

Robótica

J. A. M. Felipe de Souza

7. - Robôs sociais

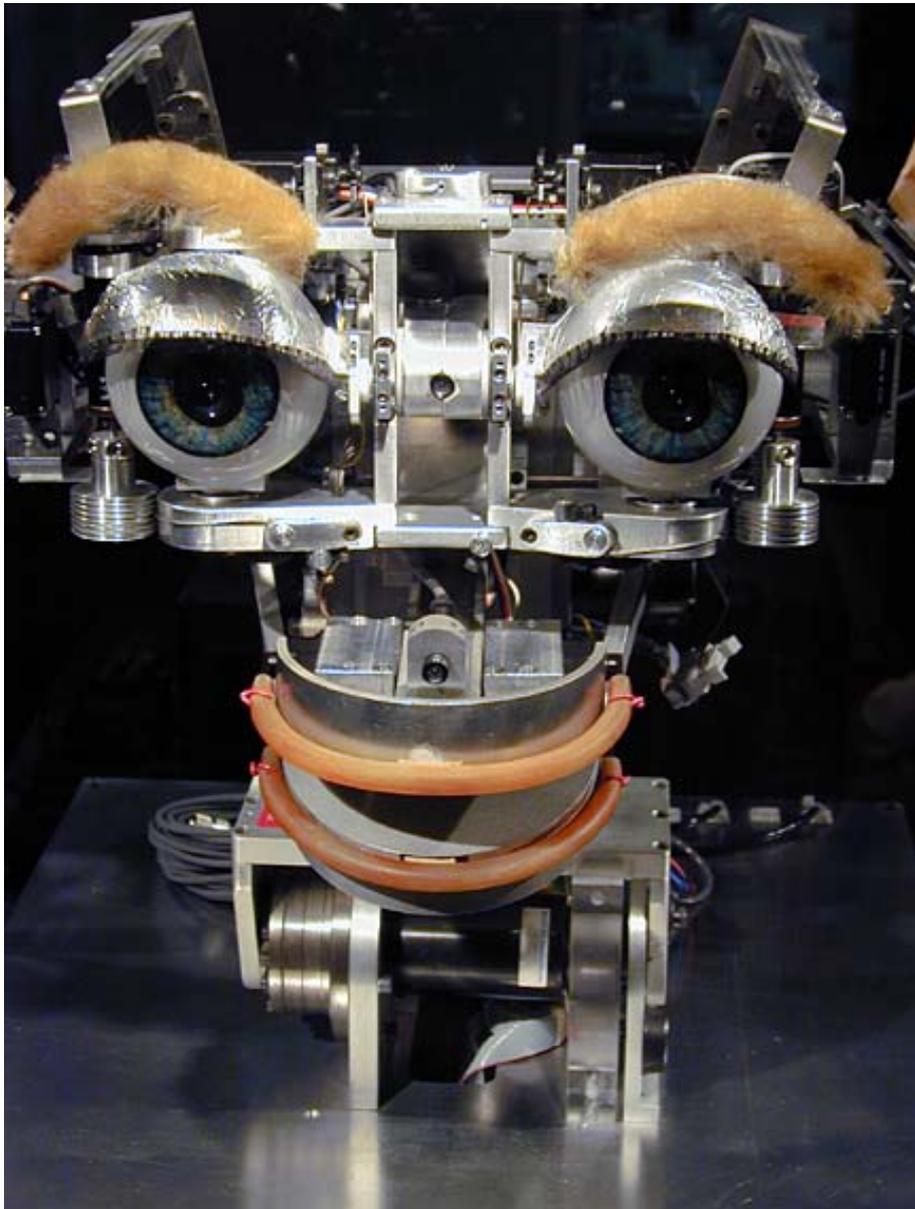
Os primeiros robôs humanóides.

Robôs sociais humanóides.

O teste de Turing.

Sistemas robóticos.

Robôs com emoções.



Kismet, um *robô* que conversa e expressa emoções (MIT, Massachusetts Institute of Technology).

Robôs sociais

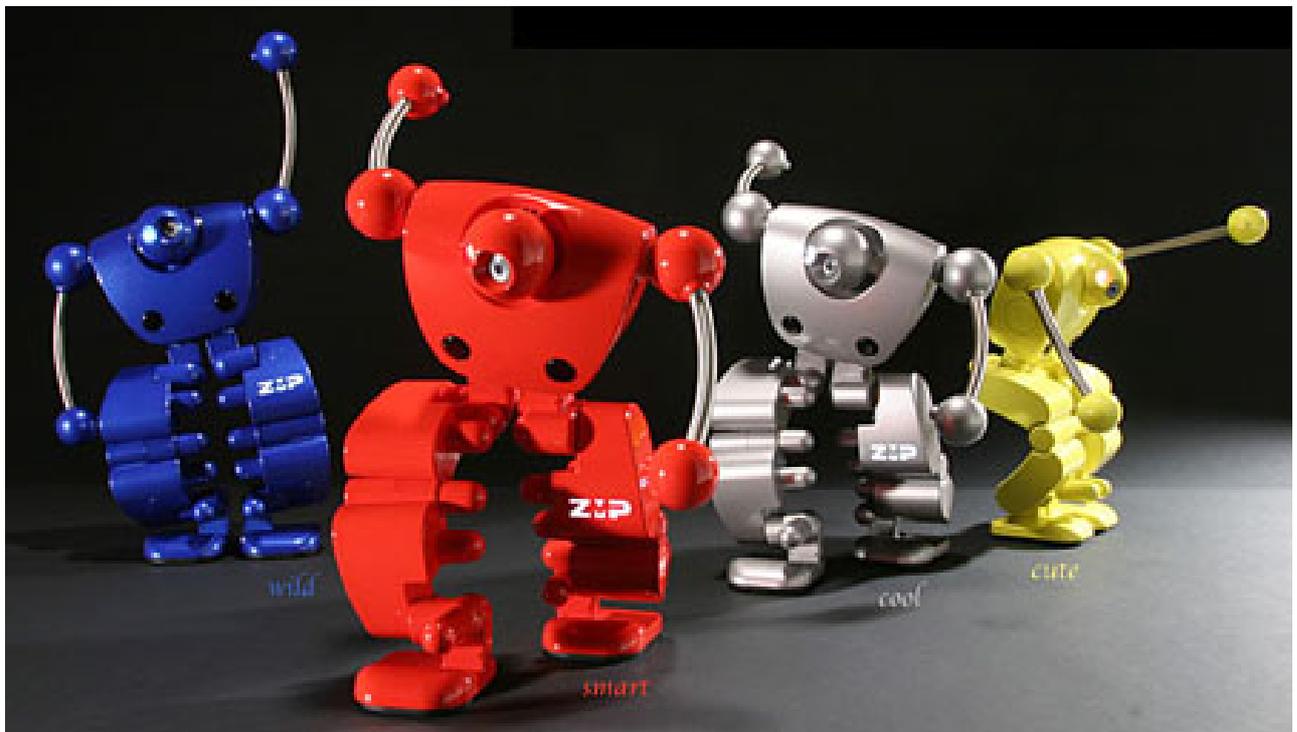
Já vimos *robôs* industriais, como os *manipuladores*, *AGV's* e *LGV's*, e também *robôs* para diversas aplicações não industriais (médicas, agrícola, busca e salvamento, na exploração oceanográfica, no espaço, etc.).

Entretanto, os cientistas continuam a criar *robôs* para outras aplicações, em especial para desempenharem funções que nós os seres humanos fazemos hoje melhor que a máquina.

Robôs sociais são *robôs* projectados para interagir com os humanos.

Muitos destes *robôs sociais* são *humanóides* e tentam imitar alguns aspectos de nós humanos e desta forma interagir connosco.

Exemplos disto são: *robôs* que *jogam futebol*, ou que *dançam*, ou que *tocam instrumentos*, ou que *conversam connosco falando frases*, e até *robôs* que têm algumas *atitudes emocionais* semelhantes a nós humanos.



Nuvo, um *robô* da ZMP de Tóquio que anda, dança, reconhece voz e fotografa.

Mas há também os *robôs sociais* que são *robôs antropomórficos* de companhia.

Exemplos disto são: *robôs* que tentam imitar *bebês*, ou *bonecos animados* ou *animais de estimação*, ou outros animais e, desta forma, interagem com os humanos.



Fig. 1 - *Aibo*, um *robô* da Sony que serve de companhia mas também joga futebol.

Os *robôs antropomórficos* não humanóides serão vistos com mais detalhes no próximo capítulo.

Finalmente há os *robôs sociais* que são *robôs virtuais*, ou seja, nós não os vemos em pessoa mas mesmo assim eles interagem conosco, normalmente via computador.

Exemplos disto são: *robôs* que *jogam xadrez*, ou *as caixas de multibanco* ou *os robôs que conversam em chat's*, etc.

Os *robôs virtuais* serão assunto do capítulo 9.

Todos esses tipos de *robôs* mencionados acima usam técnicas de "*Inteligência Artificial*". Ou seja, de alguma forma eles tentam reproduzir a maneira que os seres humanos raciocinam.

Para além das já mencionadas áreas da *Matemática*, *Física* e *Engenharia*, a investigação para o desenvolvimento de *robôs* sofisticados como estes envolve também: a *Biologia*, a *Psicologia* a *Neurociência* e a *Linguística*, só para citar alguns exemplos.

Embora ainda em desenvolvimento, na realidade já existem *robôs* entre nós que são dotados de técnicas de "*Inteligência Artificial*" como *redes neuronais*, *lógica nebulosa* ou *lógica fuzzy*, *algoritmos genéticos*, etc.

Isso inclui os

- ➔ *robôs* que *reconhecem faces*, ou
- ➔ *robôs* *reconhecem vozes*, ou
- ➔ *robôs* *memorizam o caminho que percorreram e são capazes de retornar ao ponto que partiram ou mesmo de repetirem depois o mesmo trajecto*,
- ➔ *etc.*

Em breve veremos cada vez mais entre nós *robôs* que *raciocinam*, *robôs* que *tomam decisões*, *robôs* que *conversam* connosco, etc.

Neste capítulo falaremos um pouco destes *robôs*.



Fig. 2 - Os *robôs* “*Asimo*”, da Honda (à esquerda) e “*Qrio*” da Sony (à direita).

Portanto, os *robôs*, aos poucos têm vindo a entrar no nosso quotidiano.

Num futuro, ainda distante, a nossa vida talvez será populada por *robôs* ou por *dispositivos robóticos* que nos apoiarão na diversidade das nossas actividades diárias, pessoais e profissionais.

Os primeiros robôs humanóides.

Os primeiros *robôs humanóides* desenvolvidos em universidades mais pareciam uns monstros de ferro (e fios).

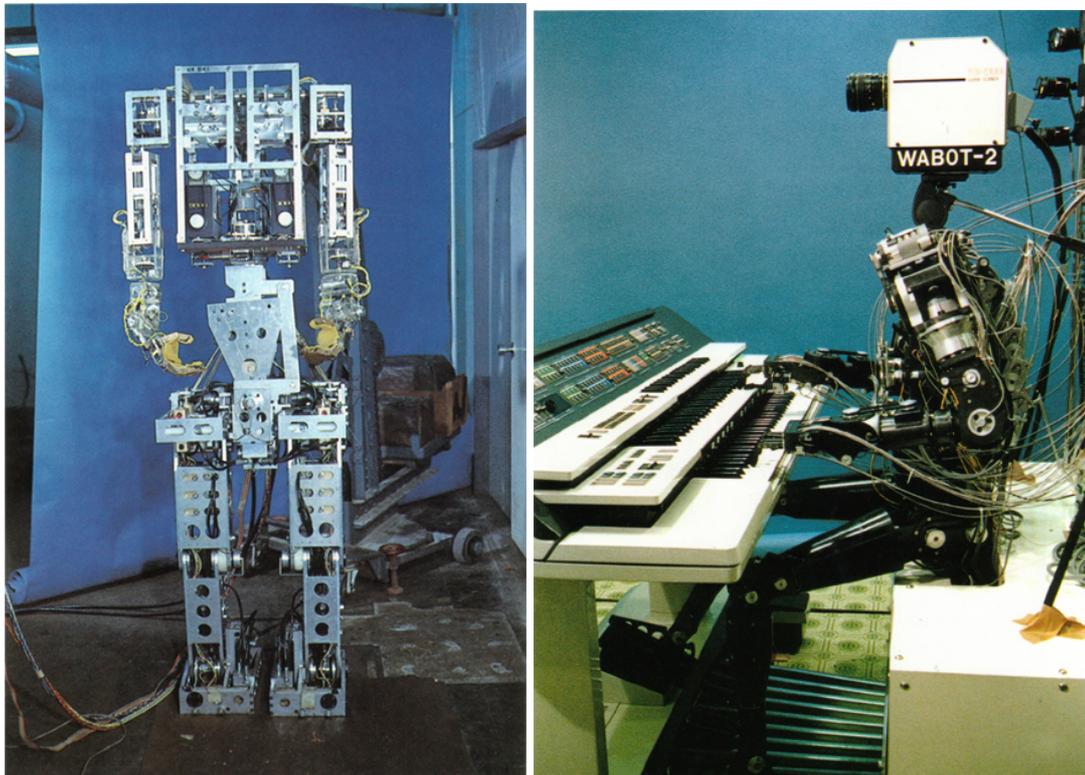


Fig. 3 - *Wabot-1*, 1970 (à esquerda) e *Wabot-2*, 1980 (à direita) *robôs humanóides* da Universidade de Waseda do Japão.

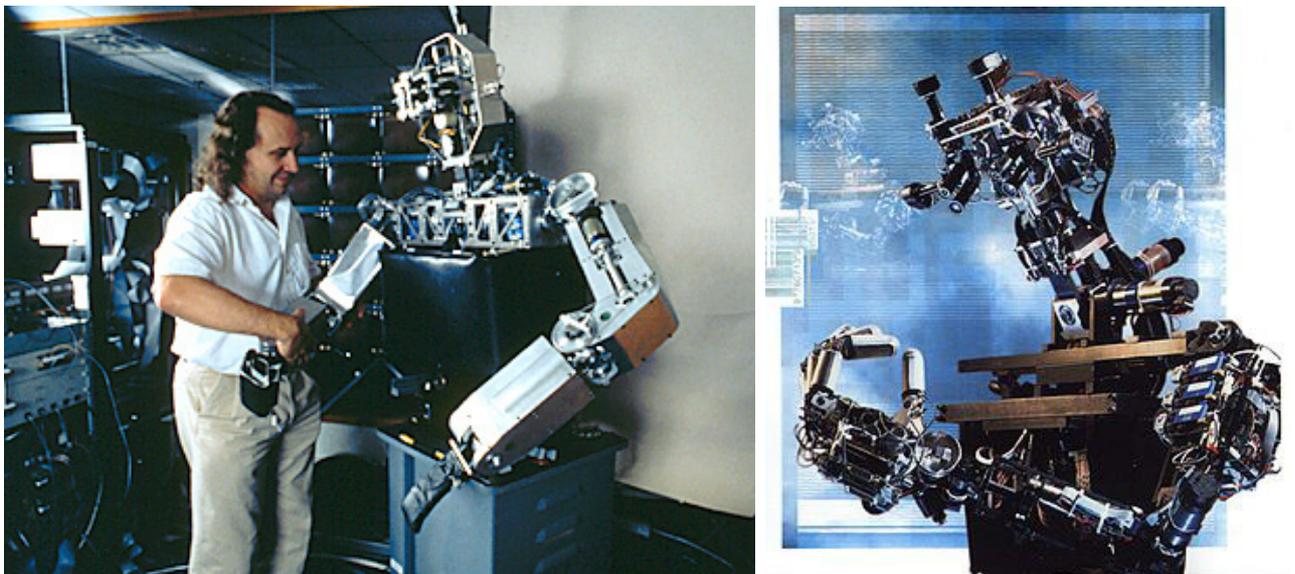


Fig. 4 - *Cog*, o primeiro *robô humanóide* do MIT (Massachusetts Institute of Technology), mais parecia um homem de ferro (e fios).

O *Wabot-1* da Universidade de Waseda do Japão foi, em 1970, o primeiro *robô antropomórfico/humanóide* do mundo a ser desenvolvido. Tinha este nome pois significava **W**aseda **ro****B**OT.

O *Wabot-1* tinha controlo dos membros superiores e sensores tácteis nas mãos que o permitiam agarrar objectos; e dos membros inferiores que o permitia caminhar.

Ele possuía um sistema de visão para avaliar distâncias e um sistema de conversação para se comunicar com pessoas (em japonês).

Além disso ele possuía receptores que serviam de ouvidos e olhos artificiais.

Estima-se que o *Wabot-1* tivesse as faculdades mentais de uma criança de um ano e meio de idade.

Dez anos mais tarde, em 1980, a Universidade de Waseda começou o projecto do *Wabot-2*, um *robô* que sabia tocar piano. Era uma das primeiras tentativas de dar uma tarefa inteligente a um *robô*.

Tocar o teclado de um instrumento, por ser uma actividade artística humana, requer ao mesmo tempo inteligência e destreza.

O *Wabot-2* era portanto um *robô músico*. Ele era capaz de tocar no órgão músicas de dificuldade média.

O *Wabot-2* podia ler uma partitura musical com a sua *visão robótica* ou mesmo acompanhar escutando, com os seus *sensores de audição*, uma outra pessoa a cantar.

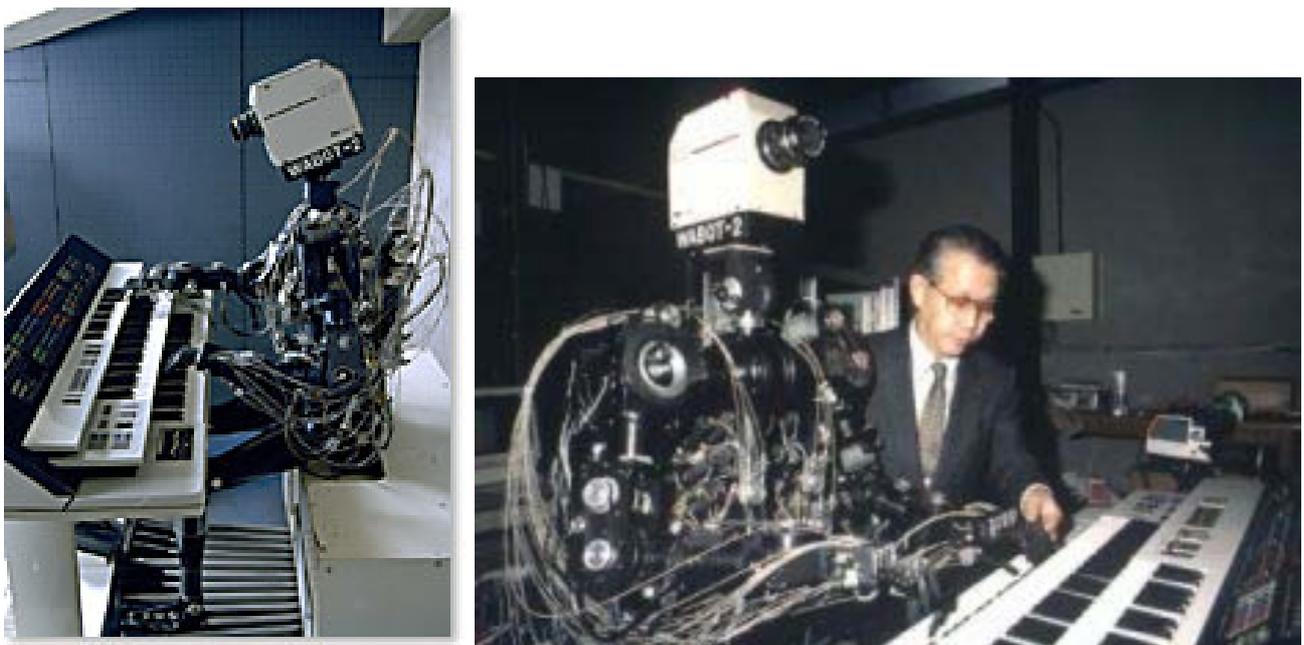


Fig. 5 - *Wabot-2*, um *robô humanóide* da Universidade de Waseda do Japão que toca piano.

Em seguida a Universidade de Waseda desenvolveu a série de *robôs WF* que também eram humanóides, sabiam tocar flauta e até davam concertos em público.



Fig. 6 - *WF-4R* e *WF-3RIX*, *robôs humanóides* da Universidade de Waseda do Japão que tocam flauta e até davam concertos em público.

O primeiro *robô humanóide* do MIT (Massachusetts Institute of Technology) foi *Cog*.

Cog mantém-se em funcionamento para investigações até os dias de hoje, embora o seu grupo de investigadores agora trabalham com o seu sucessor, o *Kismet*, criado no final dos anos 90 e do qual falaremos mais adiante na sessão *robôs com emoções*.

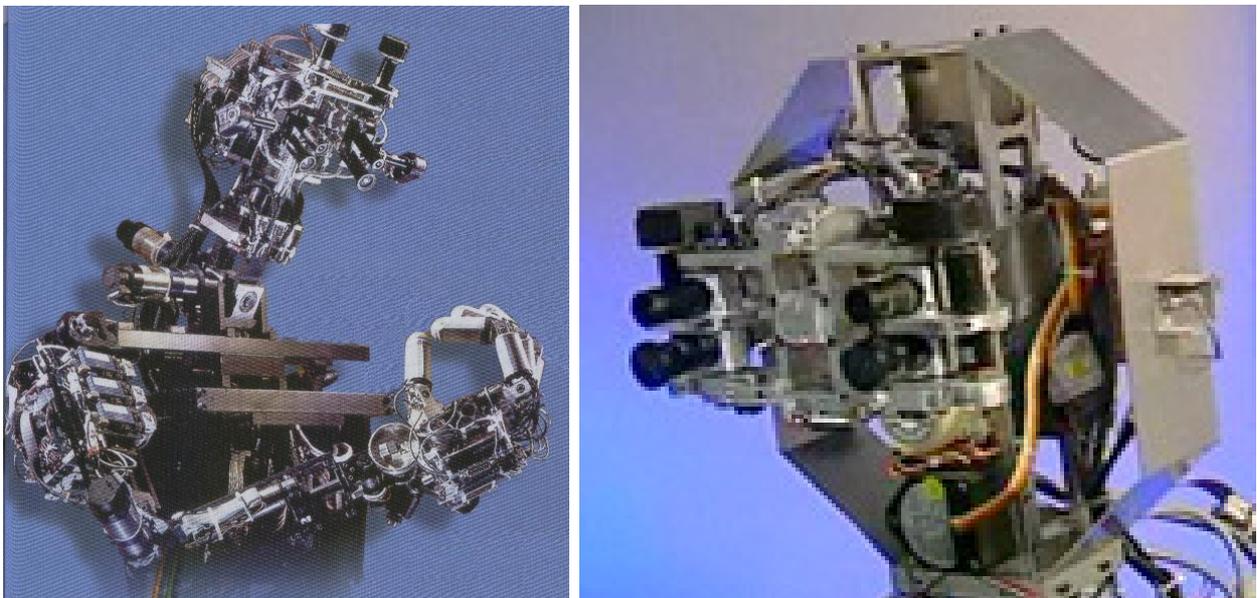


Fig. 7 - *Cog*, o primeiro *robô humanóide* do MIT (Massachusetts Institute of Technology).

Cog não tem a parte de baixo, ou seja, as pernas. Além disso sua espinha é fixa, não é flexível.

Entretanto, mesmo assim o *Cog* tem um conjunto de sensores e actuadores que tentam aproximar a dinâmica motora e sensorial do corpo humano.

Conforme seja ordenado, o *Cog* é capaz de apanhar com as suas mãos uma coisa que se lhe dê ou então a entregar-lhe uma coisa que ele esteja a segurar.

Ao longo dos anos *Cog* foi sendo aprimorado com a implementação de novas técnicas, em especial a *Inteligência Artificial*, de forma a dar-lhe cada vez mais destreza e habilidades.

Esse era o objectivo desde a sua criação, a investigação na área das ciências *cognitivas*, daí o seu nome *Cog*. As ciências *cognitivas* têm a ver com a *lógica*, o *aprendizado*, a *psicologia* e com o nosso *raciocínio*.

Outro *robô* dos primeiros é o *ISAC* (Intelligent Soft Arm Control) da Universidade de Vanderbilt, em Nashville, no Tennessee, Estados Unidos.



Fig. 8 - O *Isac*, um *robô humanóide* da Universidade de Vanderbilt, em Nashville, Tennessee, EUA.

ISAC é um *robô humanóide* projectado e construído para ser uma plataforma para a investigação a serviço da *robótica*.

O *ISAC* é portanto uma mesa de testes para se desenvolver novas tecnologias a serem aplicadas em *robôs inteligentes*, ou seja, *robôs* com *Inteligência Artificial*.

Em especial as tecnologias para o relacionamento dos humanos com os *robô* e dos *robô* com os humanos, incluindo métodos *auditivos*, *visuais* e *gestuais*.

Robôs sociais humanóides.

Muitos investigadores desenvolvem *robôs humanóides* que jogam futebol. Existe até mesmo uma competição entre eles chamada **RoboCup**.



Fig. 9 - *Robôs* que jogam futebol.

Eles têm uma meta de no ano 2050 poderem criar uma equipa de futebol de *andróides* para jogar o Campeonato Mundial com os humanos, de acordo com as regras da FIFA.

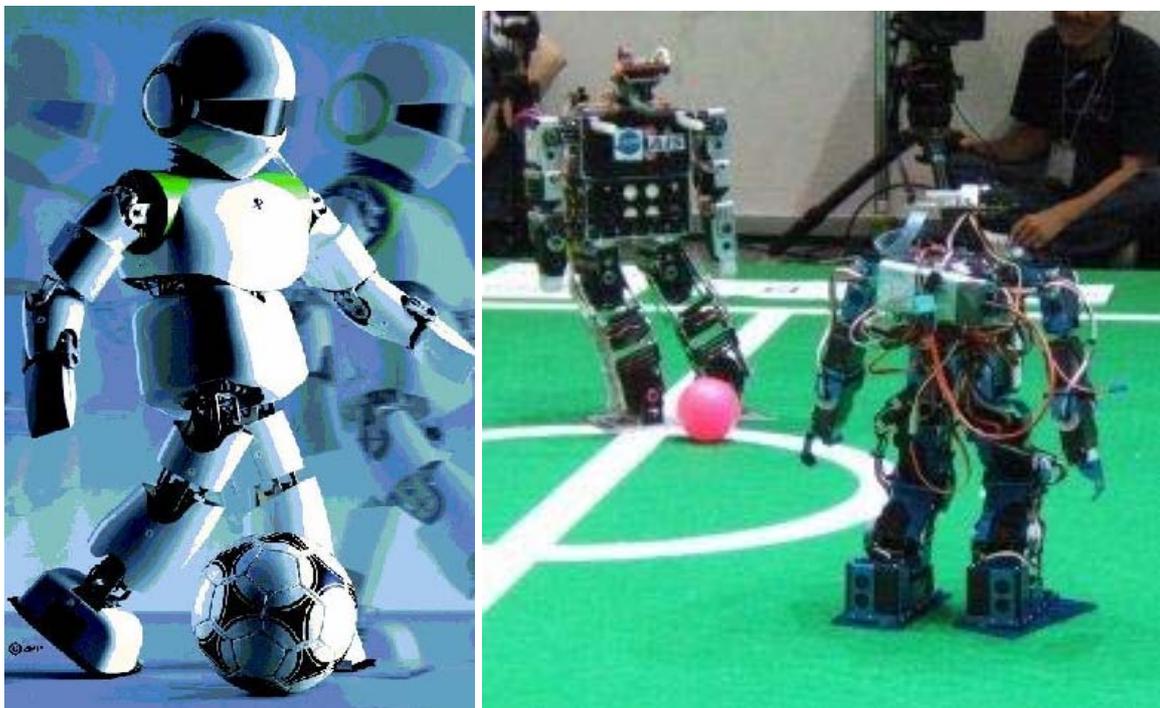


Fig. 10 - *Robôs* que jogam futebol.

O futebol com *robôs* é um jogo divertido mas também ajuda a desenvolver os *robôs* que interagem com os humanos.

Para uma equipa de *robôs* participar de um jogo de futebol, várias técnicas têm que ser desenvolvidas: a visão do robô, a comunicação dos robôs entre si, a interpretação de informação misturada vinda de vários sensores, a forma do robô caminhar em duas pernas, etc.

Portanto, o principal objectivo da aplicação de *robôs móveis* no ambiente desportivo é a análise destas múltiplas áreas do conhecimento.

A tecnologia desenvolvida para um *robô* jogar futebol pode ser usada para criar *robôs móveis* que sejam autónomos, isto é, com uma certa capacidade de decisão, e que, ao mesmo tempo, colaboraram com os outros *robôs* da equipa.

Ou seja, o futebol com *robôs* não é uma aplicação da robótica puramente para o lazer. Também serve de apoio para a concepção futura tanto de *robôs sociais* como de *robôs para a indústria*.

Mas, os *robôs humanóides* também têm sido construídos com outros propósitos (não apenas para jogarem futebol).

A construção de *robôs humanóides* tem sido uma aposta da *Robótica* hoje.

As principais empresas *japonesas* que actuam nesta área de robótica têm seus *robôs humanóides*: a Honda, a Sony, a Fujitsu, a Toyota, a Hitachi, a Mitsubishi, a Kawada, a Silicon Graphics, a WeeWoo, a ZPM, etc., etc.



Fig. 11 - *Asimo*, o *robô humanóide* da Honda.

O *Asimo*, por exemplo, é um *robô* da Honda que mede 1,20 m de altura e pesa 43 kg e foi o primeiro *robô humanóide* capaz de subir e descer escadas. Ele caminha com uma velocidade de 3 km/h.

Já o *Qrio* da Sony é um outro *robô humanóide* que anda em duas pernas e também dança. Mas ele tem outras capacidades como: se cair, sabe levantar-se.

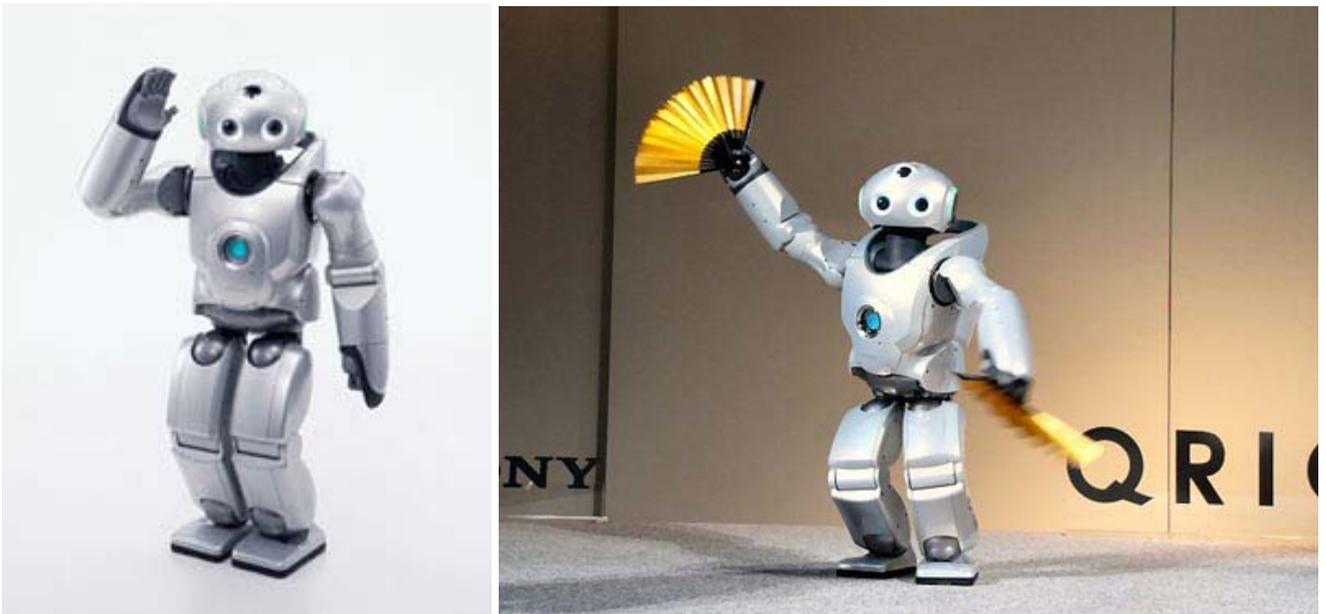


Fig. 12 - *Qrio*, o *robô humanóide* da Sony, que também é capaz de dançar.

O *Qrio* possui capacidades intelectuais e um sistema sensorial de visão e auditivo que permite distinguir pessoas pelas suas faces ou pelas suas vozes.

O seu nome, *Qrio*, é pronunciado (em inglês) "*curio*" sugerindo ser um *robô "curioso"* ("*curious*", em inglês). Ele mede 58 cm e pesa 6,5 kg.

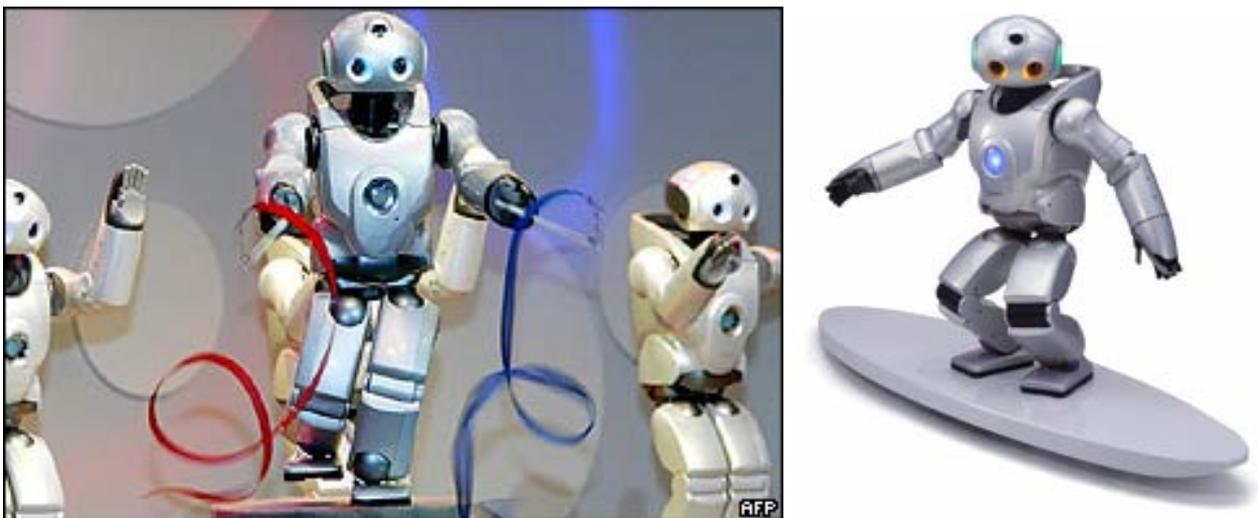


Fig. 13 - *Qrio*, o *robô humanóide* da Sony.



Fig. 14 - O *Qrio* é capaz de se levantar, caso venha a cair no chão.

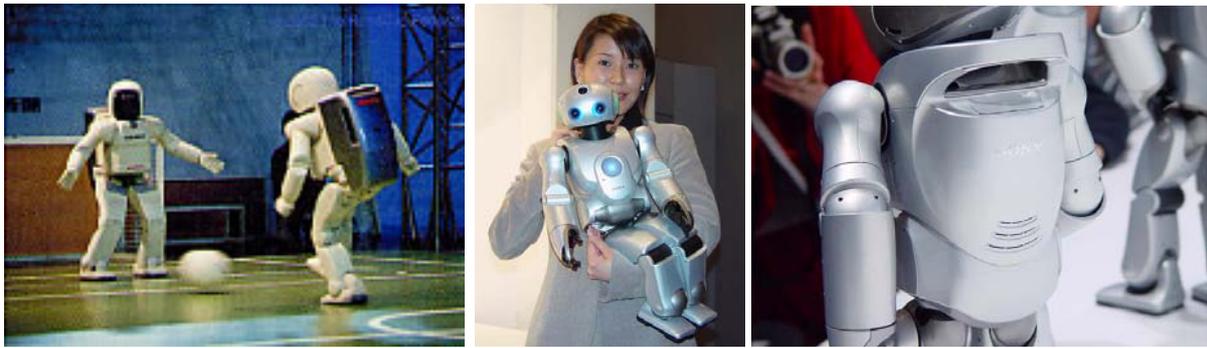


Fig. 15 - *Asimo* (à esquerda) e *Qrio* (ao centro e à direita). Ambos carregam as baterias numa mochila às costas.

A Fujitsu desenvolveu a série *robôs humanóides Hoap-1* (2001) *Hoap-2* (2003) e *Hoap-3* (2005). Eles têm 48 cm de altura e pesam 6 kg.

Estes *robôs* da Fujitsu impressionam por suas habilidades de dança, de malabarismo e até de guarda-redes de futebol.

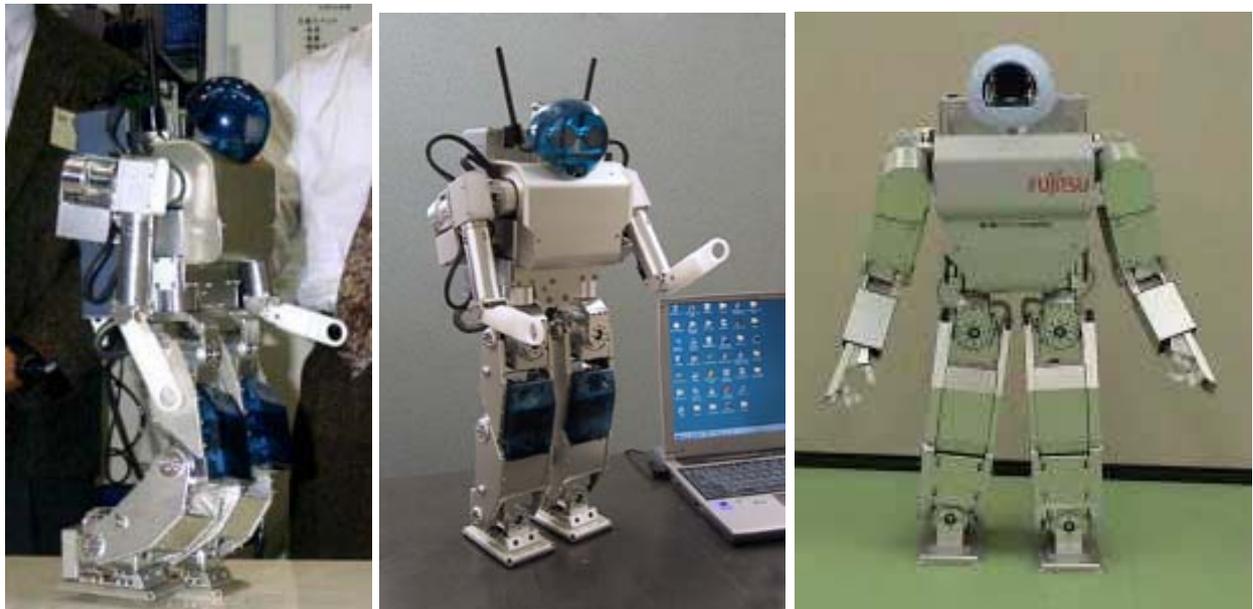


Fig. 16 - *Hoap-2* (à esquerda e centro) e *Hoap-2* (à direita), dois *robôs humanóides* da Fujitsu. Eles também carregam mochilas às costas com as baterias.

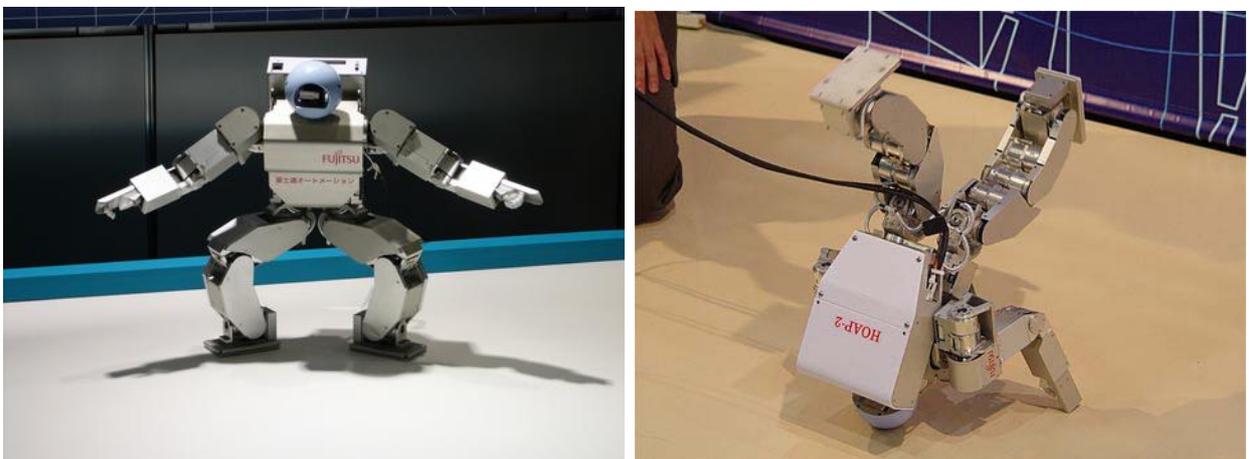


Fig. 17 - *Hoap-2*, o *robô humanóide* da Fujitsu capaz de dançar e ser guarda-redes.

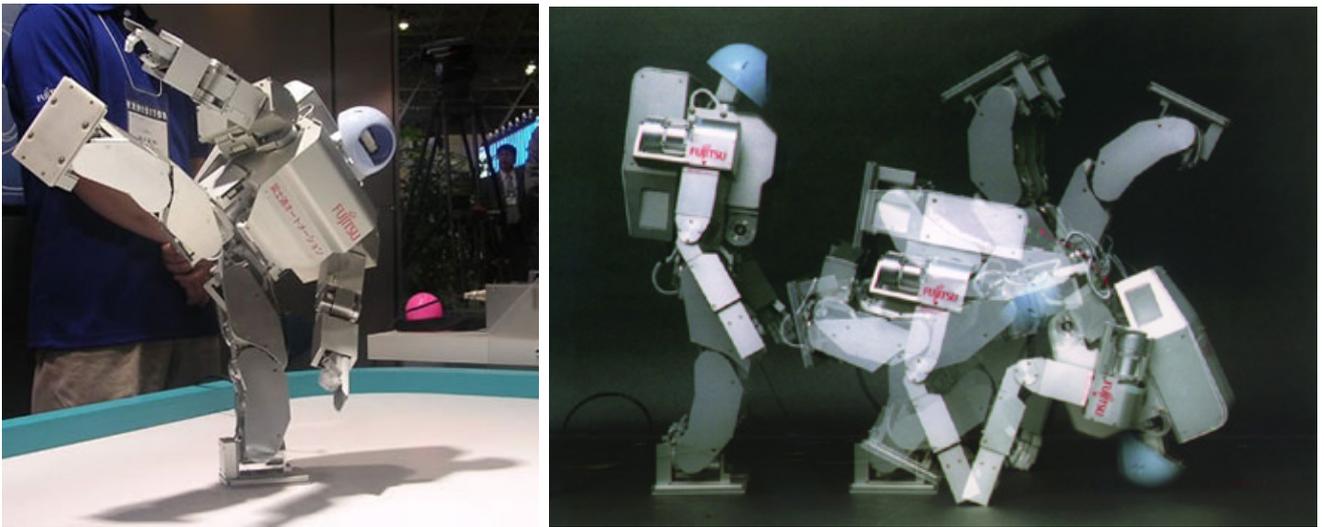


Fig. 18 - *Hoap-3*, um *robô humanóide* da Fujitsu capaz de alguns malabarismos.

Já a empresa britânica Hitec-Robotics construiu um *robô humanóide* chamado *Robonova* que se assemelha ao *Hoap-3*.

O *Robonova* mede 30 cm de altura, é inteiramente articulado, possui 16 potentes servomotores digitais e uma estrutura metálica (que contém alumínio e também ouro) que é forte mas ao mesmo tempo bastante leve. Ele também é capaz de andar, correr, girar, dançar e fazer malabarismos.



Fig. 19 - *Robonova*, um *robô humanóide* da Hitec-Robotics, do Reino Unido.



Fig. 20 - O *Robonova* tem funções semelhantes aos robôs japoneses *Qrio* e *Hoap-3*.



Fig. 21 - O *Robonova*, também é capaz de alguns malabarismos.

Já o *Nuvo* é um *robô humanóide* japonês da empresa ZMP Inc. de Tóquio, de apenas 39 cm de altura e 2,5 kg.



Fig. 22 - *Nuvo*, o *robô humanóide* da ZMP Inc. de Tóquio, capaz de reconhecer comandos de voz e fotografar com a câmara que é o seu rosto.

Ele pode ser controlado por comando de voz ou através de um telemóvel.

Sua face é uma câmara e pode tirar fotografias do que vê, se ordenado a fazê-lo. Em seguida ele pode transferir estas fotos para um computador, ou para um telemóvel ou enviar por e-mail.

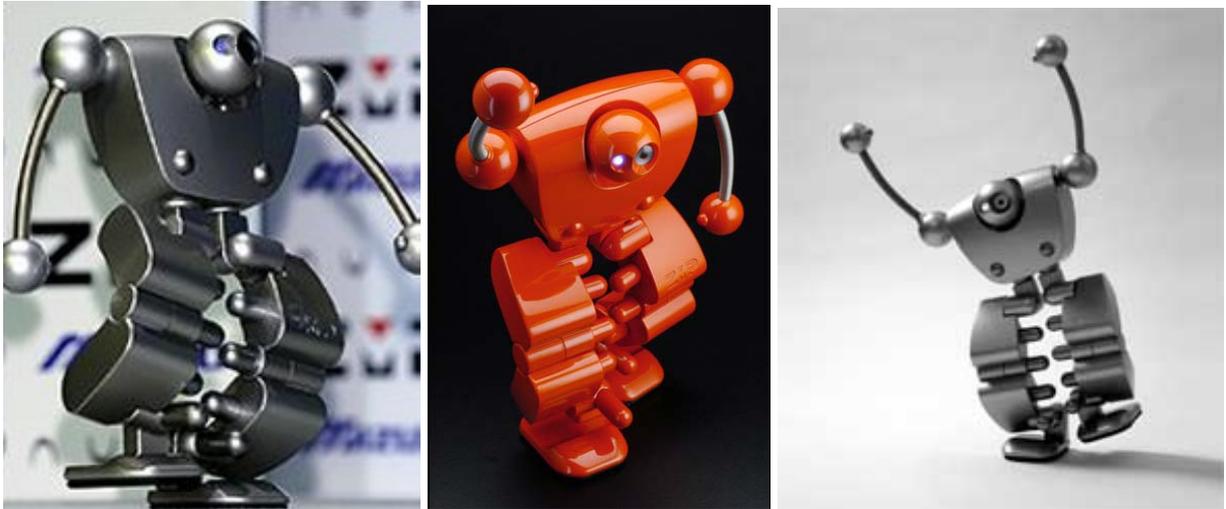


Fig. 23 - *Nuvo*, o *robô humanóide* da ZMP Inc. de Tóquio, cheio de habilidades.

O nome *Nuvo* vem do francês “*nouveau*” (que significa “*novo*”). O *Nuvo* pode executar movimentos altamente sofisticados e é outro *robô* capaz de levantar-se da posição de caído no chão.

Ele tem uma personalidade e uma aparência amigável e como nos outros *robôs* que executam movimentos altamente sofisticados, os fabricantes gostam de mostra-lo a dançar.

Estes últimos *robôs* apresentados (*Qrio*, *Hoap-1*, *Hoap-2*, *Hoap-3*, *Robonova* e *Nuvo*) têm o porte pequeno, não passam de 40 cm e podem andar em cima de uma mesa.

Por esta razão são mais leves e flexíveis, e desta forma capazes de fazer malabarismos.

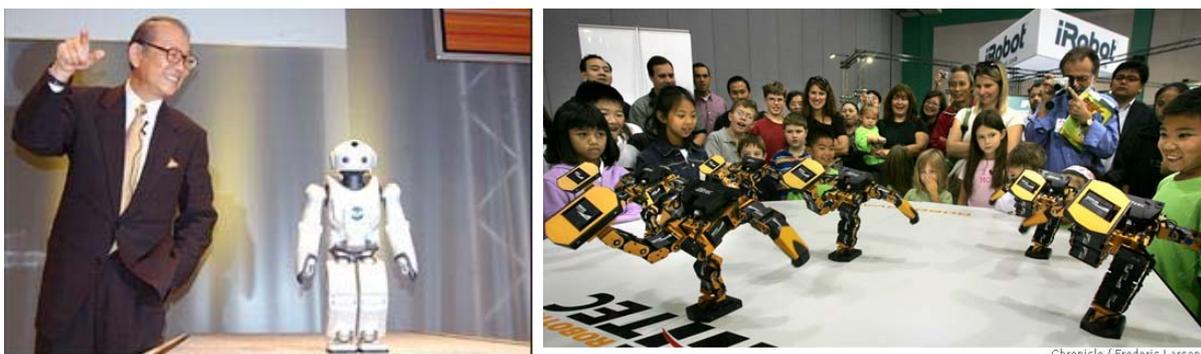


Fig. 24 - O *Qrio* e *Robonova* em cima de uma mesa (eles medem menos de 40 cm).

Há entretanto os *robôs* com portes semelhantes a uma pessoa baixa, próximos a 1,50 metros de altura, como é o caso do *Asimo* da Honda que já vimos.

O instituto de investigação coreano KAIST (*Korea Advanced Institute of Science and Technology*) também tem um *robô humanóide* chamado *Hubo* que mede 1,25 m e pesa 55 kg.



Fig. 25 - *Hubo*, o *robô humanóide* da KAIST.

Hubo pode andar, falar e entende fala. Ele caminha com uma velocidade de 1,25 km/h.

Hubo também pode mover os seus dedos independentemente, uma coisa que o *Asimo* não é capaz de fazer.

Hubo é capaz de caminhar em todas as direcções, assim como fazer desvios e mudar de direcção, e também a seguir objectos iluminados.



Fig. 26 - *Hubo*, o *robô humanóide* da KAIST.

Mas a Coreia tem um outro *robô humanóide* chamado *Maru* que é ainda maior que o *Hubo* e é também desenvolvido no instituto de investigação coreano KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology).

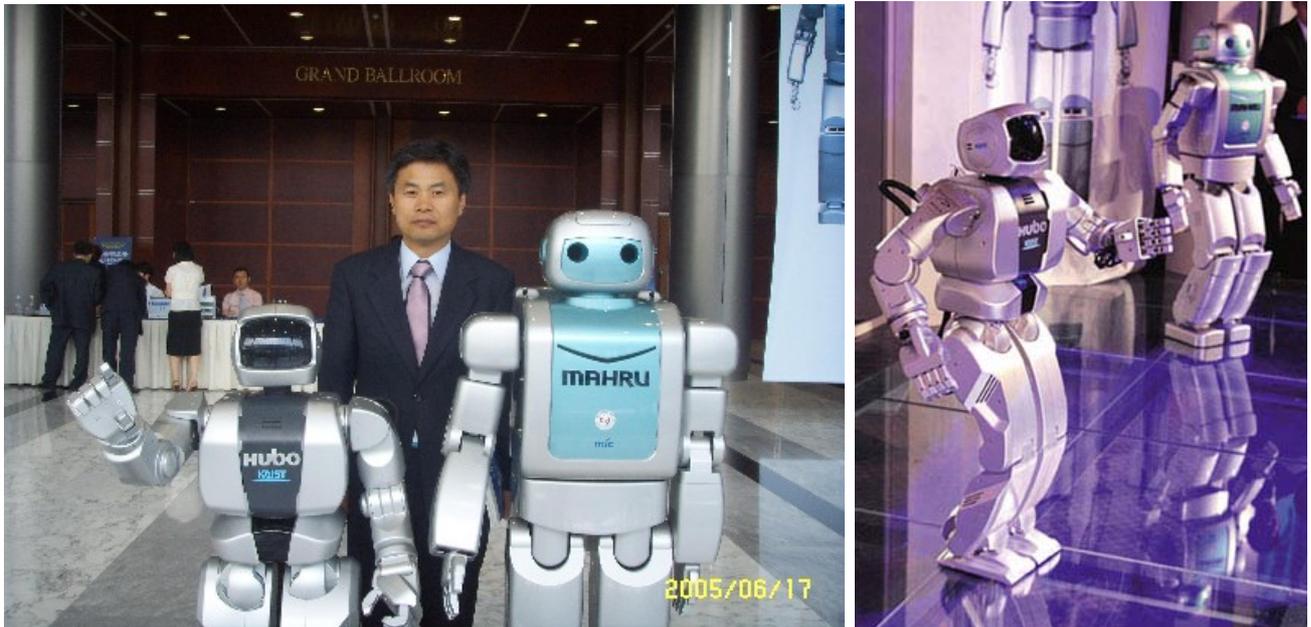


Fig. 27 - *Hubo* e *Maru*, os *robôs humanóide* Coreanos, da KAIST.

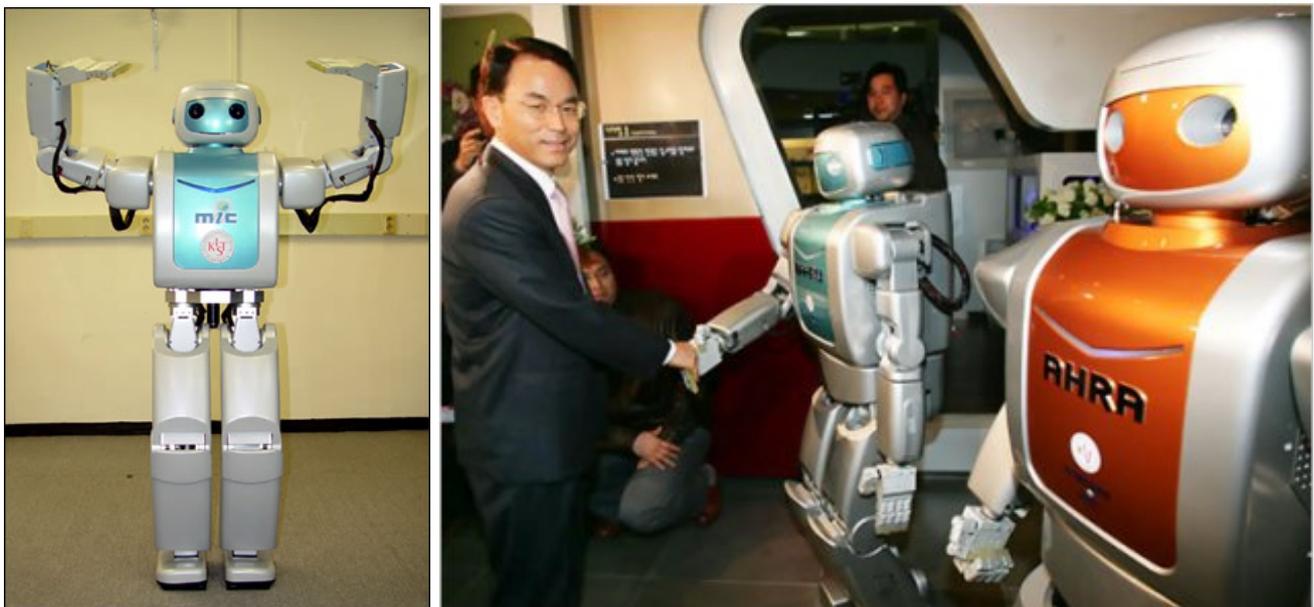


Fig. 28 - *Maru*, um *robôs humanóide* Coreano, da KAIST.

Maru é um *robô* de grande mobilidade para o seu tamanho, cerca de 1,50 metros. Ele tem muitas funções e é até mesmo capaz de servir bebidas numa bandeja.

O *robô Maru* coloca a Coreia como um dos líderes dos países da região Ásia-Pacífico, juntamente com o Japão, na construção de *robôs*.

Outro *robô* japonês semelhante a estes é o *HRP-2P* da Kawada Industrial Corp que foi desenvolvido na Universidade de Tóquio.

Ele tem a estatura de um homem baixo, 1,58 cm e pesa 58 kg (incluindo as baterias) e foi projectado para executar tarefas em ambientes industriais. Ou seja, ser um operário em fábricas.



Fig. 29 - *HRP-2P*, um *robô humanóide* da Kawada Industrial Corp. e Universidade de Tóquio a executar trabalhos em ambientes industriais. Ele tem a estatura de um homem baixo.

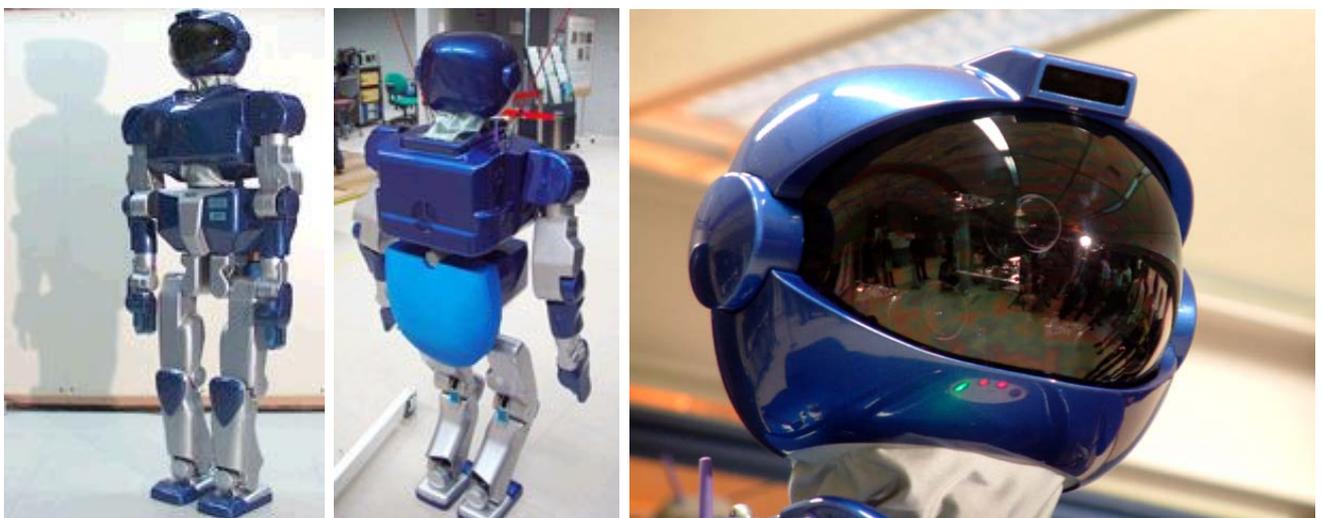


Fig. 30 - *HRP-2P*, um *robô humanóide* da Kawada juntamente com a Universidade de Tóquio. Ele também carrega uma mochila às costas com a sua bateria.

Portanto, essa nova geração de *robôs humanóides* domésticos e profissionais podem simplesmente divertir-nos: *dançando*, *tocando um instrumento*, etc. ou também realizar algumas actividades específicas para nós como: *fazer compras*, *entregar correspondências*, e até *cuidar de um bebé*.

Também há portanto os *robôs humanóides* para nos acompanharem ou para ajudar-nos em tarefas no lar.

O *Wakamaru*, *robô humanóide* da Mitsubishi foi projectado para ser um companheiro do lar.



Fig. 31 - *Wakamaru*, o *robô humanóide* da Mitsubishi, projectado para ser um companheiro da família dentro de casa.

O *Wakamaru* não possui as mesmas habilidades acrobáticas de alguns *robôs* que mostramos acima, que andam em duas pernas e que dançam, mas entretanto ele tem um intelecto mais avançado. Ele conversa espontaneamente com as pessoas da casa baseado em informações que ele obtém do contacto com os membros da família.

Quando está sozinho em casa o *Wakamaru* observa por situações não usuais que possam ocorrer, zelando pela segurança.

Outro *robô* projectado para ser um companheiro do lar foi *Valerie*, a *robô humanóide doméstica* da AT&T.



Fig. 32 - *Valerie*, a *robô humanóide doméstica* da AT&T, EUA.

Valerie tem o aspecto humano de uma mulher, mede 1,68 m e pesa 50 kg.



Fig. 33 - Detalhe do rosto da *Valerie*, a *robô humanóide* da AT&T, EUA.

Muitos outros *robôs humanóides* têm sido desenvolvidos para tarefas específicas e por vezes originais.

Por exemplo, o *Doki*, *robô humanóide* da empresa *Intelligent Earth* da Escócia, no Reino Unido, é um *robô* galanteador.

O primeiro *robô* a ter um sexo definido. Sua especialidade é conversar com mulheres, oferecendo-lhes flores e chocolates.



Fig. 34 - *Doki*, um *robô humanóide* escocês especialista em conversar com as mulheres.



Fig. 35 - *Doki* possui vários sensores, incluindo o de odor. Ele oferece **flores** e **chocolates** às damas.

Já o *Posy*, da empresa japonesa Silicon Graphics Inc. (SCI) de Tóquio, é uma **robô humanóide** mulher. A primeira **robô** do sexo feminino. Sua especialidade é ser dama de honor em casamentos.



Fig. 36 - *Posy*, a **robô humanóide** da Silicon Graphics Inc., projectada para ser “**dama de honor em casamentos**”.

Esta mesma da empresa, Silicon Graphics Inc (SCI), desenvolveu também os **robôs humanóides** *Pulsar* e o *Sci-Fi* para entregarem mensagens, *que podem ser românticas*, gravadas digitalmente, como uma espécie de *telegramas falados*.

O *Pulsar* é um **robô** homem que entrega estas mensagens a damas (podendo ser acompanhada com flores) e o *Sci-Fi* é uma **robô** mulher que entrega estas mensagens a homens.



Fig. 37 - *Pulsar* e *Sci-Fi* dois *robôs humanóides* da Silicon Graphics Inc., projectado para entregarem mensagens de voz gravadas a *damas* e a *senhores*, respectivamente.

Existe um projecto da **NASA** juntamente com a *Universidade de Vanderbilt*, em Nashville, Tennessee, nos Estados Unidos (a mesma que desenvolveu o *robô ISAC*) para o desenvolvimento de um *robô* para ir no espaço: eles chamam-no de "*robonat*" (um "*robonauta*").

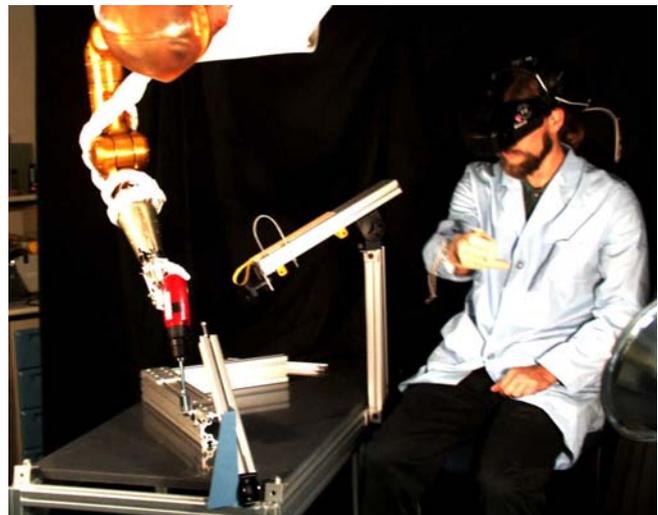
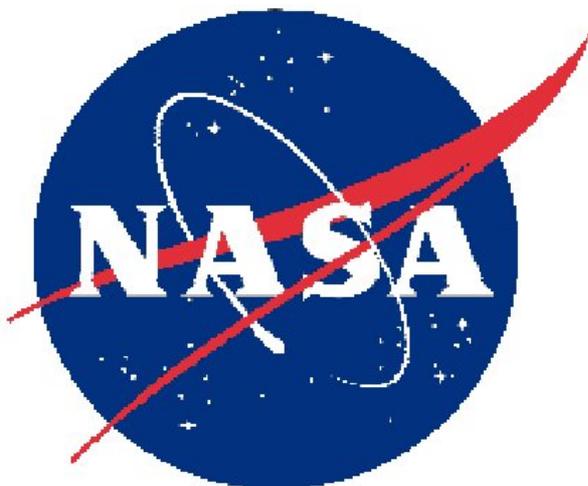


Fig. 38 - Projecto da **NASA** juntamente com a *Universidade de Vanderbilt*, de um *robô* com habilidades para trabalhar no espaço: um "*robonauta*".

Desta forma a **NASA** poderá, no futuro enviar *robôs* para fazer a exploração espacial e outros trabalhos como colocar satélites em órbita, por exemplo.

A preparação de cada astronauta que a **NASA** envia ao espaço é muito cara e demorada. Tem que ser pessoas de bom preparo físico, que passam meses treinando na própria **NASA** com as condições do espaço, sem a gravidade da Terra, a alimentação especial, etc.

Um *robô* simplificaria isto. O *robonauta*, obviamente, não precisa de se alimentar. E, uma vez desenvolvido um *robonauta*, muitos outros poderão ser construídos iguais. E todos já estarão treinados para as tarefas no espaço.



Fig. 39 - Projecto da **NASA** juntamente com a *Universidade de Vanderbilt*, para o desenvolvimento de um *robô* para ir no espaço: um “*robonauta*”.

Um outro projecto interessante é dos *robôs Roseman* que significa “**RO**bots **SE**rving **HU**MANs” (ou seja, “*robôs* servindo humanos”), do grupo de sistemas inteligentes da Universidade de Oulu, na Finlândia.

Roseman é um *robô* móvel desenvolvido para operar com humanos no ambiente do dia a dia. Isto significa ter que evitar obstáculos como por exemplo: pessoas que passam, portas que se abrem e fecham pelo seu trajecto, mobílias pelo caminho, etc.



Fig. 40 - *Roseman* evitando obstáculos pelo seu caminho.

O projecto do *Roseman* usa métodos sofisticados de redes neuronais em sistemas inteligentes, visão artificial, aprendizado em controlo de sistemas rastreamento de cores, objectos e pessoas e sistemas tele-guiados.



Fig. 41 - *Roseman* evitando obstáculos pelo seu caminho e servindo café.



Fig. 42 - *Roseman* servindo café (à esquerda) e com o seu *robô* de apoio que enche os copos com café (à direita).

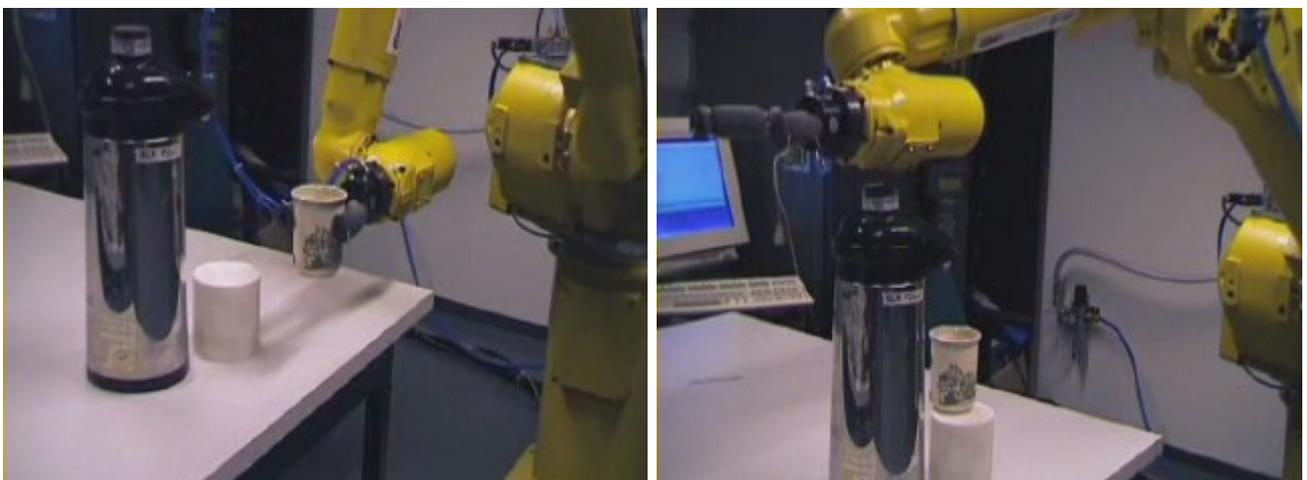


Fig. 43 - *Robô* de apoio ao *Roseman* enchendo o copo ou a caneca com café.

Mas existe um outro *robô* chamado *T-Rot* que é realmente humanoíde e atende num bar. Trata-se de um projecto sofisticado do instituto de investigação coreano KAIST (*Korea Advanced Institute of Science and Technology*), o mesmo que projectou o *Hubo* e o *Maru* que vimos anteriormente nesta secção.



Fig. 44 - *Robô T-Rot* que serve num bar.

A Toshiba tem três *robôs* de companhia que se chamam "*ApriAttenda*", "*ApriSharpEar*" e "*ApriAlpha*".



Fig. 45 - *ApriAlpha* (à esquerda), *ApriAttenda* e *ApriSharpEar* (à direita) *robôs humanoídes* da Toshiba.

O robô *ApriAttenda* segue ou acompanha uma determinada pessoa, o seu dono por exemplo, aonde ela for, mesmo no meio de muita gente, na multidão.

Ele ajusta a sua velocidade para manter uma determinada distância da pessoa. Ele possui sensores ultra-sônicos integrados para observar os obstáculos no caminho, ao mesmo tempo que tenta manter sempre o contacto visual com a pessoa que esta seguindo.

Quando a pessoa pára ele também pára posicionando-se logo atrás dela. Se por alguma razão ele perde o contacto visual, ele passa a fazer buscas na tentativa de achá-la novamente.

Ele usa tecnologia de processamento de imagens à alta velocidade de forma a poder identificar a cor e a textura da roupa de uma pessoa.

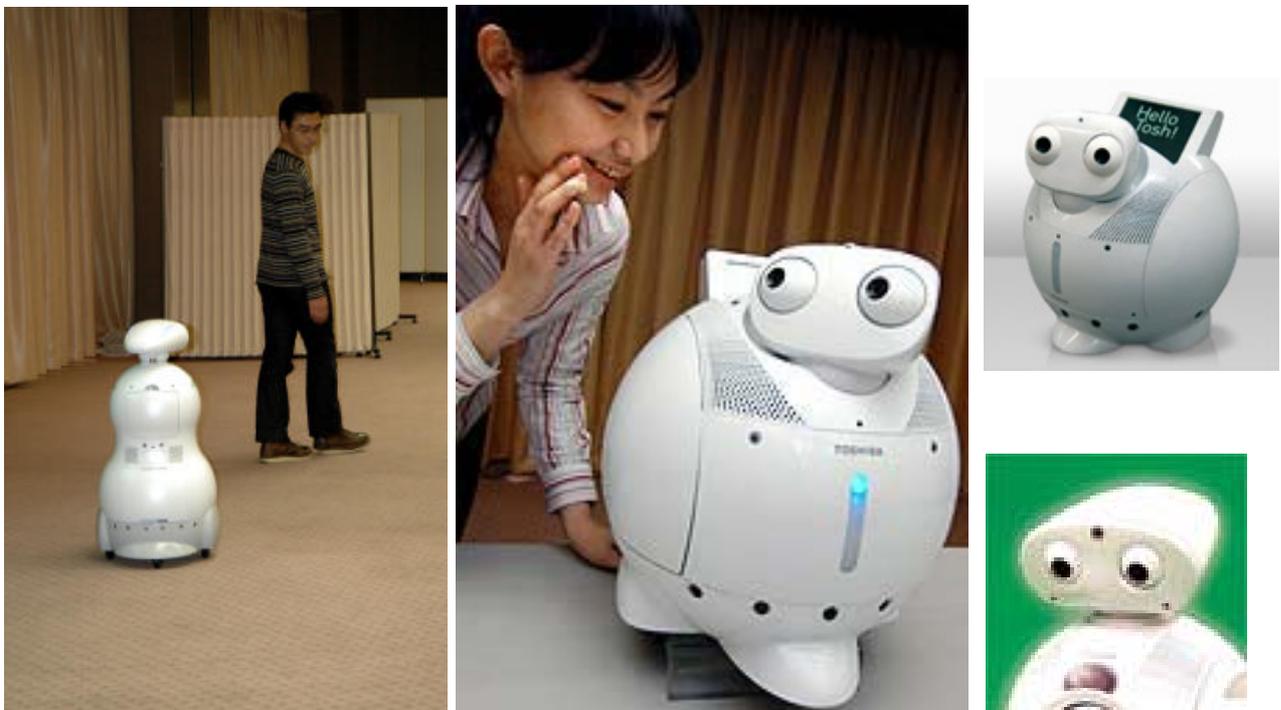


Fig. 46 - *ApriAttenda* (à esquerda) seguindo uma pessoa, e *ApriSharpEar* (ao centro e à direita), robôs *humanóides* da Toshiba.

O robô *ApriSharpEar* pode distinguir a voz de uma determinada pessoa, o seu dono por exemplo, mesmo entre muitas vozes diferentes vindas de direcções diferentes.

O robô *ApriAlpha* na verdade foi o primeiro destes três robôs que a Toshiba desenvolveu. Semelhantemente a outros já mencionados aqui ele serve de companhia em casa.

Ele pode controlar os aparelhos eléctricos da casa, comunicar-se mantendo uma conversação em linguagem simples, ler *e-mails* e outras tarefas úteis no lar.

Ele possui seis microfones localizados pelo seu corpo que captam som vindos de todas as direções e usam tecnologia de processamento de sinais para o reconhecimento da voz.

O *robô humanóide* da Hitachi chama-se *Emiew*, não é bípede, anda sobre rodas, entretanto por isso é o mais veloz de todos os que mencionamos aqui: 6 km/h.

Emiew significa: **E**xcellent **M**obility & **I**nteractive **E**xistence **W**orker.

O *robô humanóide* da Toyota chama-se *Kaikan* e toca corneta.

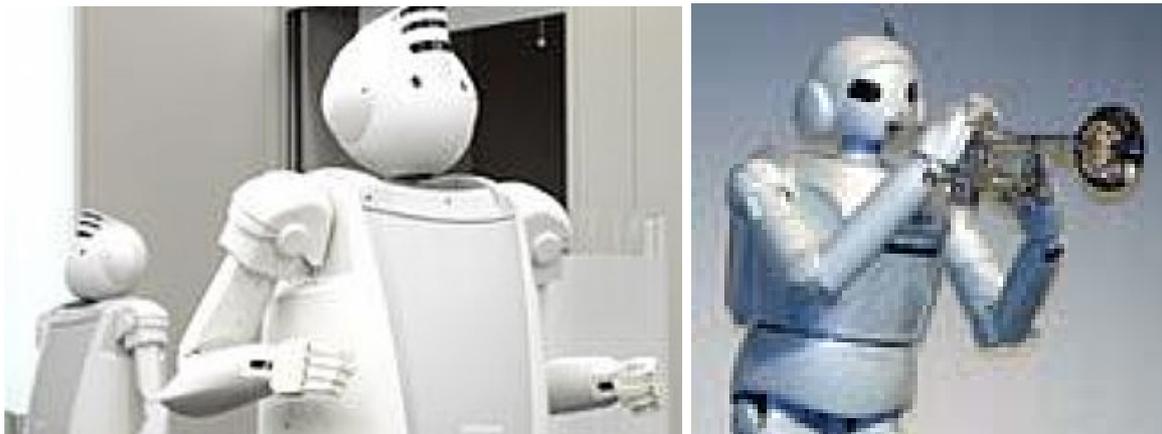


Fig. 47 - *Emiew*, o *robô humanóide* da Hitachi e *Kaikan*, o *robô humanóide* da Toyota que toca corneta.

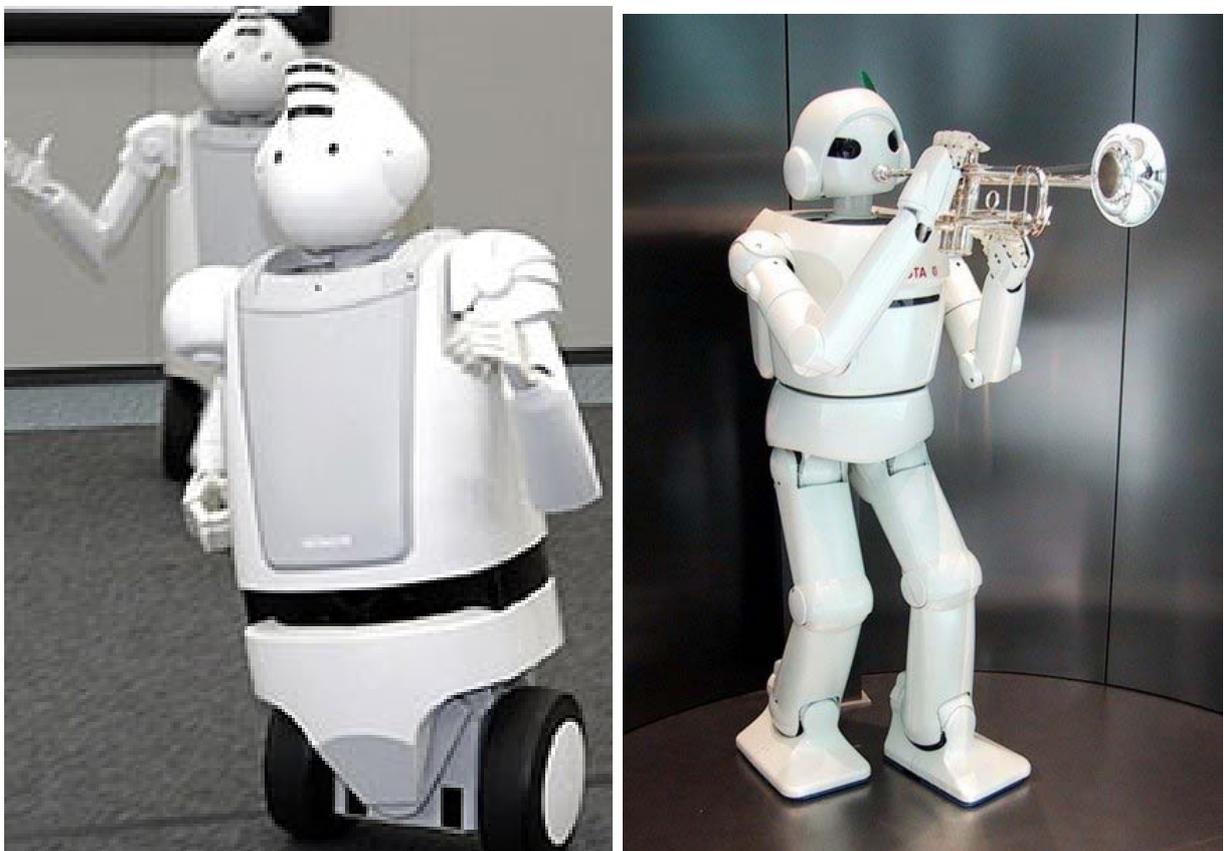


Fig. 48 - *Emiew*, o *robô humanóide* da Hitachi e *Kaikan*, o *robô humanóide* da Toyota.

Há também *robôs humanóides bonecos* que parecem brinquedos normais mas possuem um sistema complexo de interação com os humanos.

O *robô brinquedo Robosapien*, da empresa americana empresa WooWee mede 55 cm de altura e pesa 2,8 kg. Mas ele também é fabricado num tamanho menor com 35 cm.

O *Robosapien* é um *robô* multi-funcional, que pensa e tem atitude! Ele executa 67 tarefas pré-programadas.

O *Robosapien* é capaz de andar, chutar, lutar, arrotar, roncar, soluçar, assobiar, grunhir, sentir cócegas, acender os olhos, fazer sinais, saudar, pegar objectos com as mãos, falar, cantar, dançar, etc.



Fig. 49 - *Robosapien*, o *robô humanóide* da WooWee.



Fig. 50 - O *Robosapien* é capaz de sentir cócegas.

A sua personalidade pode ser programada (e reprogramada) de diversas formas: para ser *calmo* e *gentil* com as pessoas, ou para ser um *dançarino* ou para ser um *lutador*, etc.

O *iFBot* é um *robô bebê* do Japanese Business Design Laboratory que reconhece voz e responde com 40 expressões faciais diferentes e cerca de mil palavras no seu vocabulário.

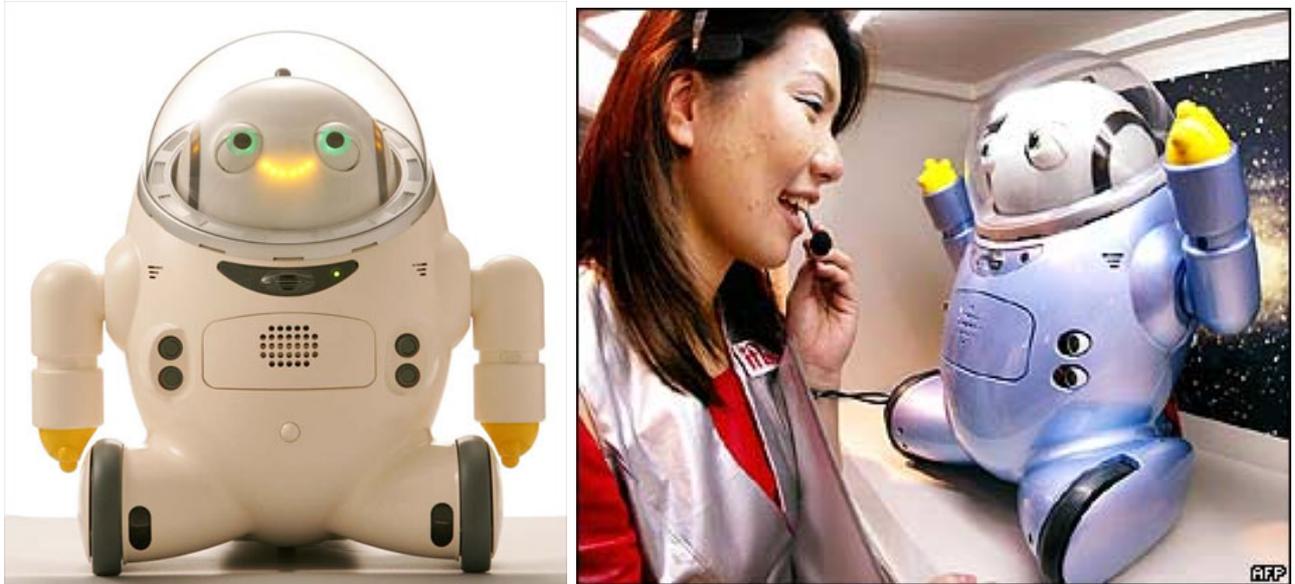


Fig. 51 - *iFBot*, o *robô humanóide* (que imita um bebê) do Japanese Business Design Laboratory.

O *Yumel* da empresa Tomy do Japão (a mesma empresa que fabrica o Pokemon), também é um *robô bebê* com apenas 37 cm de comprimento e que responde balbuciando com cerca de 1200 frases diferentes com a habilidade de conversação de um menino de 5 anos.



Fig. 52 - *Yumel*, o *robô boneco humanóide* (que imita um bebê) da Tomy do Japão.

Ambos os *robôs iFBot* e *Yumel* são muito populares no Japão como companhia para pessoas idosas.

O *PaPeRo* é o *robô boneco humanóide* da NEC do Japão. Ele não tem os braços mas tem sistemas de reconhecimento de voz.



Fig. 53 - *PaPeRo*, o *robô boneco humanóide* da NEC do Japão.

Por isso o *PaPeRo* pode entender 650 frases de comandos com instruções e pode reconhecer quem fala com ele. Além disso ele pode falar outras 3.000 frases do seu vocabulário.



Fig. 54 - *PaPeRo*, projectado para lidar com as crianças.

PaPeRo foi projectado para lidar com as crianças, ele é capaz de mantê-las ocupadas pois brinca, canta, joga e fala com elas.



Fig. 55 - *PaPeRo*, o *robô boneco humanóide* da NEC do Japão.

Mas o *PaPeRo* também está preparado para lidar com deficientes ou mesmo com adultos normais. Ele pode por exemplo lembrar-me da hora, se eu pedir.

O nome *PaPeRo* acrónimo de *Partner-type Personal Robot*.

O *FII-RII* da Takara é um *robô boneco humanóide* bastante esperto. Ele controla as ligações eléctricas da casa que o seu dono desejar.

Se o *FII-RII* for ligado ao computador via USB, pode receber instruções do que ligar e do que desligar, via teclado ou até mesmo pela Internet, quando seu dono não estiver em casa.

Seus olhos têm uma câmara digital e podem enviar imagens pela Internet ou para um telemóvel, para permitir a observação da casa pelo seu dono quando ele não lá estiver.



Fig. 56 - *FII-RII*, o *robô humanóide boneco* da Takara do Japão.

Muitos destes *robôs humanóides* que falamos acima parecem ser só um boneco ou um brinquedo.



Fig. 57 - *PaPeRo*, *Nuvo* e *Robosapien*, *robôs humanóides bonecos* que não parecem *robôs* a sério.

Entretanto, na verdade estes *robôs brinquedos* ou *bonecos* são bastante complexos, têm *processadores*, *circuitos integrados* e usam tecnologia bastante avançada.

Além disso muitos deles possuem vários, senão todos, destes sistemas abaixo:

- sistemas para darem mobilidade, para os *robôs* sentarem-se, agacharem-se e levantarem-se;
- sistemas para darem mãos precisas, para permitir aos *robôs* manipularem vários tipos de objectos;
- visão de radar infra-vermelho, para os *robôs* detectarem obstáculos, acompanharem movimentos e agarrarem objectos dados a ele;
- visão de cores, para permitir aos *robôs* reconhecerem objectos e tons de pele;
- detecção de som estereofónico, para os *robôs* poderem identificar a direcção do som;
- sistemas de reconhecimento de voz, para os *robôs* reconhecerem certos comandos;
- sintetizador de voz, para os *robôs* poderem falar;
- detector laser, para os *robôs* serem capazes de seguir um caminho traçado com laser;
- sistemas de controlo avançados para estabilizar o equilíbrio e a coordenação dos *robôs* ao caminharem, e em muitos casos, são capazes de andar por diferentes tipos de terreno.

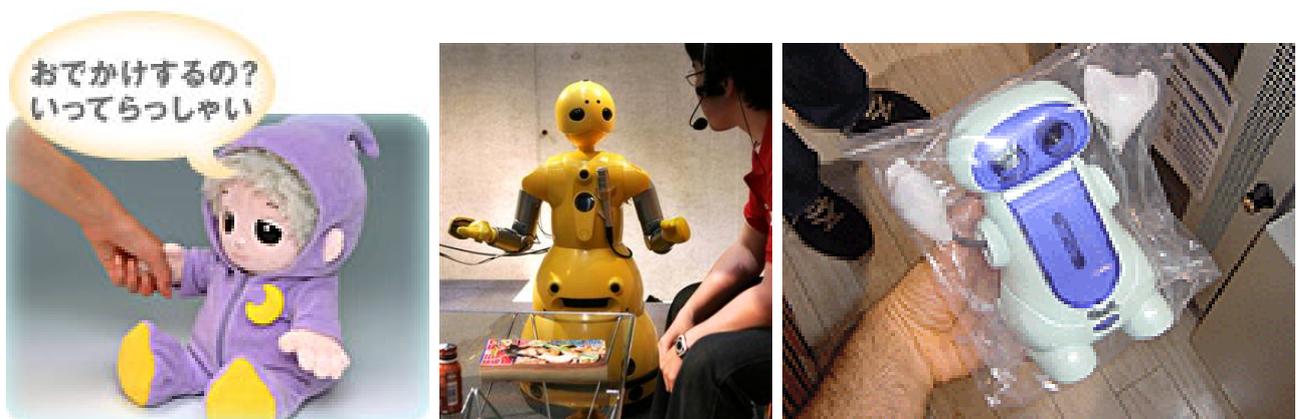


Fig. 58 - *Yumel*, *Wakamaru* e *FII-R11*, *robôs humanóides bonecos* que não parecem *robôs* a sério.

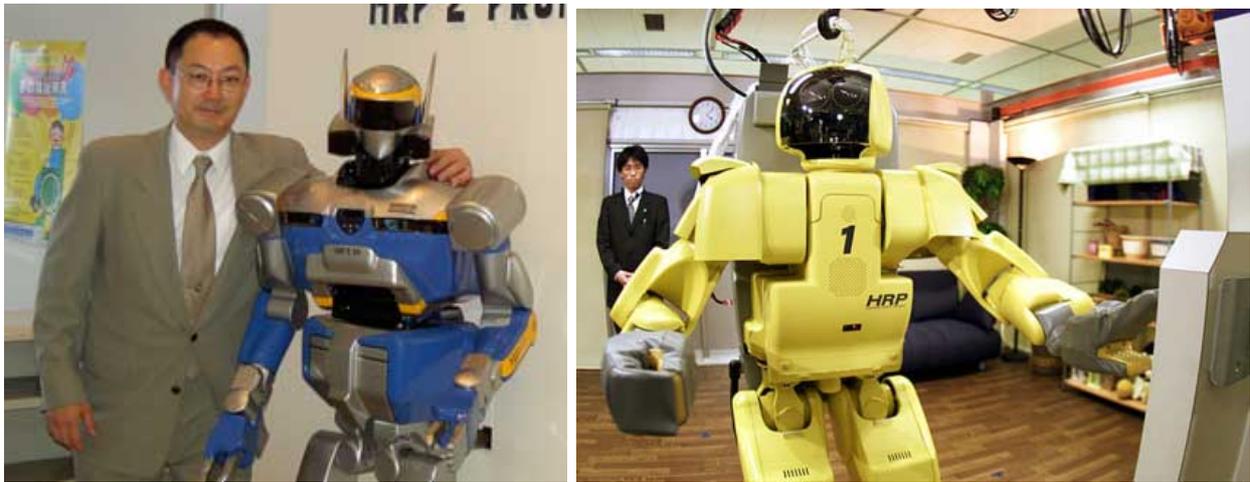


Fig. 59 - *HRP-2* robô humanóide da Kawada Industrial Corp. & Universidade de Tóquio projectado para ser um operário de fábrica.

O Teste de Turing.

Já vimos que os primeiros *robôs humanóides* eram uns homens de ferro mas que com o tempo foram produzindo-se *robôs humanóides* comerciais bem melhor acabados.

Entretanto, por mais bem acabados que sejam estes *robôs* humanóides, chegando até mesmo a sofisticação do acabamento de *Valerie*, muito ainda tem que ser desenvolvido nos seus interiores para que um dia sejam realmente *andróides*.

Há muitos aspectos em que um *robô* está longe de ser comparado com uma pessoa humana.

A *visão artificial* de um *robô*, por exemplo, ainda não se compara com o olho humano.

Neste campo os *robôs* têm muitos problemas com a *iluminação* e com as *sombras*, entre outros.

A capacidade de um *robô* tomar decisões de movimentos a serem executados, envolve a capacidade de raciocínio do *robô* e é ainda uma área a ser mais bem desenvolvida pela "*Inteligência Artificial*".

Num *robô* normal (*não humanóide*) a geração do seu movimento e o seu controlo envolvem complexos cálculos de dinâmica, exigindo considerável capacidade de computação.

Nos *robôs humanóides* esta geração de seus movimentos e os seus controles são ainda mais complicados pois eles precisam responder instantaneamente a alterações no ambiente.

Em especial *robôs* que fazem movimentos complexos como: *caminhar*, *subir escadas*, *dançar*, *tocar instrumentos*, *jogar futebol*, etc.

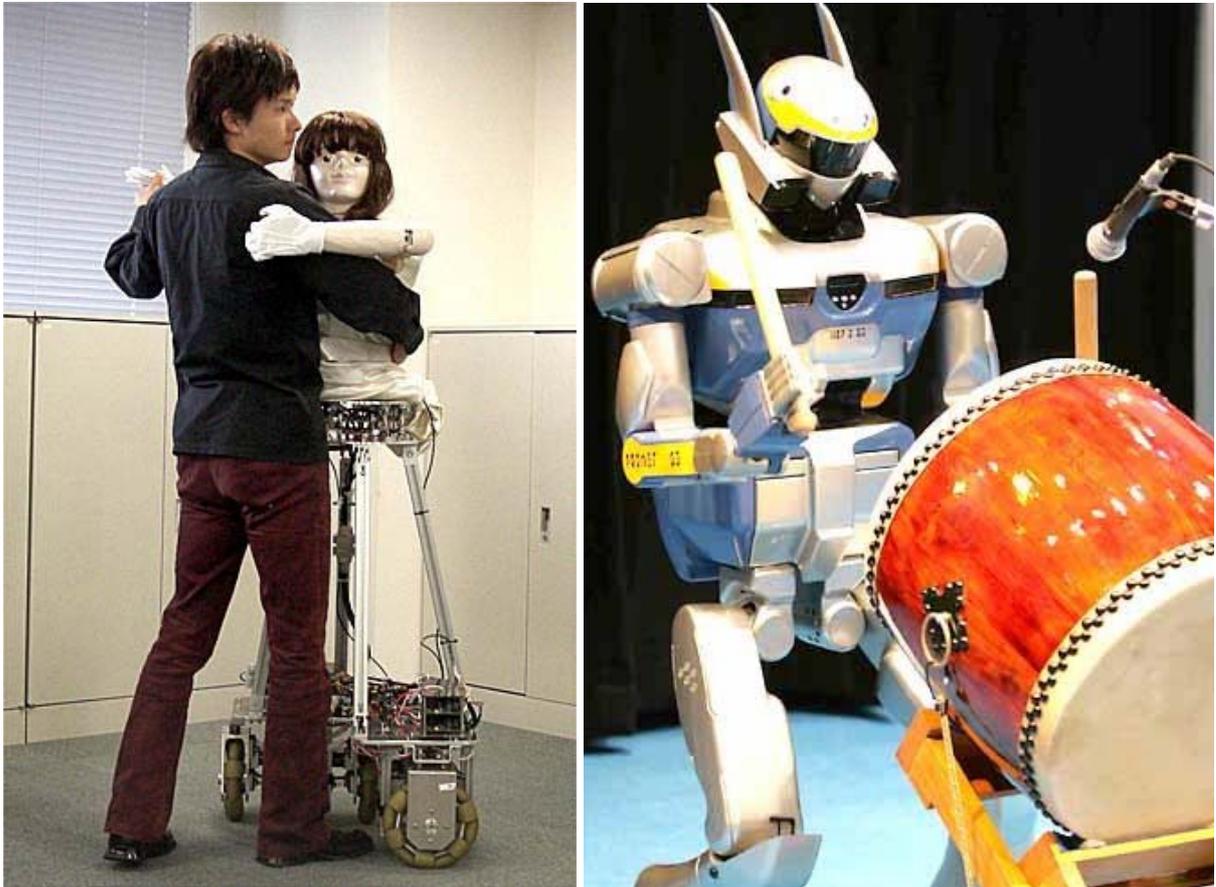


Fig. 60 - *Robô* que dança japonês e *HRP-2*, *robô humanóide* da Kawada.

Para isso estes *robôs humanóides* possuem um sistema de aprendizado que utiliza *redes neurais* reconfiguráveis.

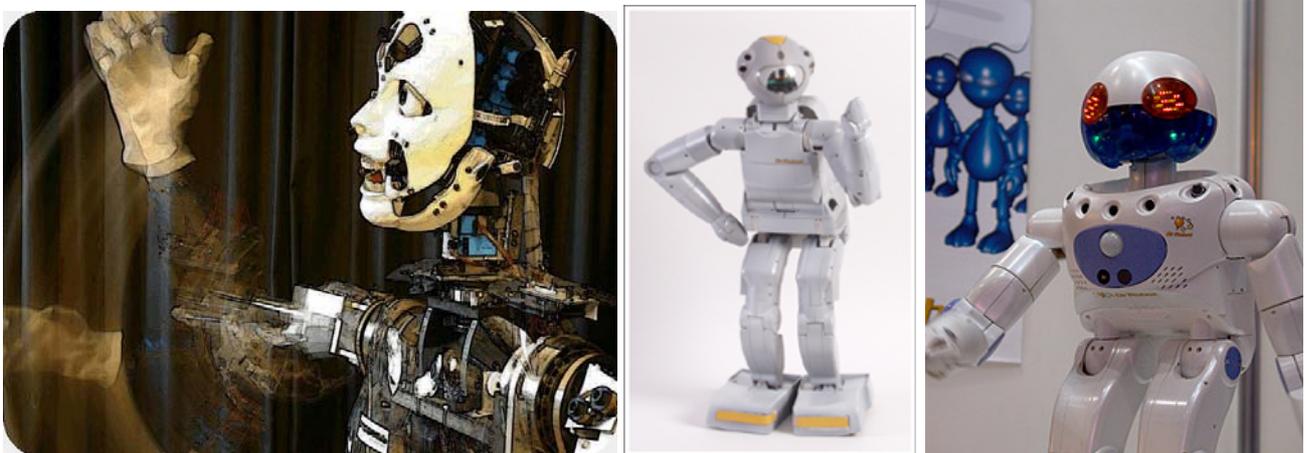


Fig. 61 - *Robôs humanóides*.

As *redes neuronais* são um ramo da “*Inteligência Artificial*”.

As *redes neuronais* aliadas a *sistemas de controlo* tentam imitar o processo de como os seres vivos aprendem ou mesmo de como raciocinam.

Como o nome sugere, as *redes neurais* reconstroem a arquitectura do nosso cérebro no que se refere ao funcionamento dos nossos “*neurónios*”.

As *redes neuronais* representam um passo importante no desenvolvimento de *robôs humanóides*, simplificando o processo de geração dos movimentos do *robô*.

Mas “*Inteligência Artificial*” vem cada vez mais sendo usada em *robôs* não apenas para ele comandar os seus movimentos.

Para um *robô* ter habilidades como *reconhecer faces*, *reconhecer vozes*, *memorizar caminhos*, *conversar*, e outras actividades que envolvem o raciocínio, os seus microprocessadores têm que ser pré-programados com técnicas de “*Inteligência Artificial*”.

A maioria destes *robôs* que raciocinam só existe em protótipos.

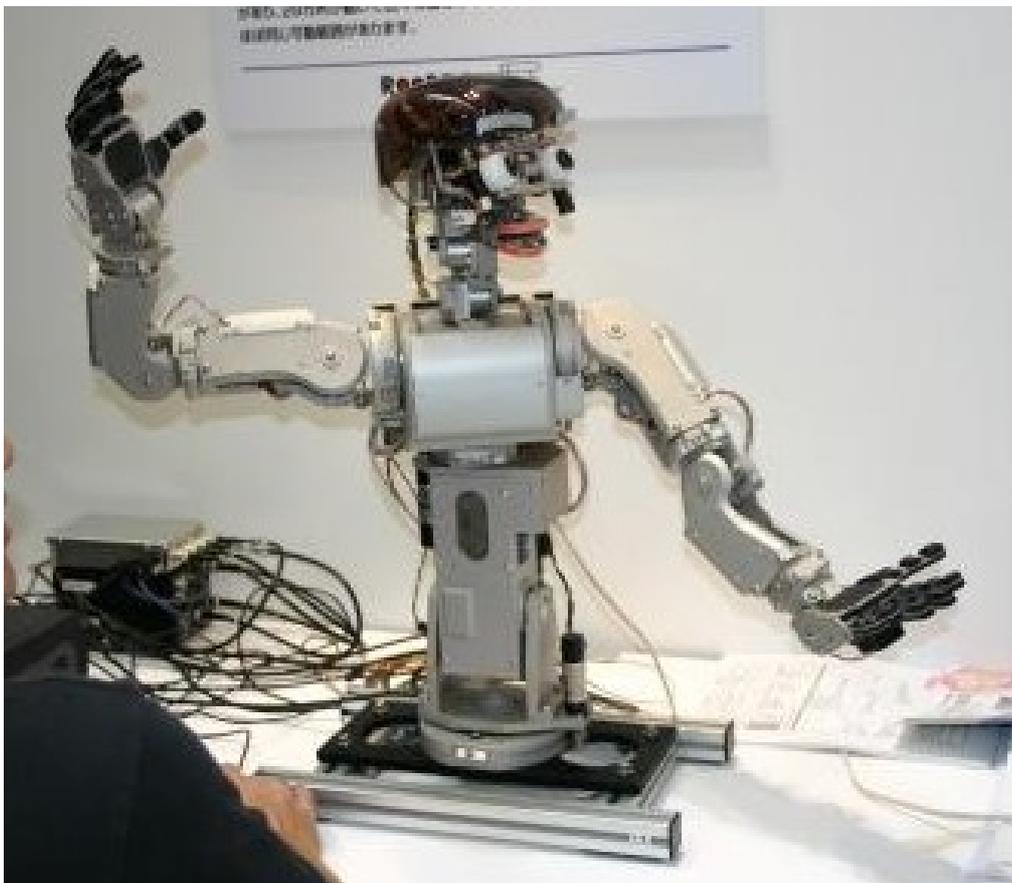


Fig. 62 - Protótipo de *robô humanóide* programado nos seus microprocessadores para executar tarefas que envolvem o raciocínio.

Portanto, os *robôs* actuais, *humanóides* ou não ainda não passam no *teste de Turing*.

O *teste de Turing* foi criado por *Alan Turing* (1912-1954) que era um matemático inglês brilhante que contribuiu bastante em ramos como a matemática computacional, no estudo da eficiência dos algoritmos.

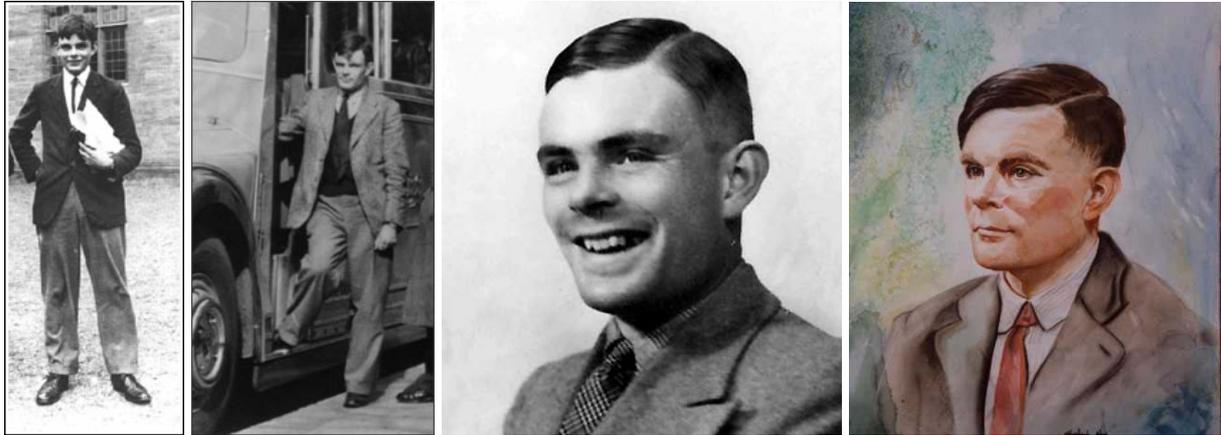


Fig. 63 - O britânico Alan Turing (1912-1954). Na foto da esquerda com 12 anos.

O teste de Turing consiste em que uma máquina consiga simular um ser humano.

O Teste de Turing

Uma pessoa deve interagir com o computador por meio de um terminal, de computador através unicamente de texto.

*O computador passa no teste se a pessoa **não for capaz de distinguir se está conversando com uma outra pessoa ou com um computador.***

Não há restrições sobre os assuntos que a pessoa possa conversar com o computador.

Qualquer coisa dentro da experiência humana é válido, seja arte, ciência, história pessoal ou relações sociais.

A linguagem também é livre e metáforas podem ser usadas como em uma conversa normal.

Os *robôs actuais*, mesmo os que usam *Inteligência Artificial*, ainda nem se aproximam de tamanha sofisticação.

Sistemas robóticos.

Portanto, a investigação em Robótica não se concentra em *robôs humanoides* apenas.

Ou seja, para se poder construir *robôs* mais semelhantes com o ser humano no futuro, ainda é necessário o desenvolvimento de muitas outras coisas.

Não basta construir *robôs* que caminham, que tocam um instrumento ou que dançam.

Também é necessário desenvolver sistemas robóticos, isto é, sistemas que reproduzam outros aspectos sofisticados que a natureza dotou o homem como:

- certas articulações, como as das mãos, braços e pernas, ou
- a fala, ou
- a parte emocional, ou mesmo
- o raciocínio.

Na Universidade do Colorado nos Estados Unidos, por exemplo, eles desenvolvem *mãos mecânicas* com as articulações semelhantes às nossas.

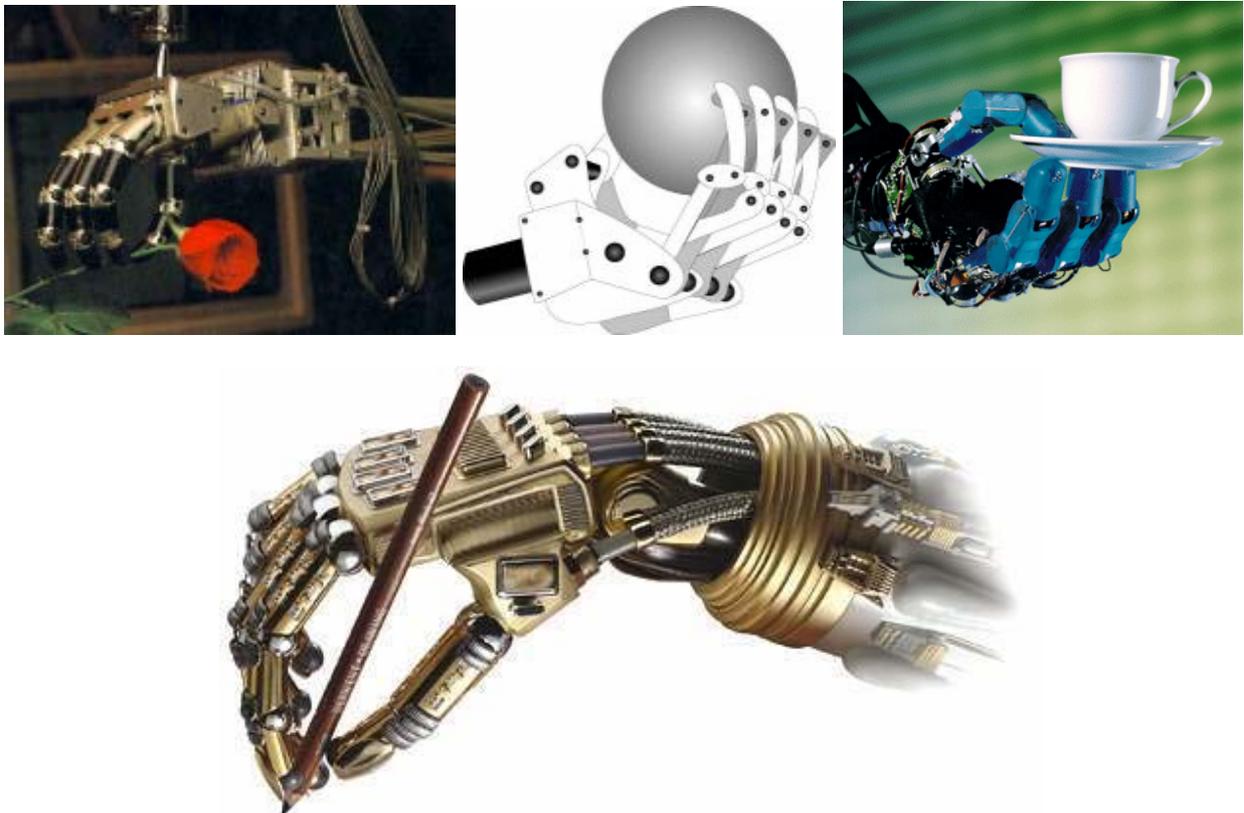


Fig. 64 - *Mão mecânica*, desenvolvida na Universidade do Colorado nos Estados Unidos.

Projectar *robôs humanóides* que caminham como humanos é extremamente complicado.

A tecnologia das máquinas de caminhar além de servir para *robôs humanóides*, talvez possa ajudar também no desenvolvimento de *pernas biônicas* para amputados.

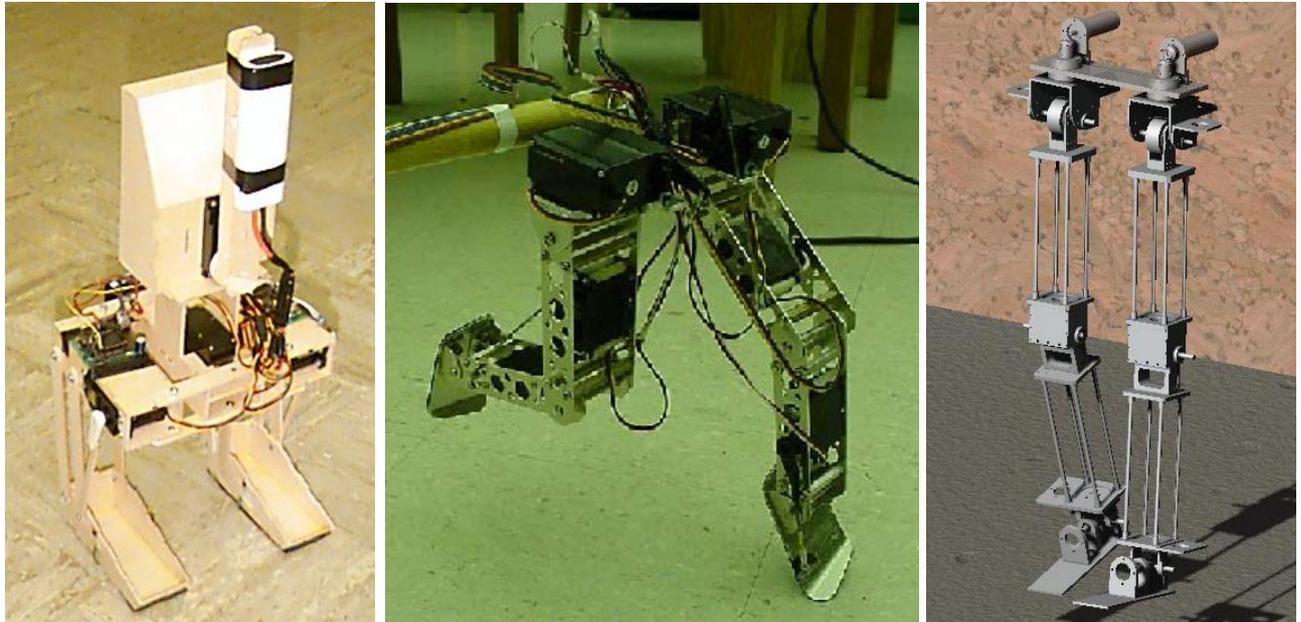


Fig. 65 - Projectos de *robôs bípedes*: o *Tony Padgett walker*, da Universidade da Flórida, nos EUA (à esquerda); o *Bijimemy*, da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, nos EUA (ao centro); e o *Singapore biped*, da Universidade Nacional de Singapura (à direita).

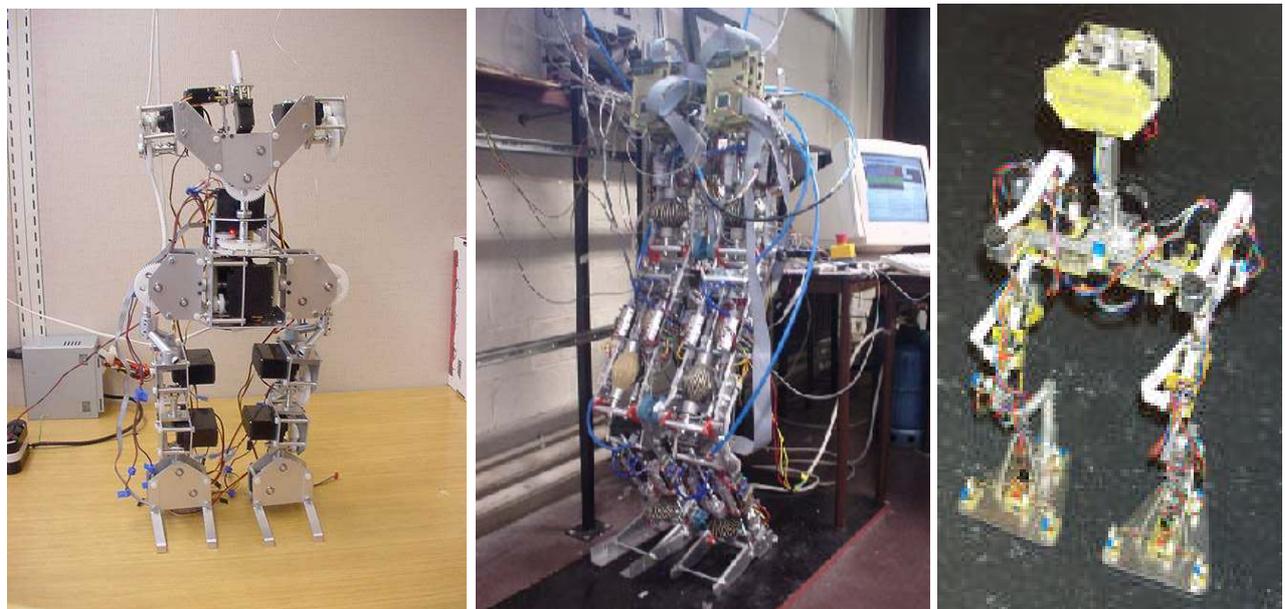


Fig. 66 - Projectos de *robôs bípedes*: a *Elvira*, da Universidade de Halmstad, na Suécia (à esquerda); a *Lucy*, da Universidade de Bruxelas, na Bélgica (ao centro); e *Denmark walker* (andador da Dinamarca), da Universidade da Dinamarca do Sul, na Dinamarca (à direita).

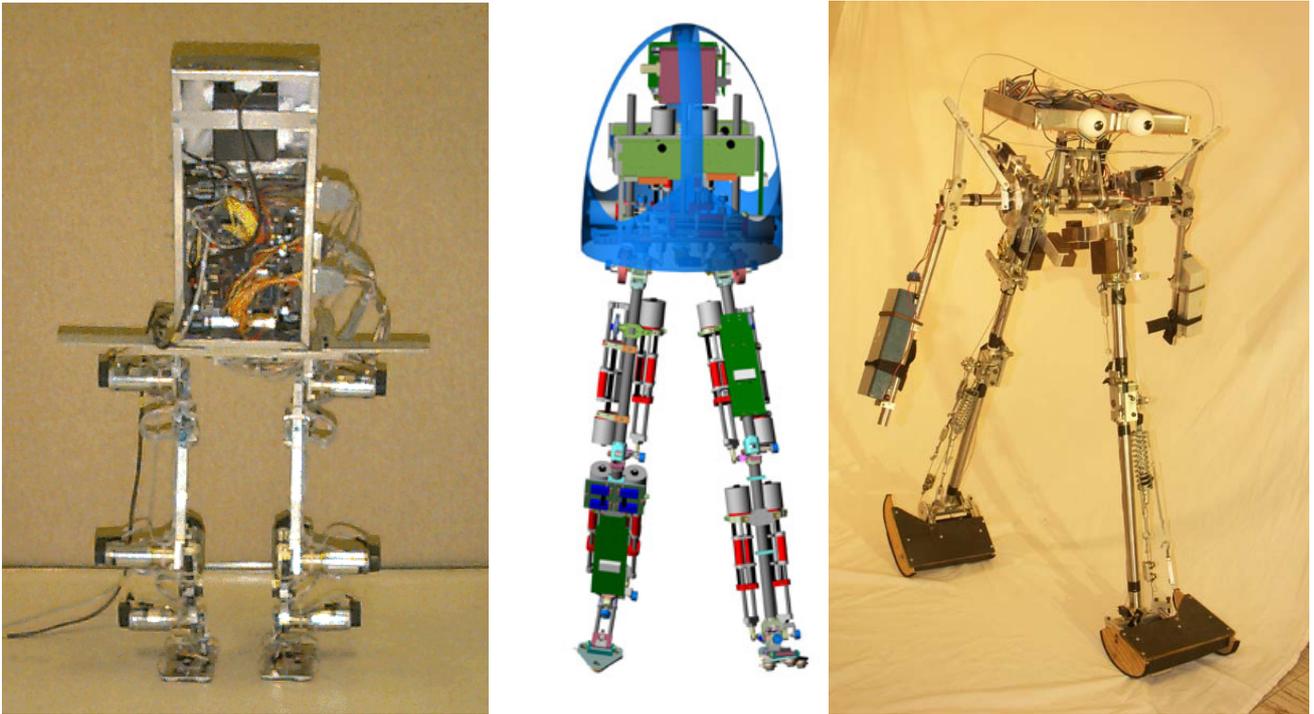


Fig. 67 - Projectos de *robôs bípedes*: o *UNH biped* da Universidade de New Hampshire, nos EUA (à esquerda); o *Yobotics*, do MIT (Massachusetts Institute of Technology), LEG Laboratory, nos EUA (ao centro); e o *BAPS*, da Universidade Delft de Tecnologia, na Holanda (à direita).

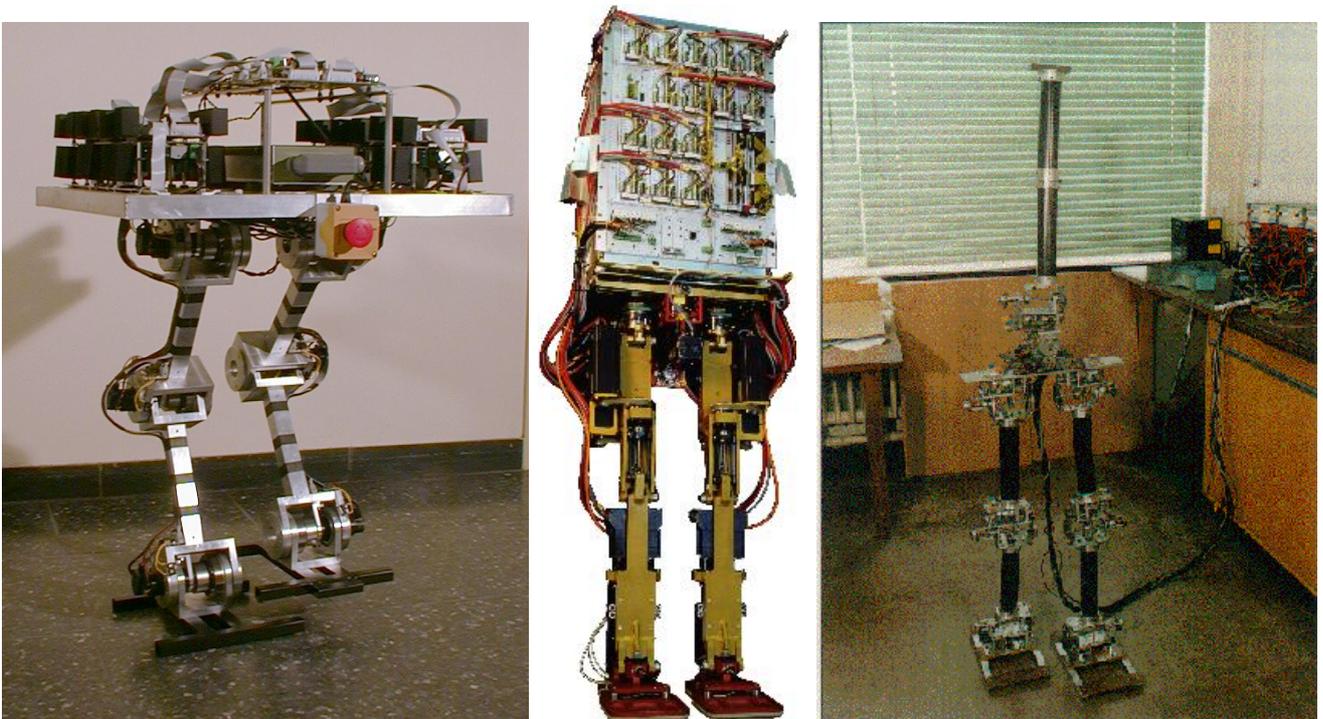


Fig. 68 - Projectos de *robôs bípedes*: o *BART*, da Universidade de Hanover, na Alemanha (à esquerda); o *BIP*, do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique), na França (ao centro); e a *Lady Salford*, da Universidade de Salford, na Inglaterra (à direita).

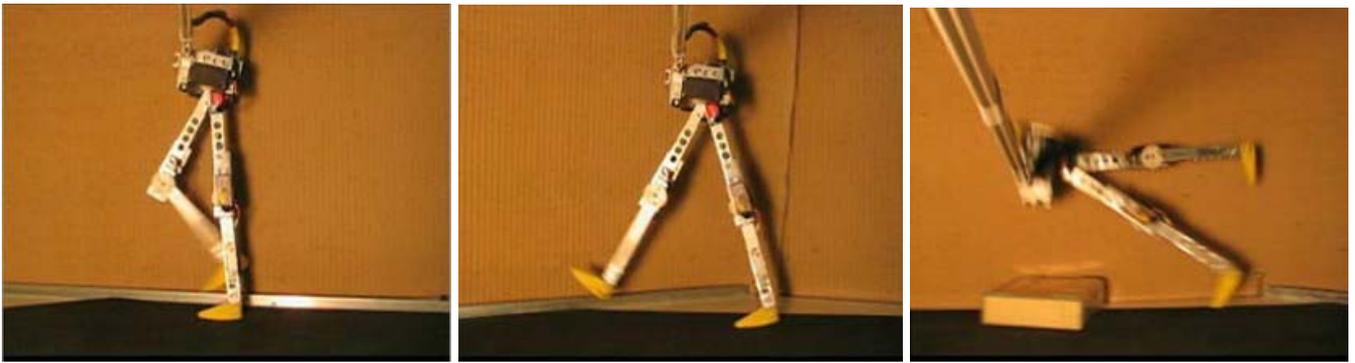


Fig. 69 - Projecto de *robô bípede*: o *RunBot*, criado por investigadores da Alemanha e da Escócia.

O *RunBot* demonstra o poder de modelar autómatos em sistemas biológicos.

É impressionante como um sistema dinâmico se comporta tão semelhante a um ser humano que caminha.

Assim como estes *robôs* acima, muitos outros estão sendo projectados em Universidades, em laboratórios de investigação nas áreas de biorrobótica e de locomoção.

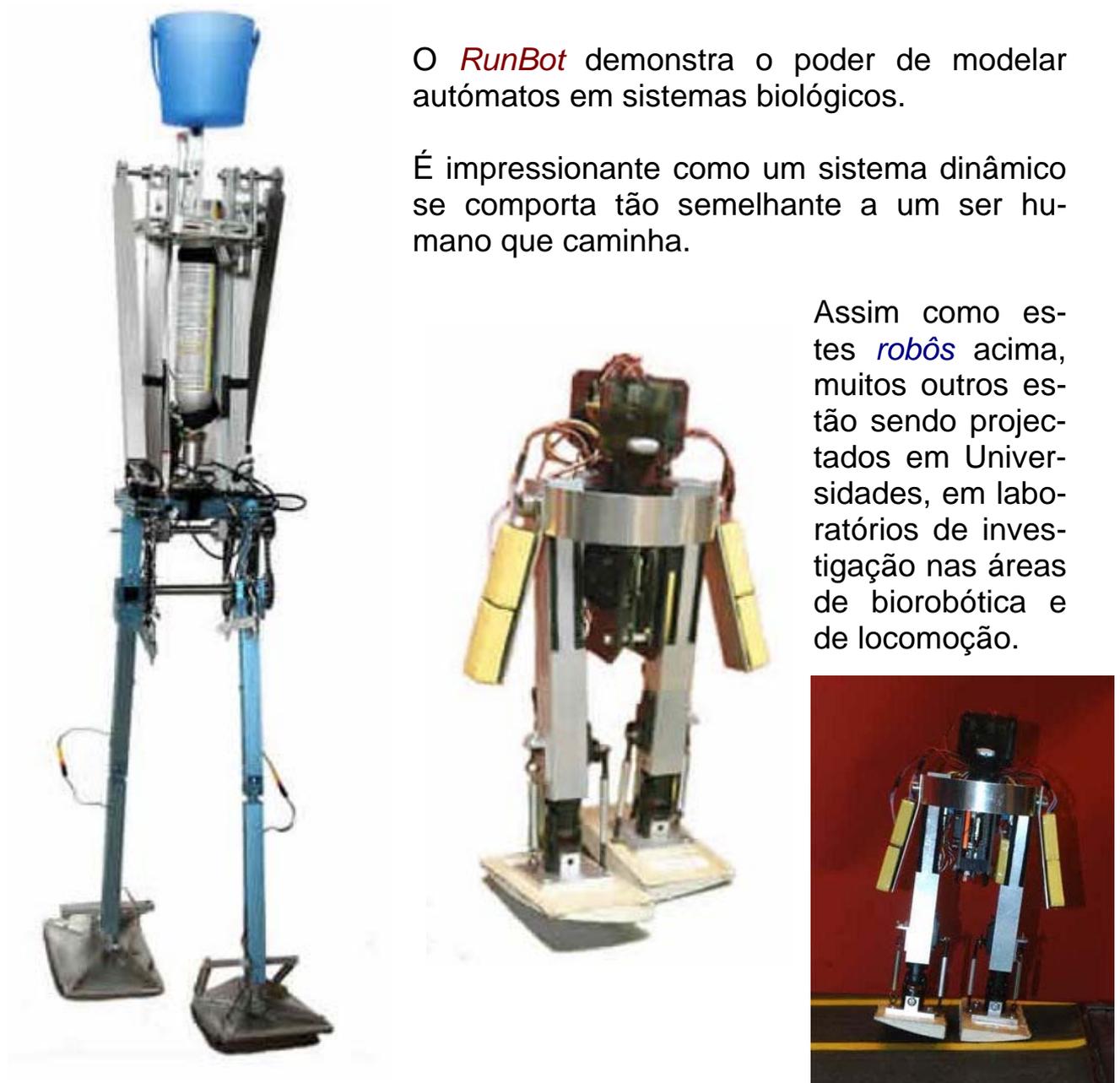


Fig. 70 - Projectos de *robôs bípedes*: o *Cornell biped*, da Universidade de Cornell (à esquerda); e o *MIT learning biped*, do MIT (centro e à direita), ambos nos Estados Unidos.



Fig. 71 - Projecto de *robô bípede*: o *WL-16III Walkbot*, criado na Universidade de Waseda no Japão para ajudar a deficientes e idosos a caminharem e subir escadas.

Uma equipe de cientistas japoneses, da Universidade de Waseda no Japão, desenvolveu um *robô* bípede chamado *WL-16III Walkbot*, que poderá um dia ajudar a deficientes e idosos a subir escadas e caminharem em terrenos inclinados e outros terrenos difíceis.

Este *robô WL-16III Walkbot* mede 1,30 metros.

A mesma Universidade de Waseda no Japão tem um projecto de um *robô membros híbridos e potentes* que assiste aos humanos a levantarem cargas: o *HAL*.

Este *robô* é na verdade um fato que é usado pela pessoa que levanta um peso.



Fig. 72 - O *robô HAL*, criado na Universidade de Waseda no Japão. Um fato que está sendo usado por um homem para levantar um peso 30kg.

Existe o *robô falante WT-4 mimic* da Universidade de Waseda no Japão.

O objectivo da investigação que levou à construção deste *robô falante WT-4 mimic* é conhecer o funcionamento do mecanismo humano vocal do ponto de vista de engenharia reproduzindo o movimento vocal.

Ou seja, descobrir como o mecanismo humano vocal cria a “*fala*”.

O *robô falante WT-4 mimic* possui controlos autónomos com realimentação (*feedback*) capazes de imitar (“*mimic*”) continuamente a *fala* humana pela audição.

Ou seja, quando uma pessoa humana *fala*, ele *ouve* e *repete*.

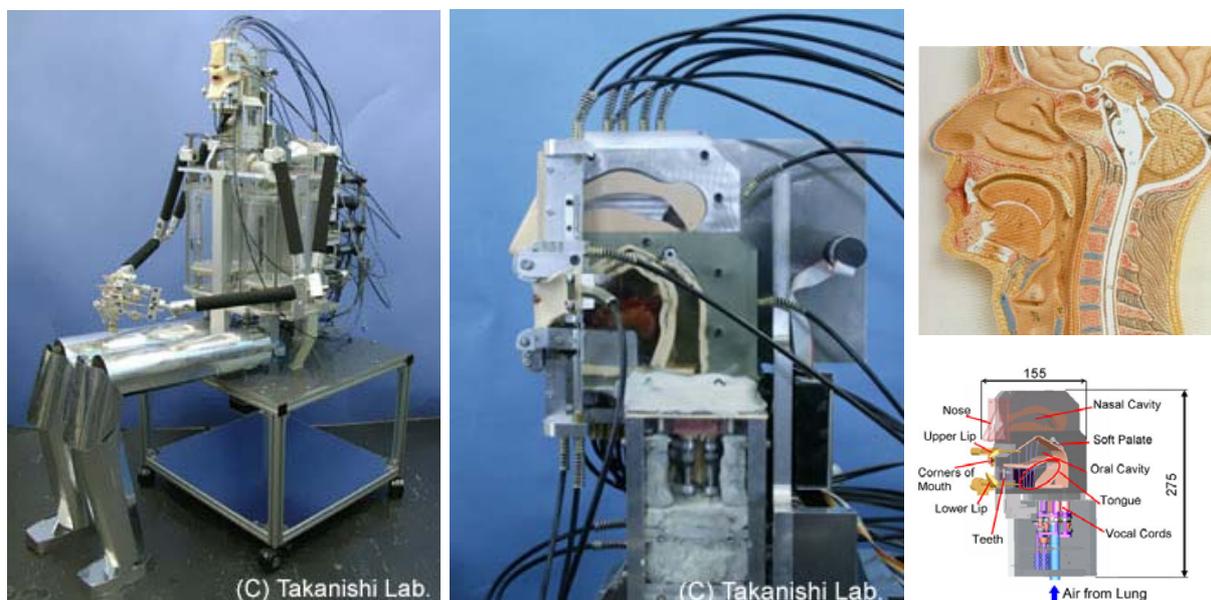


Fig. 72 - O *robô falante WT-4 mimic* da Universidade de Waseda do Japão que reproduz o movimento vocal humano.

Isso deverá levar, por exemplo, a produção de sistemas para telemóveis que compactam os dados transmitindo digitalmente os *movimentos vocais* em vez de as *vozes humanas*.

Além disso, o modelo conduzirá ao desenvolvimento de dispositivos de treino médico para pessoas deficientes da voz assim como sistemas de aprendizado para línguas estrangeiras.

O comprimento do tracto vocal do *robô* é de 17,5 cm, aproximadamente igual ao de um homem adulto.

O *robô falante WT-4 mimic* tem 19 graus de liberdade combinando as diversas posições dos nossos órgãos vocais humanos e articulações que ele também possui:

- os *pulmões*,
- as *cordas vocais*,
- os *lábios*,
- os *dentes*,
- as *cavidades nasais* e
- o *palato mole*.

O *robô falante WT-4 mimic* é a evolução de outros protótipos criados anteriormente pela Universidade de Waseda: o *WT-1*, o *WT-1R*, o *WT-2* e o *WT-3*.

Os primeiros modelos só repetiam as vogais e certas consoantes (*em japonês*). O modelo actual *WT-4* já está bastante evoluído em relação ao primeiro mas ainda está longe da perfeição pois o sistema vocal humano é bastante complexo. A Universidade de Waseda agora já começou a desenvolver o *WT-5*.

Robôs com emoções.

Note que diversos *robôs* já mencionados na sessão de *robôs humanóides*, como o *Robosapien* ou os *robôs bonecos iFBot* e *Yumel*, também se enquadram aqui nos *robôs com emoções*.



Fig. 73 - Os *robôs Robosapien*, *iFBot* e *Yumel* também expressão emoções.

Além disso, alguns *robôs antropomórficos* são *robôs animais* (de *estimação* ou de *companhia*) que também expressam emoções.

Exemplos disto são o *Furby*, o cãozinho *Aibo* e a foca *robô Paro*, que mencionamos no capítulo 4 sobre *robôs não industriais* de *entretenimento*.



Fig. 74 - Os *robôs Furby*, o cãozinho *Aibo* e a foca *robô Paro*, também expressam emoções.

Os *robôs antropomórficos* não humanóides serão vistos com mais detalhes no próximo capítulo.

O *robô humanóide WE-4R* da Universidade de Waseda do Japão, a mesma que construiu os *robôs Wabot-1*, o *Wabot-2* e o *WE-T4* são projectados para expressarem **emoções**.

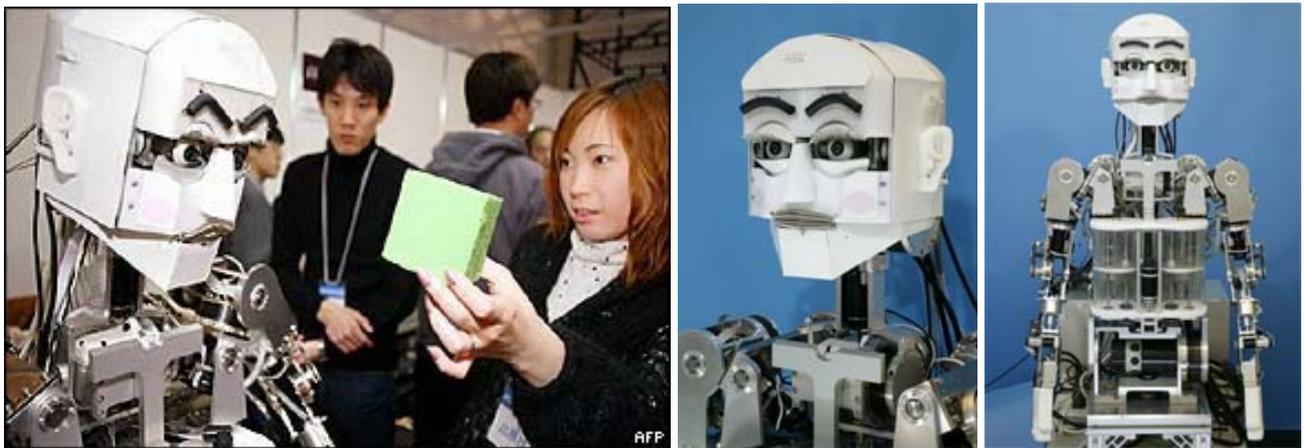


Fig. 75 - O *robô WE-4R* da Universidade de Waseda do Japão.

O *WE-4R* é capaz de mostrar seis padrões de expressões faciais de **emoções** como: *alegria*, *tristeza*, *surpresa*, *aborrecimento*, *raiva*, e *medo*.

Semelhante ao *WE-4R* nos objectivos de expressar emoções é o *robô Kismet* do MIT (Massachusetts Institute of Technology), com os seus olhos grandes e o intelecto de uma criança.

O projecto deste *robô Kismet* é uma evolução do *robô Cog*, também do MIT, do qual já falamos anteriormente.

O *Kismet* é capaz de mostrar oito padrões de expressões faciais de **emoções**: se está *calmo*, *alegre*, *triste*, *surpreso*, *interessado*, *aborrecido*, *zangado* ou *com sono*.



Fig. 76 - *Kismet* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), um robô desenvolvido para comunicação e aprendizado à maneira humana.

Para facilitar a interação com os humanos o *Kismet* é equipado com sensores *visuais*, *auditivos* e outros tipos de sensores *perceptivos* como suas entradas (*inputs*).

Os motores de saída (*outputs*) incluem vocalização, expressões faciais e ajustamento da direcção do olhar (*gaze direction*) e orientação da cabeça.

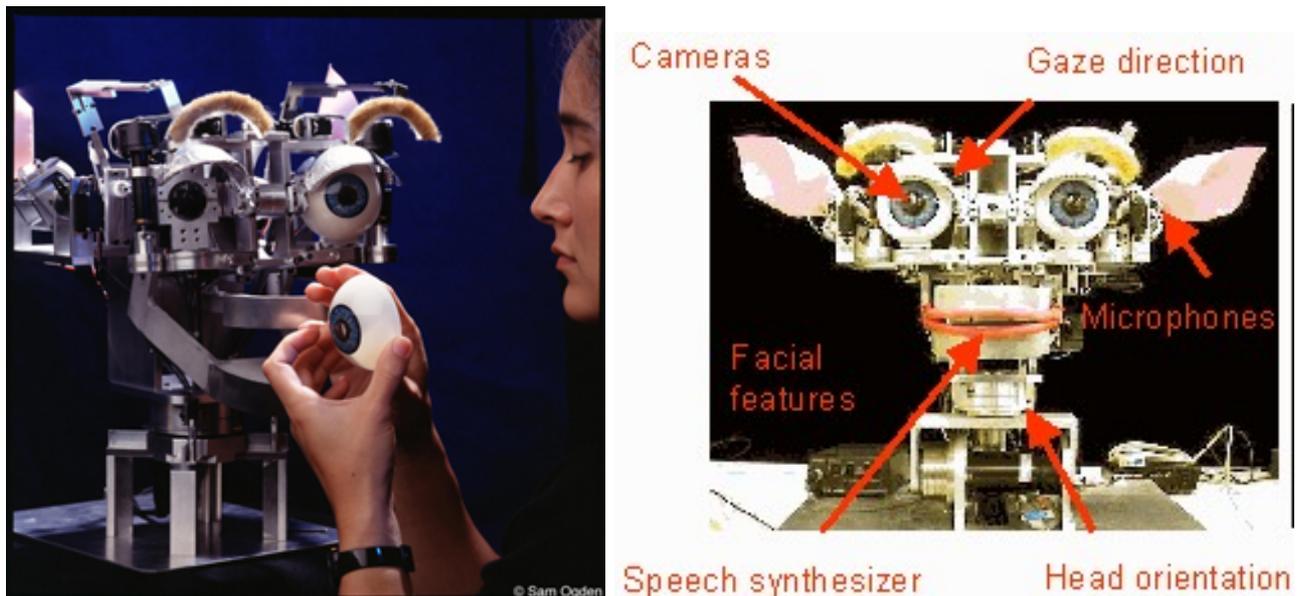


Fig. 77 - O robô *Kismet*: com um olho fora (à esquerda) e a sua morfologia (à direita).

Eventualmente *Kismet* será capaz de criar *laços emocionais* com os humanos.

Talvez um dia a ciência consiga fazer *robôs*, não os de cinema, mas *reais* que terão um aspecto bem mais parecido connosco e, talvez que saibam raciocinar como nós.

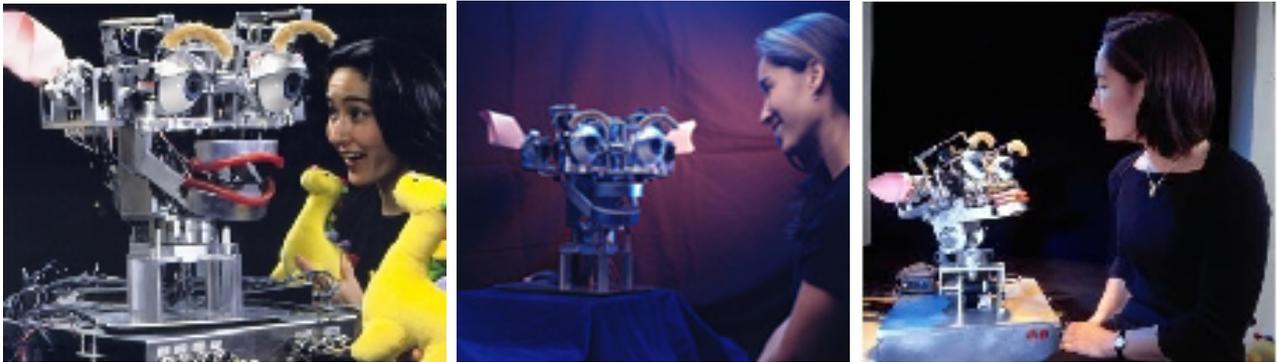


Fig. 78 - *Kismet*, um *robô* que expressa emoções.

Alguns destes *robôs* (que *jogam*, que *tocam*, que *dançam* ou que *conversam*) parecem ser aplicações para *brincadeiras*, ou seja, que não são muito sérias.

Entretanto, a concepção de *robôs* para estas aplicações, obrigam o desenvolvimento de algum tipo de *raciocínio* para o *robô* e para isso tem que se utilizar técnicas de “*Inteligência Artificial*”.

Ou seja, o processo de criar estes *robôs* produz uma série de tecnologias para a ciência da *robótica inteligente*.

Essas inovações tecnológicas poderão ser integradas aos *robôs* que deverão passar a ser mais *inteligentes* e mais *sociáveis*.

Talvez no futuro eles estarão circulando entre nós.

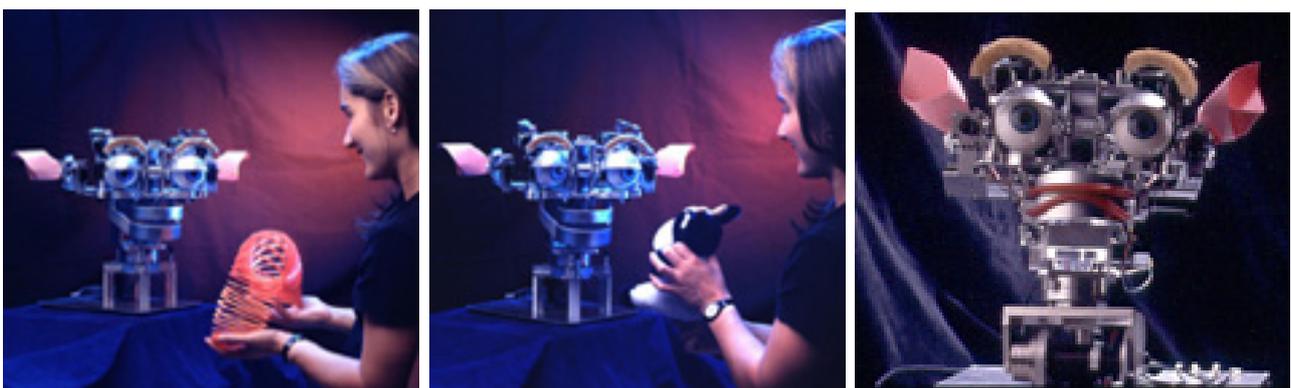


Fig. 79 - *Kismet* do MIT, um *robô* que interage com os humanos.

---XXX---