

**Futebolistas de Aveiro
arrasam os adversários**

Campeões mundiais

Com uns expressivos 7-1 na partida final, frente aos campeões europeus, a equipa de Aveiro no RoboCup 2008 averbou mais uma vitória significativa para a robótica nacional de ponta.

A equipa de futebol robótico CMBADA (*Cooperative Autonomous Mobile Robots with Advanced Distributed Architecture*), da Universidade de Aveiro, sagrou-se campeã do mundo na liga de futebol para “pesos-médios” do RoboCup 2008, que decorreu em Suzhou, na China, entre 14 e 20 de Julho. Docentes, investigadores e estudantes ligados ao Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática (DETI) da Universidade de Aveiro e à Actividade Transversal em Robótica Inteligente do Instituto de Engenharia Electrónica e Telemática de Aveiro (IEETA), um grupo em que a média de idades ronda os 35 anos, criaram e desenvolveram a CMBADA desde 2003.

Este ano, onze investigadores doutorados, um estudante de doutoramento e oito de mestrado integraram a equipa, liderada pelo professor José Luís Azevedo, que criou seis robôs, idênticos entre si e capazes de desempenhar diferentes papéis num jogo.

O professor Bernardo Cunha, que integra o grupo de investigadores doutorados, explica que “cada robô é capaz de determinar a sua localização no campo e o sítio da bola, se ela estiver visível, e partilhar essa informação com

os restantes membros da equipa”. Esta visão permite que eles decidam qual o papel a assumir em cada instante, cumprindo a estratégia que estiver a ser aplicada pelo programa “treinador”.

● Movimentos elegantes em todas as direcções

Cada robô integra um sistema de tracção baseado em três motores eléctricos acoplados a três rodas especiais. Estas, que possuem na sua periferia rodízios que rodam livremente, são colocadas em estrela, separadas entre si por 120 graus. Esta configuração permite que os robôs realizem aquilo que se designa por “movimento holonómico”: “O robô é capaz de efectuar qualquer movimento no plano em que se desloca (lateralmente ou em linha recta e rodando simultaneamente sobre si mesmo), uma abordagem que permite um maior e mais fácil controlo suave e visualmente agradável”, segundo Bernardo Cunha.

Cada “jogador” em campo dispõe ainda de um dispositivo electromagnético que lhe permite chutar a bola e um quarto motor adaptado para ajudar a “segurar” a bola e driblar. Todos estes elementos são controlados por dispositivos electrónicos que execu-



Saborear a vitória. As criaturas e sete dos seus criadores: da esquerda para a direita, o professor Nuno Lau, os estudantes Nelson Filipe e Gustavo Corrente, o *team leader*, José Luís Azevedo, o professor Bernardo Cunha e os estudantes Frederico Santos e Ivo Pinho.

tam cada um a sua tarefa e estão ligados entre si através de uma rede local de comunicação.

O robô integra dois sistemas independentes de visão, baseados em câmaras de vídeo. Um deles, virado para a frente do “jogador”, permite detectar a bola a distâncias elevadas, enquanto o outro, constituído por uma câmara voltada para um espelho hiperbólico colocado na horizontal, permite uma visão omnidireccional, embora distorcida, do espaço que o rodeia. Este segundo sistema de visão é fundamental na lo-

calização do robô e no controlo local da bola.

Elemento fundamental é o computador portátil no qual são executados os programas responsáveis pela comunicação com os outros robôs, pelo tratamento da informação adquirida pelos sistemas de visão, pelo controlo da actividade do robô e pela “inteligência” com que ele se comporta durante o jogo. Esta surge de um conjunto de “agentes de *software*” que interagem entre si e que, com base na informação sensorial local e na visão do mundo partilha-

da pela equipa, determinam a acção a desenvolver pelo robô.

● Todos à molhada, isto é futebol total!

A equipa CMBADA participa em competições nacionais e internacionais desde 2004, e nas sucessivas edições do Festival Nacional de Robótica registou-se um progresso constante no desempenho da equipa: obteve o 5.º lugar em 2004, o 4.º em 2005, o 3.º em 2006 e, finalmente, venceu os torneios de 2007 e 2008. Bernardo Cunha acentua o palmarés:

“Nas competições internacionais, a equipa demonstrou uma evolução assinalável, com um 5.º lugar no RoboCup 2007, que decorreu em Atlanta, e o primeiro no RoboCup 2008, no qual se sagrou campeã do mundo.”

Na competição de 2008, a CMBADA demonstrou grande robustez e maturidade, vencendo onze dos 13 jogos, com 73 golos marcados e apenas 11 sofridos. “São também de salientar a vitória nas meias-finais sobre a equipa vice-campeã europeia (CoPS, da Universidade de Estugarda,

na Alemanha), por 4-3, e a concludente vitória na final, por 7-1, sobre a campeã europeia (Tech United, da Universidade de Eindhoven, nos Países Baixos)”, destaca o professor.

Apesar de a CMBADA ser constituída pelos robôs menos rápidos do torneio, demonstrou um conjunto de características que permitiram que se destacasse das suas concorrentes, como a grande robustez mecânica e electrónica, o sistema de visão com ajuste automático em função das condições de iluminação do

campo, a auto-localização fiável e precisa, as jogadas estudadas em situação de bola parada, a utilização de passes em alguma situações de bola parada, o posicionamento dos jogadores em campo em formação, permitindo uma boa ocupação do espaço, a mudança dinâmica de papéis durante o jogo e ainda uma sistema de chuto de elevada precisão.

A próxima edição do RoboCup mundial realizar-se-á em Graz, na Áustria, entre 29 de Junho e 5 de Julho de 2009, e contará naturalmente com a presença da equipa

Quase humanos, ou talvez não

A robótica humanóide faz parte do nosso imaginário. Dos filmes à literatura, da televisão ao grande ecrã, todos vimos ou ouvimos falar de robôs inteligentes, alguns expressando mesmo sentimentos. Falamos de *A Guerra das Estrelas*, e lembramo-nos do *R2D2*, para não mencionar tantos outros que hoje estão transformados em heróis de jogos de computador. No entanto, para milhares de investigadores, os robôs são coisas bem reais e presentes no seu dia-a-dia.

Para o professor Bernardo Cunha, da Universidade de Aveiro, a robótica é “uma área científica e tecnológica em que convergem múltiplos saberes do conhecimento e da engenharia; qualquer que seja a sua aplicação, é necessário usar diversas tecnologias que vão desde os materiais à inteligência artificial, da mecânica ao controlo, das comunicações à arquitectura de computadores, etc.”.

São duas as grandes categorias de robôs: os fixos e os móveis. Os primeiros são, normalmente, constituídos por braços ou manipuladores e têm grande aplicação na indústria, por servirem à realização de tarefas repetitivas mas que exigem complexidade e precisão. Os robôs móveis, por seu turno, têm mecanismos de locomoção próprios e podem ser terrestres (com recurso a pernas articuladas, rodas ou lagartas), aquáticos (barcos ou submarinos) ou aéreos (aviões, dirigíveis, balões, etc.).

“Uma característica comum à generalidade



Robôs humanóides (www.humanoidsoccer.org).

dos robôs é a existência de um conjunto variado de elementos sensoriais que, de alguma forma, replicam um ou mais dos sentidos dos seres vivos”, explica o investigador. “Um robô pode ser equipado com elementos electrónicos capazes de sentir forças, pressões e/ou acelerações (equivalente ao tacto), detectar determinados tipos de gases ou compostos químicos (algo semelhante ao olfacto/paladar), ouvir e interpretar ondas sonoras (audição) ou ver e interpretar informação no espectro de luz visível (visão).”

Os robôs também podem ser dotados de dispositivos que fornecem informação complementar, como radares ou medidores de distâncias com tecnologia laser, mecanismos de comunicação (redes de comunicação sem fios), sensores de

campo magnético e de humidade, receptores de sinal GPS, altímetros, etc. De entre os robôs móveis, podem ainda distinguir-se os tele-operados, em que a actividade é controlada à distância por um operador humano (por exemplo, os usados para desarmadilhar explosivos ou efectuar buscas em cenários de catástrofe), e os autónomos. Nestes, como o nome indica, o robô possui capacidade para tomar decisões com vista à prossecução do objectivo. Daí que, desde logo, não exista intervenção humana na actividade desenvolvida pela máquina.

Os robôs móveis têm também de transportar a sua fonte de energia, normalmente sob a forma de uma ou mais baterias. Tal implica uma concepção com um mínimo de consumo de energia, ou que a sua aplicação permita uma iniciativa autónoma de recarregar baterias.

Todos estes aspectos têm de ser cuidadosamente pensados e articulados entre si para chegar aos robôs futebolistas, que estão neste momento na vanguarda da investigação. Ainda estamos longe de robôs humanóides (estão a ser desenvolvidos, embora haja quem pense ser um desperdício investir melos nesse caminho), mas a verdade é que as máquinas que poderão, um dia, derrotar uma equipa de futebolistas humanos terão forçosamente de apresentar uma série de características que as aproximarão cada vez mais de nós. Só lhes faltará, talvez, falar, mas os robôs não se insultam uns aos outros...

ROBOCUP HUMANOID LEAGUE

A liga dos robôs de média dimensão é a mais importante dos campeonatos RoboCup



Em bom futebolês. A final do último RoboCup, quando a “equipa das quinas” se adiantava no marcador, com cinco tentos de vantagem sobre os campeões europeus. Na imagem, uma jogada de futebol aéreo ameaça a baliza do seis holandês. Até ao apito final, ainda seriam marcados mais dois golos. Uma cabazada!

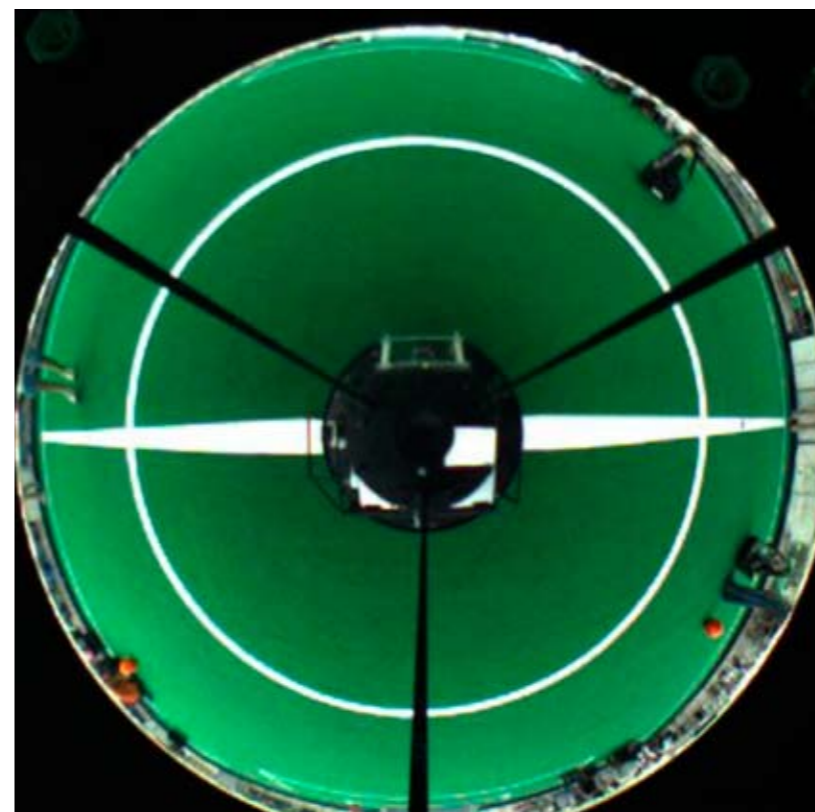
CAMBADA, tanto mais que José Luís Azevedo foi já eleito para o Comité Organizador Internacional e Bernardo Cunha faz parte do Comité Técnico Internacional que todos os anos revê as regras dos jogos.

● Vencer uma equipa humana até 2050

Desenvolver até 2050 uma equipa de robôs futebolistas capazes de a equipa humana campeã do mundo de futebol é o objectivo proposto pela Robocup Federation, e as competições robóticas têm-se popularizado ao longo da última década, procurando-se promover a investigação na área emergente da robótica e divulgar a ciência e a tecnologia em geral.

A nível internacional, a principal referência é o RoboCup, campeonato mundial de robótica realizado anualmente desde 1997. Trata-se de um projecto que visa a promoção e o desenvolvimento da ciência, com ênfase particular na inteligência artificial, na robótica e em áreas afins, como os agentes autónomos, a colaboração multi-agente, a aprendizagem estratégica, o raciocínio em tempo real, etc.

O RoboCup, que quer ter robôs a funcionar em equipa, inclui várias modalidades de competição,



O jogo num espelho. É esta a visão do campo de jogo que os robôs obtêm através do espelho parabólico, que lhes permite saber onde estão os outros jogadores, a bola e as marcações do campo, incluindo as balizas.

nomeadamente futebol robótico em diferentes classes e escalões, busca e salvamento em situações de catástrofe e, mais recentemente, robótica doméstica. Inclui ainda uma conferência em que cientistas de todo o mundo partilham conhecimentos e desenvolvimentos.

A liga dos robôs de média dimensão (*Middle Size League*, MSL) é a mais importante do encontro, pela dimensão dos desafios técnico-científicos que propõe, colocando em confronto equipas formadas por um máximo de seis robôs completamente autónomos. Estes estão na linha da frente em termos da investigação de ponta em áreas tão diversas como a visão artificial, a fusão sensorial, o controlo dinâmico, a cooperação robótica e a inteligência artificial, entre outras.

Os jogos disputam-se num campo de 18 metros por 12, sendo as equipas constituídas por um robô móvel com até 80 centímetros de altura e 50 de diâmetro, e um peso que não pode ultrapassar os 40 quilos. As regras da modalidade MSL definem um conjunto de cores obrigatório para alguns elementos do jogo: bola laranja, chão verde, robôs pretos e linhas de marcação brancas, para facilitar a detecção dos elementos.

Ao longo dos anos, estes elementos têm vindo a convergir para uma situação de jogo em tudo semelhante à de um jogo de futebol convencional. O único elemento distintivo que permanece é a bola, que, sendo uma bola de futebol oficial, tem de ter obrigatoriamente a cor laranja. Contudo, esta regra tende a desaparecer no prazo de um a dois anos, altura em que as equipas terão de ser capazes de jogar com qualquer bola homologada pela FIFA.

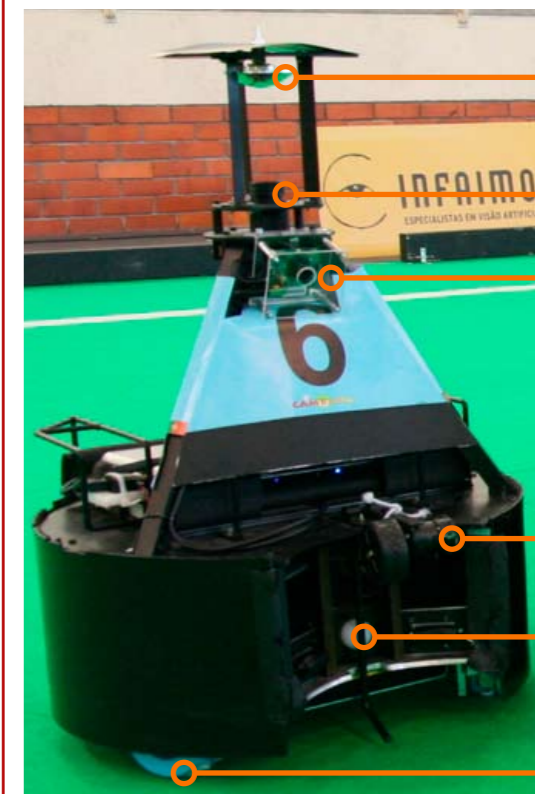
● Cada vez mais semelhante ao futebol dos relvados

Por outro lado, até agora, as equipas em campo tinham somente duas cores: ciano e magenta. Provavelmente, no próximo ano cada equipa já terá o seu equipamento, à semelhança do que sucede com as equipas humanas.

As regras do jogo são adaptadas directamente das do futebol humano; as principais diferenças prendem-se com as dimensões do campo, com o número de jogadores e o tempo de jogo (duas partes de 15 minutos cada).

No entanto, há outras diferenças, nomeadamente no que respeita à marcação de faltas. O chamado “livre directo” não existe no futebol robótico. A bola tem de ser tocada por pelo menos

Anatomia de um campeão



Espelho hiperbólico

Câmara de visão omnidireccional

Câmara para visão frontal

Sistema de condução da bola

Sistema de chuto

Rodas para movimento holonómico

dois jogadores antes de poder entrar na baliza do adversário. O objectivo, neste caso, é forçar as equipas a desenvolverem trabalho cooperativo. E se houver *penalties*? Bernardo Cunha frisa que, normalmente, essa penalização não é necessária. “Os *penalties* só se aplicam em jogos por eliminatórias em que as equipas acabam o tempo empatadas. E, para isso, há outra programação.”

Não havendo qualquer intervenção humana nas decisões que o robô toma durante os jogos, bem podem os “treinadores de bancada” gritar, porque de nada lhes adianta. Todas as decisões são baseadas nas informações recolhidas pelo sistema sensorial do robô e processadas pelo seu *software* de controlo, de acordo com uma estratégia pré-definida, na partilha de informação entre os robôs e numa aplicação informática, igualmente autónoma (que corre num computador colocado junto ao campo), que desempenha o papel de treinador.

Ao perder a bola, um “atacante” pode, por exemplo, assumir o papel de “defesa”, se um “defesa” estiver em condições de interceptar a bola e prosseguir a jogada. Este último, por sua vez, assume o papel de “atacante” deixado vago pelo colega de equipa.

“O posicionamento dos robôs é determinante para constituir um bloco defensivo eficaz. Esse posicionamento é ajustado de forma dinâmica e permanente, em função do desenrolar das jogadas”, sublinha Bernardo Cunha.

O jogo é arbitrado por uma equipa de humanos: um árbitro e dois assistentes. Um dos assistentes está junto a um computador onde corre um programa designado por *Referee Box* (caixa de arbitragem), através do qual comunica aos robôs as decisões do árbitro principal: parar o jogo, marcar uma falta, assinalar um golo, mostrar um cartão amarelo ou vermelho, recomençar o jogo. Esta informação é difundida através de uma rede sem fios aos robôs das duas equipas, que têm obrigatoriamente de respeitar as ordens recebidas.

Durante o jogo, os humanos das duas equipas, limitam-se, quando necessário e depois de autorizados pelo árbitro, a retirar do campo os “lesionados” que, por qualquer razão, precisem de assistência.

M.M.

PARA SABER MAIS

<http://www.leeta.pt/atri/cambada> Os campeões.
<http://www.robocup.org> A iniciativa internacional RoboCup, destinada a promover o desenvolvimento da robótica colaborativa.

