissora para chegar a sistemas de elevada mobilidade, versatilidade de operação e facilidade de interacção com os humanos;
- A criação de uma plataforma de investigação de grande valor pedagógico face aos enormes desafios científicos e técnicos, à diversidade de problemas, ferramentas e níveis de integração;

¹ Informações adicionais sobre o Projecto Humanóide na Universidade de Aveiro podem ser encontradas em: www.mec.ua.pt/robotics/humanoid

- A promoção do envolvimento de um grupo de estudantes da UA em competições robóticas internacionais. Por exemplo, o ROBOCUP e o FIRA são duas organizações internacionais que realizam anualmente competições na classe dos robôs humanóides.

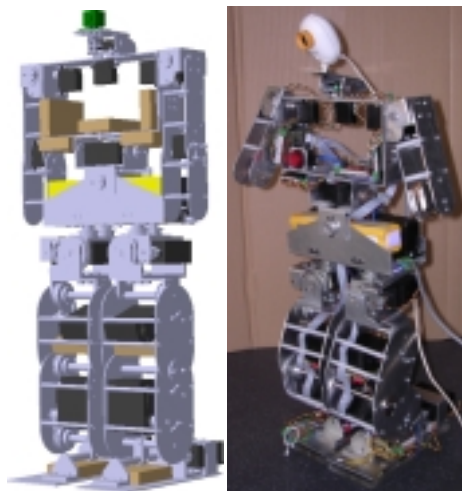


Fig. 1: Modelo 3D do robô humanóide e estado actual de implementação

DESCRIÇÃO DO TRABALHO

A plataforma humanóide actual é constituída por 22 graus de liberdade distribuídos ao longo da estrutura (pernas: 6×2, tronco: 2, braços: 3×2 e cabeça: 2), atinge os 60 cm de altura e uma massa total de 6 kg (incluindo as baterias). Uma das características relevantes desta implementação é a arquitectura distribuída de controlo constituída por uma rede de controladores interligados por um bus CAN numa configuração *Master/Multi-Slave* (Fig. 2):

- **Unidade Central de Processamento:** responsável pela gestão global dos procedimentos incluindo as seguintes tarefas: cálculo das configurações que as juntas devem adoptar com base em directivas de alto nível, processamento de imagens vídeo, interacção com computador externo para permitir monitorização, *debug* ou tele-operação;
- A **unidade Master (mestre)** tem como principal tarefa servir de interface entre a unidade principal de controlo e as unidades *Slave*;
- As **unidades Slave (escravo)**, cujas principais funções são a geração da onda de pulso modulado (PWM) de controlo dos servomotores e a aquisição dos sinais dos diversos sensores da plataforma.

Entre os diversos nós são utilizados como meios de comunicação:

- Entre a unidade central e a unidade *Master*: linha série ponto-a-ponto, baseada na norma **RS-232**, acesso assíncrono byte a byte (8 bits) a um *baudrate* de 115200 bps;
- Entre a unidade *Master* e as unidades *Slave*: **CAN** (*Controller Area Network*) é utilizada a versão *fullCAN* 2.0A a uma taxa de transmissão/recepção de 833.3 Kbps.

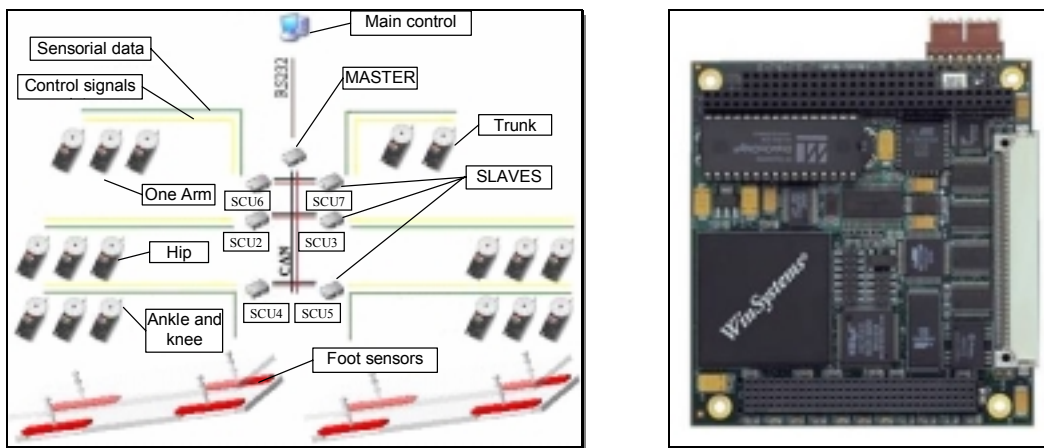


Fig. 2: Arquitectura distribuída de controlo (esquerda) e exemplo de uma placa PC-104 (direita)

A unidade central de controlo ainda não está completamente definida, permanecendo em aberto soluções baseadas num PDA, placas de controlo genéricas (como as baseadas no padrão PC104) ou placas de controlo dedicadas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Por enquanto é utilizado um PC externo com recurso ao software *MatLab* para enviar e receber dados por uma linha série para o controlador *Master*. Para as unidades de controlo local (*master/slave*), a escolha recaiu sobre os microcontroladores PIC da série 18F da *Microchip* - PIC18F258 - por possuírem diversos periféricos e interfaces para redes de comunicações (incluindo o CAN).

Neste trabalho pretende-se substituir a unidade central actual (simples PC) por um sistema baseado numa PC104, nano-ITX ou similar. A implementação de um sistema autónomo, requisito imposto pela participação na Liga Humanóide do RoboCup2007, é uma meta para a qual se devem sintonizar todos os esforços. O trabalho proposto pode ser decomposto nas seguintes tarefas:

1. Estado actual de desenvolvimento do sistema

- Avaliar o desempenho actual do sistema ao nível do controlo, planeamento e percepção visando a compreensão dos problemas técnicos e tecnológicos envolvidos.

2. Selecção da Unidade Central de Processamento a adoptar

- Responder a algumas questões globais relacionadas com a aplicação, ambiente de desenvolvimento, hardware/software pretendido, *drivers*, etc, tendo em linha de conta as características proporcionadas pelo kernel LINUX.
- Do ponto de vista de comunicações deve oferecer diferentes tecnologias e protocolos eficientes: comunicação série com a unidade *Master*, comunicações Firewire IEEE-1394 usada para receber imagens das câmaras vídeo, porta PCMCIA para ligação sem fios e interface Bluetooth.

3. Instalação de *Embedded* LINUX

- Conceber, instalar e configurar um sistema operativo embebido com uma quantidade considerável de funcionalidades e conectividade. Algumas questões a merecer atenção estão

relacionadas com a estratégia de *booting*, a inicialização do kernel e a eventualidade de falhas de energia (evitar que o *file system* seja corrompido).

- Preparar o ambiente de desenvolvimento criando uma interface com o utilizador flexível: o hardware pode incluir um monitor e um teclado na fase de desenvolvimento, podemos reconfigurá-lo para operar num ambiente de produção ou podemos ainda usar o LINUX sobre uma porta série ou Ethernet (desenvolver a aplicação num computador externo e descarregá-lo para o sistema).
- Seleccionar as ferramentas de desenvolvimento, nomeadamente um compilador que produza código eficiente, com *debugger* associado e que possa ser configurado como *cross-compiler* para uma grande variedade de plataformas (e.g., GNU C-compiler).
- Analisar e avaliar resultados obtidos com o propósito de clarificar o desempenho do sistema face às ideias e requisitos iniciais.

4. Integração do sistema de visão e de capacidades de processamento

- Escolher câmaras compactas FireWire: resolução 640×480, lentes miniatura, alta *frame rate*. O sistema de visão será formado por 2 câmaras digitais usando interface IEEE 1394 (FireWire) para saída e alimentação.
- Processar as imagens estéreo usando a biblioteca OpenCV para a identificação de objectos, segmentação e reconhecimento (e.g., cor, forma, etc).
- Efectuar o seguimento de objecto de interesse usando para o efeito os graus de liberdade (gdl) associados à estrutura superior do robô (2 gdl no tronco e 2 gdl na cabeça).

5. Relatórios e publicações:

- Esta actividade inclui os relatórios intermédios, o relatório final de projecto e a submissão de 1/2 artigos em conferências e/ou revistas internacionais da especialidade.

Para mais informações contactar:

Filipe Silva, Email: fsilva@det.ua.pt, Ext. 24131 (DETI-IEETA)

Vítor Santos, Email: vsantos@mec.ua.pt, Ext. 23806 (DEM-TEMA)