

Perguntas: Jornalista do CNPq: Brunna - Comunicação <comunicacao@cnpq.br>

Respostas: Prof. Fernando Osório (LRM / INCT-SEC – USP/ICMC)

### 1) Qual o cenário atual da robótica na atualidade?

Os robôs já estão presentes em nosso dia-a-dia, mas ainda possuem "pouca inteligência". Por exemplo, já existem robôs aspiradores de pó (nos EUA podemos comprar um destes no supermercado!), onde foram vendidas milhares de unidades. Além destes, existem robôs industriais (braços robóticos de soldagem e pintura, por exemplo), robôs para transporte automatizado de cargas em indústrias, robôs tele-operados para desmonte de explosivos, e uma série de outros dispositivos robóticos que estão cada vez mais presentes em nossa sociedade.

Os robôs de serviço são uma tendência crescente em nossa sociedade, e são um mercado que está crescendo rapidamente [1][2] (ver infos abaixo):

--

[1] "The market for personal and service robots is about \$3 billion now but is expected to reach \$15 billion by 2015, according to the Japan Robotics Association and market analysts like ABI Research. In 10 years or so, experts predict, sales of personal robots could surpass sales of industrial robots, now about \$4.6 billion a year." [NewsWeek August 09, 2008 by Katie Baker]

--

[2] Ver também os dados divulgados em:

<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/041410-world-robot-population>

--

No exterior, grandes empresas estão de olho neste mercado que está crescendo rapidamente e onde as previsões são de um grande volume de vendas (e lucro), onde podemos citar grandes empresas como Sony (cachorro robô Aibo), Honda (humanóide Asimo), Samsung (aspirador de pó robótico Navibot [3]), Microsoft (Microsoft Robotics Studio) [4], entre muitas outras que vem investindo e lançando produtos nesta área.

--

[3] [http://www.samsung.com/pt/consumer/home-appliances/vacuum-cleaner/robot-oid/VCR8855L3B/XEF/index.idx?pagetype=prd\\_detail](http://www.samsung.com/pt/consumer/home-appliances/vacuum-cleaner/robot-oid/VCR8855L3B/XEF/index.idx?pagetype=prd_detail)

--

[4] Artigos do BILL GATES na Scientific American

A Robot in Every Home - <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=a-robot-in-every-home>  
<http://www.scientificamerican.com/sciammag/?contents=2007-01>

PDF em [http://www.cs.virginia.edu/~robins/A\\_Robot\\_in\\_Every\\_Home.pdf](http://www.cs.virginia.edu/~robins/A_Robot_in_Every_Home.pdf)

--

No Brasil, infelizmente este mercado ainda precisa se desenvolver muito em termos de avanços tecnológico-científicos e da oferta de produtos. O problema é que podemos estar "perdendo o bonde" deste momento histórico do desenvolvimento da robótica. Esta nova revolução é similar ao que ocorreu quando do aparecimento dos microcomputadores e dos microprocessadores na década de 70, onde podemos constatar hoje em dia a presença destes equipamentos e dispositivos disseminados por toda parte em notebooks, netbooks, smartphones ("iphones") e tablets ("ipads"). Estes dispositivos são encontrados em toda parte, assim como em um futuro não muito distante serão os robôs de serviço.

A ficção está se tornando realidade mais uma vez, como já ocorreu com tantos outros inventos humanos. Portanto, o investimento nesta área é estratégico e muito importante para o nosso país.

\*\*\*\*\*

## 2) Quais os principais avanços e desafios da área?

A robótica tem avançado muito, principalmente nesta últimas duas década, muito em função dos novos recursos de hardware e software desenvolvidos mais recentemente. Em termos de hardware, os computadores e dispositivos embarcados vem sendo miniaturizados, aumentando sua capacidade de processamento, são mais robustos, consomem menos energia e tem maior autonomia. Além disto, novos dispositivos, mais baratos e poderosos, tem surgido no mercado, como por exemplo, sensores infra-vermelho, laser, bússola eletrônica, GPS, acelerômetros, câmeras de vídeo, e toda uma série de novos dispositivos avançados (como motores de alta precisão e micro-mecanismos) que permitem a criação de robôs cada vez mais sofisticados e poderosos.

Por exemplo, o sensor 3D do Kinect (sensor do videogame do XBOX da Microsoft), custa "apenas" R\$600,00 e vem sendo aplicado em robôs permitindo criar aplicações incríveis [5] a um custo mais acessível. Nosso laboratório já adquiriu um destes sensores e já estamos testando este equipamento visando sua aplicação nos robôs de monitoramento e segurança.

--

[5] Kinect (XBOX Microsoft) – <http://www.xbox.com/pt-BR/kinect>

Aplicações: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/diy/top-10-robotic-kinect-hacks>

Video YouTube <http://www.youtube.com/watch?v=wU6hbrtKfy0> (gravado no LRM-

ICMC/USP)

Nota: as cores quentes (vermelhas) são os objetos mais próximos do sensor, e as cores frias (azuladas) são de objetos mais distantes do sensor, sendo que o visualizador (janela a direita) permite que se veja os dados 3D fornecidos pelo sensor de diferentes pontos de vista.

--

Um outro exemplo de destaque é o carro autônomo que a google vem desenvolvendo, capaz de andar por ruas e estradas sem a necessidade de uma pessoa pilotando [6]. Os veículos autônomos são uma área de pesquisa e desenvolvimento de grande importância no cenário atual da robótica, bem como poderão trazer enormes contribuições para a sociedade em geral. No INCT-SEC possuímos inclusive um grupo de trabalho atuando nesta área [7]: Veículos Autônomos Inteligentes.

--

[6] Google Driverless Car

[http://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_driverless\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car)

[http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html?_r=1)

--

[7] Ver abaixo: Computer Assisted Vehicle Driving

Ver abaixo: Automation of an Electric Service Vehicle: Assisted and Autonomous Driving

<http://www.inct-sec.org/actrep2009/?q=node/6>

Vídeos em: <http://www.youtube.com/lrmicmc>

--

Os grandes desafios atuais da robótica estão ligados principalmente ao desenvolvimento dos sistemas de controle inteligente destes sofisticados dispositivos. Portanto, o que buscamos são "robôs inteligentes", capazes de executar tarefas complexas, e principalmente de atuar de modo autônomo, ou seja, sem um constante monitoramento e intervenção humana. Queremos passar de dispositivos de controle remoto (tele-operados) sem capacidade de decisão e atuação própria, ou mesmo, dispositivos que apenas repetem uma seqüência de operações pré-definidas (pré-programada) - como os robôs industriais; passando para dispositivos que executam missões e tarefas de modo autônomo. Estes são os "robôs inteligentes", ou robôs dotados de técnicas de "Inteligência Artificial", onde podemos citar como exemplos deste tipo de tecnologia: veículos sem motorista, transportadores que entregam automaticamente a sua carga no destino, robôs de monitoramento e vigilância, robôs de serviço, robôs de exploração de ambientes que representam perigo para as pessoas, entre outros. Todos estes sistemas podem operar através do controle automático realizado por um sistema inteligente e autônomo. Os robôs devem poder se deslocar, interagir com as pessoas e com os elementos do ambiente onde estão inseridos. Para realizar isto, os robôs devem ser capazes de perceber o ambiente, tratar as informações lidas a partir de seus sensores, planejar e tomar decisões, e por fim executar ações a fim de cumprir uma determinada tarefa.

A chamada "robótica inteligente" é sem dúvida o principal desafio atual desta área. Nesta área podemos incluir diversas tecnologias, como por exemplo, Visão Computacional (ou visão artificial), Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina [8] (máquinas que aprendem sozinhas através do uso de técnicas como Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos), Processamento Inteligente de Sensores e Reconhecimento de Padrões, Sistemas Inteligentes de apoio a decisão, entre outras.

--

[8] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizagem\\_de\\_máquina](http://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizagem_de_máquina)

--

\*\*\*\*\*

### **3) Como o Brasil vem trabalhando nesta fronteira do conhecimento?**

Esta é uma ótima questão. O Brasil tem diversos grupos e iniciativas de pesquisa e desenvolvimento em robótica, grupos estes distribuídos de norte a sul no país, atuando principalmente junto as Universidade e Centros de Pesquisa do governo (p.ex. no CTI-CENPRA, CTA, INPE, IEAv). Mas, no entanto, se perguntarmos "quantas empresas brasileiras fabricam e comercializam robôs desenvolvidos aqui no país?", vamos ficar decepcionados com a resposta desta questão! No exterior, até fábricas de brinquedo vendem milhares de unidades de robôs, com é o caso da LEGO (Lego Mindstorms). E aqui no Brasil? Existe uma dúzia de pequenas empresas e muito poucas têm (se é que alguma tem!) uma projeção maior seja em nível nacional ou internacional.

Por outro lado, quando falamos na Petrobrás e na exploração do pré-sal, automaticamente pensamos em robôs submarinos e sofisticados dispositivos que serão necessários neste imenso esforço de exploração do petróleo em grandes profundidades. A pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias são indispensáveis em projetos como este, no entanto, somos obrigados a importar grande parte (quase a totalidade) dos equipamentos e sistemas usados neste tipo de tarefas (como os robôs submarinos). O Brasil não possui um projeto "robusto e completo" de um robô humanóide, ou mesmo de um "veículo autônomo", ou de um "robô usado em um esquadrão anti-bombas". A maior parte destas soluções são importadas e/ou dependem fortemente de fornecedores de componentes e de tecnologia estrangeira.

Entretanto existem importantes iniciativas por parte de órgãos governamentais como o CNPq, FINEP, CAPES, e de órgãos estaduais como as FAPs (por exemplo, FAPESP, FAPEMIG, FAPERJ), que tem tido um papel fundamental no apoio as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento nesta área. Um exemplo disto é o investimento que vem sendo feito na formação das redes de pesquisa em C&T, a exemplo dos INCTs (Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia), que permitem agregar conhecimentos e esforços de modo a criar uma "massa crítica" e um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, e assim impulsionar o desenvolvimento em áreas estratégicas. Os INCTs servem para fomentar a pesquisa e o desenvolvimento em áreas estratégicas, bem como tem um papel fundamental no repasse das tecnologias e de sua integração junto à indústria e iniciativa privada.

Um exemplo deste tipo de iniciativa foi a criação do INCT-SEC, o INCT em Sistemas Embarcados Críticos, que tem tido um papel fundamental no fomento ao desenvolvimento de projetos na área da robótica inteligente, incluindo: o desenvolvimento de robôs móveis autônomos para o monitoramento e segurança de ambientes, o desenvolvimento de veículos autônomos inteligentes e o desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados (VANTs) [9]

--

[9] INCT-SEC <http://www.inct-sec.org/>

--

\*\*\*\*\*

#### **4) Como o Instituto desenvolve estas pesquisas na área da robótica?**

**Quantos pesquisadores fazem parte do projeto desenvolvido com robôs táticos?**

**Como funciona?**

O INCT-SEC desenvolve as pesquisas em robótica inteligente em diferentes frentes, pois este tipo de sistemas são complexos e demandam conhecimentos oriundos de diferentes áreas: computação, engenharia elétrica, engenharia mecatrônica, engenharia mecânica. Além disto, dentro da computação são necessárias competências em Sistemas Inteligentes (Inteligência Artificial), Processamento de Imagens e Reconhecimento de Padrões, Sistemas Embarcados de Tempo-Real, Sistemas Operacionais, Redes e Comunicação de Dados, Processamento Distribuído, Criptografia e Segurança de Dados, Interfaces e Interação Homem-Máquina, e principalmente conhecimentos da área de Engenharia de Software.

Este perfil interdisciplinar requerido pelas aplicações em robótica se reflete na composição dos membros do INCT-SEC, uma vez que temos pesquisadores especialistas em diferentes domínios, formando uma equipe de quase 100 pesquisadores de diferentes instituições que vão do Amazonas ao Rio Grande do Sul. No site do INCT-SEC temos uma lista de seus principais membros e inclusive um "grafo de colaborações" que põe em destaque a interação entre os membros participantes do INCT-SEC.

Como pesquisador, eu atuo no Laboratório de Robótica Móvel do ICMC-USP, mas nosso laboratório possui uma forte interação com outros grupos da própria USP (seja no ICMC, na Escola de Engenharia de São Carlos, e na USP de São Paulo), assim como colaboramos com pesquisadores de outras instituições como a UFSCar, PUC-RS, UEM e UFAM.

O INCT em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC) desenvolve projetos divididos em Grupos de Trabalhos (GTs), são eles:

- GT 1 - Robôs Táticos para Ambientes Internos
- GT 2 - Veículos Terrestres Autônomos
- GT 3 - Sistemas Aéreos não Tripulados
- GT 4 - Aplicações Integradoras

Como pode se constatar a robótica é um dos elementos centrais das pesquisas desenvolvidas no INCT-SEC, pois, são sistemas computacionais embarcados em plataformas robóticas móveis, e estas plataformas executam missões críticas: seja pela necessidade de robustez nas soluções desenvolvidas (aplicações críticas, como um veículo ou avião robótico que deve ser robusto e confiável a fim de não causar danos materiais ou as pessoas); seja pela necessidade de atuar em missões que possam colocar em risco vidas humanas (missões críticas).

As pesquisas do INCT-SEC têm um foco bastante forte e orientado no desenvolvimento de metodologias e processos para o desenvolvimento dos robôs inteligentes, sejam eles aéreos ou terrestres. Estas metodologias e processos de desenvolvimentos são trabalhados junto aos pesquisadores de Engenharia de Software, que buscam desenvolver métodos para o projeto de sistemas mais robustos, confiáveis e validados (testados e certificados). Além das pesquisas em Engenharia de Software também buscamos desenvolver métodos de desenvolvimento através do uso de ferramentas de software voltadas para aplicações embarcadas, a saber, o uso de desenvolvimento baseado em modelos ("Model Driven Development"), e o uso de ferramentas de simulação de robôs. As ferramentas de simulação são um componente importante no processo de desenvolvimento dos sistemas inteligentes de controle dos robôs, pois permitem uma melhor validação e experimentação dos robôs (robôs virtuais) antes de efetivamente implementar estes sistemas em robôs reais.

Mais especificamente em relação aos "robôs táticos":

Estamos trabalhando focados no uso principalmente de ferramentas de simulação, onde uma destas ferramentas se apresenta como um "sistema operacional para robôs móvel", podendo operar em robôs físicos (reais) ou simulados (virtuais). Esta ferramenta é um projeto do tipo "open-source" (software livre) da comunidade internacional, denominado de Player-Stage, sendo que mais recentemente começamos a usar o sistema ROS (Robotic Operating System) que também é um projeto "open-source" usado no desenvolvimento do sistema de controle inteligente de robôs móveis.

Portanto, os trabalhos do grupo GT1, relacionado aos robôs táticos, têm sido mais focados no "software" dos robôs táticos do que no "hardware" deste tipo de equipamentos. Atualmente temos uma equipe de pesquisadores envolvidos diretamente com o desenvolvimento dos robôs táticos de umas 30 pessoas, entre pesquisadores e alunos de pós-graduação. Pode-se dizer no entanto que este grupo é bem maior se considerarmos os diversos pesquisadores que tem colaborações mais pontuais, como por exemplo, pesquisadores da área de redes que desenvolvem sistemas de criptografia de dados que serão responsáveis por uma conexão e transmissão de dados segura entre o robô e as estações de controle. Afinal, não queremos ver um de nossos robôs ser "hackeado" ou "seqüestrado" para usos indevidos (já bastam os vírus que invadem computadores, prejudicando seu correto funcionamento e executando ações indevidas).

Como funcionam os robôs táticos... (copiando do e-mail anterior que eu havia enviado a você, com algumas pequenas alterações)

\*\*\*

Em relação aos robôs táticos (de monitoramento e segurança), este é um projeto que tem obtido resultados bastante interessantes, como por exemplo, o sistema de visão que desenvolvemos baseado na leitura de imagens térmicas (sensor de calor). O robô possui uma câmera especial capaz de "ler a temperatura do elementos do ambiente", e assim, detectar a emissão de calor, seja ele emitido por pessoas (temperatura corporal) ou por objetos (focos de calor e mesmo princípios de incêndio). As imagens são adquiridas por uma câmera conectada a um computador, que é montado sobre um robô com rodas. Este computador trata automaticamente as informações e identifica os elementos presentes na cena, podendo emitir de modo automático um alerta de intrusão ou de incêndio. Esta câmera está montada sobre um robô móvel, permitindo assim o deslocamento e inspeção do ambiente. O robô inclusive pode enxergar no escuro com este sensor de calor.

Também estamos trabalhando com outros sensores especiais embarcados nos robôs e que permitem que o robô "enxergue" o ambiente por onde está passando, com sensores laser e câmeras de visão 3D. Começamos recentemente a trabalhar com um sensor 3D especial, o Kinetic (adotado também pelo XBOX) que permitirá obter uma descrição ainda mais detalhada do ambiente e da detecção de pessoas e obstáculos [5]. O Kinect também permite "ver" no escuro.

Os robôs de monitoramento podem ser controlados a distância (tele-operados remotamente), onde inclusive já fizemos um experimento de controlar um robô localizado aqui em São Carlos-SP desde uma estação na PUC-RS em Porto Alegre. Além disto, os robôs também são "inteligentes" e possuem um sistema de controle autônomo, que permite que eles fiquem patrulhando o ambiente sem a intervenção humana (patrulha automática), só param quando encontram uma situação anômala, podendo enviar um alerta pela Internet sem fio.

Estes sistemas utilizam diferentes técnicas de Inteligência Artificial, incluindo sistemas de Visão Computacional, sistemas baseados em Redes Neurais Artificiais e no Aprendizado de Máquinas.

Por fim, estamos também trabalhando em estratégias para que um conjunto de robôs colaborem entre si, de modo que, por exemplo, cooperem a fim de que possam definir seus caminhos e assim permitir que eles cerquem um inimigo/intruso.

Estou encaminhando para você um anexo (PDF) que descreve as atividades mais recentes do chamado Grupo SEER do INCT-SEC, que inclui o LRM (Lab. de Robótica Móvel), assim como o LCR e LSEC que são outros laboratórios do ICMC da USP de São Carlos ligados ao INCT-SEC.

Os artigos referenciados no relatório, em sua maioria, estão disponíveis em um repositório (minhas publicações):

<http://osorio.wait4.org/publications/2010/>

<http://osorio.wait4.org/publications/2009/>

ATENÇÃO: use o LOGIN "usp" e a SENHA "guest"

Neste local tem um arquivo papers-20xx.txt que contem a lista de artigos, e os demais são os artigos. Além disto, o relatório de atividades do INCT-SEC também apresenta uma série de artigos publicados pelo nosso grupo:

<http://www.inct-sec.org/actrep2009/?q=node/4>

\*\*\*\*\*

5) De que forma os robôs táticos podem contribuir em nosso dia-a-dia?  
Quais são aplicabilidades?

Os robôs táticos estão sendo projetados com uma aplicação-alvo em mente. O desenvolvimento dos "robôs táticos" visa criar robôs de monitoramento e segurança. Estes robôs terão como missão patrulhar ambientes fechados, como prédios, casas, depósitos e instalações industriais. Seu objetivo é o de detectar situações anômalas, destacando-se incêndios e invasões (intrusos). O robô irá atuar como um guarda de segurança, porém sem por em risco a vida deste guarda, pois uma vez detectado o intruso ele irá informar a central evitando a necessidade do confronto direto com o invasor. O robô também irá permitir o monitoramento à distância das instalações de uma empresa ou indústria.

No entanto, as tecnologias desenvolvidas podem ser adaptadas a fim de criar diversos outros tipos de sistemas robóticos e aplicações. Por exemplo, podemos criar robôs de serviço (assistentes), que podem atuar em hospitais ou escritórios, realizando tarefas de entrega, por exemplo. Um outro exemplo é o desenvolvimento de cadeiras de rodas robotizadas, que possam ser conduzidas até mesmo por pessoas com grandes deficiências motoras. Um de nossos parceiros locais (empresa privada) tem desenvolvido um projeto neste sentido, onde temos colaborado a fim de repassar conhecimentos e experiências para esta empresa.

É importante destacar que o domínio destas tecnologias robóticas permite que possamos também pensar em produzir robôs domésticos, entrando em mercados como o de robôs para pequenos serviços, como os aspiradores de pó, por exemplo.

\*\*\*\*\*

**6) Qual projeto de vocês, dentre os robôs autômatos, demanda mais tecnologia embarcada?  
Qual o diferencial do mesmo?**

Os nossos robôs autômatos e autônomos todos demandam o desenvolvimento de tecnologias embarcadas sofisticadas, pois precisam de um computador embarcado que irá ser o "cérebro" (sistema inteligente) responsável pelo controle do robô. O computador embarcado é responsável por adquirir os dados dos sensores, processar estas informações, planejar e tomar decisões e então enviar comandos para os motores que controlam o movimento e a trajetória do robô. O sistema inteligente deve "conhecer" o ambiente, tendo uma representação do mapa deste ambiente a fim de saber onde ele se encontra e qual é o seu destino. De posse destas informações o robô irá realizar um plano de ação, definindo uma trajetória. No entanto, este robô pode encontrar em seu caminho obstáculos imprevistos, seja uma cadeira mal posicionada ou uma pessoa que está em seu caminho, onde através de seus sensores deve identificar estes obstáculos, e se for o caso, desviar deles para atingir o seu destino (ou emitir um alarme caso encontre um intruso).

As aplicações de robótica móvel são complexas, seja na implementação de um "robô tático" ou de um "veículo autônomo". Ambas requerem que o robô seja capaz de processar de forma independente e autônoma as informações obtidas através de seus sensores, e com isto ele deve tomar decisões de como agir. Portanto, os robôs móveis devem possuir um sistema inteligente embarcado que permita que eles executem diferentes tarefas, de modo correto, eficiente e seguro.

Talvez o carro seja um pouco mais crítico, uma vez que este desenvolve maiores velocidades e inclusive, devido ao seu tamanho, oferece um maior risco as pessoas e elementos do ambiente que se encontram próximos a ele. No entanto, as tecnologias e sistemas que estamos desenvolvidos têm sido aplicadas tanto nos robôs táticos como nos veículos autônomos (como por exemplo, o sistema de visão inteligente, e o sistema de visão noturna baseado na câmera térmica).

O diferencial de nosso sistema é que usamos técnicas inovadoras que vem sendo desenvolvidas pelos pesquisadores de nosso próprio grupo. Por ser uma plataforma que também vem sendo desenvolvida por nós mesmos, ela incorpora sensores e atuadores, definindo assim uma plataforma com uma configuração própria criada pelo nosso grupo de pesquisa. O nosso protótipo atual possui incorporada uma câmera térmica e a detecção automática de intrusos, o que pode ser considerado um diferencial deste sistema. O sistema de detecção de obstáculos e de navegação autônoma vem sendo desenvolvido pelo nosso grupo de pesquisa, e também se caracteriza por ser uma contribuição original resultante de nossas pesquisas.

\*\*\*\*\*

**7) O senhor disse que certos robôs fazem a inspeção do ambiente, eles conseguem subir ou descer escadas também? Eles mesmos reabastecem sua bateria?**

Atualmente estamos utilizando robôs com rodas, que se deslocam em um ambiente plano (em um mesmo piso do ambiente interno). Existem algumas tarefas mais complexas como subir escadas, abrir e fechar portas, usar elevadores, assim como se auto-conectar para reabastecer, que não estão ainda resolvidas por completo. No entanto, existem trabalhos em andamento nesta direção, mas nossa prioridade é a de primeiramente implementar um sistema computacional (software) para o controle e navegação autônoma de robôs táticos, com a detecção e notificação de incidentes, considerando um ambiente fechado e plano.

Tarefas como subir escadas, usar um elevador e se conectar para fins de reabastecimento são consideradas como etapas necessárias, mas porém posteriores, dentro deste projeto. O uso de um esquadrão multi-robótico visa, entre outras coisas, suprir estas deficiências, pois podemos ter robôs espalhados no ambiente (em diferentes andares) e robôs se revezando no serviço a medida que algum robô esgote a carga de sua bateria.

\*\*\*\*\*

**8) Como os robôs de monitoramento podem ser controlados a distância?**

As plataformas robóticas que estamos adotando possuem um computador embarcado que é dotado de uma conexão Wi-Fi (rede sem fio). Atualmente estamos usando a rede sem fio para realizar a transmissão de dados e imagens entre o robô e uma estação remota. Note que é necessária uma "conexão segura" (com autenticação de usuário e criptografia de dados), a fim de garantir que as informações não sejam "seqüestradas" por terceiros, assim como também não queremos que uma outra pessoa possa "assumir o controle do robô". Usualmente prédios já possuem uma infra-estrutura de redes sem fio, o que simplifica a operacionalização do sistema robótico (no ICMC-USP usamos a infra-estrutura presente e já instalada).

Uma vez que os robôs são autônomos, mesmo na eventualidade de uma perda de conexão, os mesmos podem continuar a executar suas tarefas pois tem a capacidade de atuar sem a necessidade de uma constante intervenção humana. A perda de conexão também pode servir como um sinal de alarme e de necessidade da intervenção humana.

O robô pode atuar de modo autônomo, mas também de forma tele-operada. No modo tele-operado temos uma estação central enviando comandos para o robô (como foi o caso do experimento de controle a distância do robô da USP controlado a distância a partir da PUC-RS). No modo tele-operado o operador recebe informações dos sensores do robô, que servirão como seus "olhos à distância" e permitirão que o operador envie comandos ao robô. A tele-operação é como se fosse uma pessoa controlando um "carro de controle-remoto", porém neste caso, o controle é feito a distância.

É importante destacar que um dispositivo tele-operado pode receber comandos inadequados, que façam, por exemplo, ele colidir contra uma parede. No caso dos robôs inteligentes, estes são dotados de um sistema monitor que impede que executem operações perigosas (manobras com risco de dano ao ambiente, as pessoas presentes no ambiente, ou ao próprio robô). Os sensores do robô permitem identificar a presença de obstáculos e elementos do ambiente que possam estar em rota de colisão com o mesmo, e assim tomar ações para evitar estas colisões. Portanto, apesar do operador enviar comandos, o robô irá "filtrar" estes comandos de modo a executar apenas ações seguras. Isto equivaleria a um "carro de controle-remoto" que não permite que você realize manobras indevidas, como bater em uma parede, por exemplo.

\*\*\*\*\*

## **9) Disserte de forma resumida e clara como é o processo de construção dos robôs dos instituto?**

Conforme citado anteriormente, nossos projetos começam pelo projeto através do uso de ferramentas de simulação. Estas ferramentas permitem que sejam testados virtualmente, o robô, seus sensores, e o software de controle deste robô. São testadas diferentes situações e avaliado o comportamento do robô frente a estas situações.

Por outro lado, também é feito um estudo do projeto do sistema de controle inteligente do robô, onde são definidos módulos e componentes necessários para a implementação do mesmo. O projeto do sistema pode fazer uso de uma série de metodologias da área da Engenharia de Software a fim de melhor especificar, projetar e compor os componentes do sistema. Estas ferramentas também podem ser usadas para fins de desenvolvimento de testes automatizados.

Uma vez projetado e implementado o sistema de controle inteligente do robô (composto por diversos módulos de aquisição e processamento de dados), este sistema é testado junto ao simulador robótico, sendo usado para controlar um robô virtual em situações de teste. Terminada a fase de testes com o simulador, o mesmo sistema usado para o controle do robô virtual é então ajustado para ser usado junto ao robô real. Novamente procedemos a uma série de testes a fim de validar e avaliar o comportamento final do robô em relação as tarefas a ele atribuídas.

O processo acima descreve a construção do SOFTWARE do robô, pois no caso dos robôs táticos este é o foco do projeto. A construção do HARDWARE do robô é feita por empresas externas

(aquisição de plataformas robóticas genéricas). Existe um projeto em andamento para criar uma plataforma própria, mas no entanto, até o momento estamos usando plataformas prontas.

No caso do veículo autônomo foi feita toda a automatização do mesmo, sendo projetado o sistema de controle de direção e de aceleração/frenagem. Este projeto usou um veículo utilitário elétrico comercial como base, ou seja um "veículo normal", onde foi projetado e implementado junto ao INCT-SEC e o LRM todo o sistema de acionamento automático do veículo, bem como a instrumentação do mesmo com os sensores.

No caso do veículo aéreo não tripulado, o projeto também foi feito integralmente junto ao INCT-SEC (juntamente com seus parceiros), incluindo o projeto da placa de circuitos eletrônicos e mesmo da estrutura da aeronave.

\*\*\*\*\*

#### **10) A Robótica é uma área fascinante, principalmente para os mais novos.**

**Tem havido alguma evolução no interesse e conseqüente ingresso nesta área a nível do ensino superior?**

Certamente! A robótica é uma área fascinante e atualmente existem diversas iniciativas para estimular aos mais jovens o seu contato para com estas novas tecnologias. Podemos citar como exemplos o uso da "robótica pedagógica" adotada no ensino de escolas (ensino fundamental e médio), através do desenvolvimento de desafios (aplicações e competições) baseados no uso de kits robóticos, como é o caso dos kits da LEGO (MindStorms) e da VEXRobotics.

Atualmente a Sociedade Brasileira de Computação, junto a outros organismos, tem incentivado ações relacionadas com as Olimpíadas de Informática (OBI), e mais recentemente foi criada a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), que tem sido um sucesso crescente a cada nova edição. Um outro exemplo, é o sucesso da robótica em eventos como a Campus Party, onde centenas de jovens tomam contato com as novas tecnologias nesta área (em 2011 foi apresentado na Campus Party um curso promovido pelos membros do INCT-SEC que apresentaram o Veículo Autônomo desenvolvido no LRM).

O INCT-SEC possui também em andamento uma iniciativa de criar um experimento didático e interativo a ser apresentado e disponibilizado junto ao Museu do CDCC (Centro de Divulgações Científica e Cultural) de São Carlos.

Em relação ao ensino superior, constata-se que houve um significativo aumento do interesse por parte dos alunos ingressantes nos cursos de graduação e de pós-graduação em relação aos projetos em andamento no LRM, realizados com o suporte do INCT-SEC. Atualmente o LRM está operando próximo a sua "capacidade máxima" em termos de instalações (espaço físico) e mesmo em termos de capacidade de aceite e orientação de novos alunos.

Em função desta crescente demanda e do desenvolvimento local dos grupos ligados a robótica, foi realizada uma mobilização destes diferentes grupos e agentes envolvidos em pesquisas de robótica inteligente junto a USP de São Carlos, tendo sido encaminhado muito recentemente um projeto visando a criação do "Centro de Robótica da USP de São Carlos". Este centro conta com o apoio e a participação de pesquisadores do ICMC (computação) e EESC (engenharias) da USP, sendo que grande parte dos seus membros está ligada ao INCT-SEC. Este projeto está em análise e avaliação junto as instâncias superiores da Universidade.

\*\*\*\*\*

**11) Lembro de quando pequena assistir, o filme "Exterminador do futuro",  
na qual os robôs assumiram o controle da sociedade, destruindo tudo e a todos..rs  
esse medo que muitas pessoas tem da inteligência artificial,  
dos robôs agindo de forma imprevisível, não seguindo as ordens anteriormente  
estipuladas  
é factível ou pura ficção? Já é possível contruir um robô como muitos dizem,  
revolucionário,  
na qual desenvolve tarefas mais complexas e tem um comportamento adaptativo?  
Isso é real ou os robôs só podem lidar com a previsibilidade?**

*FALANDO MAIS INFORMALMENTE...*

A robótica tem avançado à passos largos, mas no entanto, como indicado no início deste texto, o grande desafio ainda é o de criar "robôs verdadeiramente inteligentes". Atualmente os robôs que mais se difundiram na nossa sociedade foram robôs de brinquedo e aspiradores de pó robóticos... nada muito inteligente, certo?

Entretanto, espera-se que esta evolução da inteligência dos robôs ocorra rapidamente nos próximos anos, a exemplo dos robôs citados neste nosso projeto de pesquisa. Os robôs táticos começam a exibir comportamentos considerados mais inteligentes e começam a executar tarefas cada vez mais complexas.

Em relação a ficção sobre robôs "perigosos", eu gosto sempre de citar uma palestra convidada que tivemos a cerca de um ano na USP de São Carlos, quando um representante da Aldebaran Robotics, fabricante do robô NAO [10] esteve apresentando este robô humanóide. O NAO da Aldebaran é o robozinho que atualmente faz sucesso na novela "Morde e assopra" da Rede Globo. Inclusive um pesquisador da USP de São Carlos (integrante da iniciativa da proposta do Centro de Robótica) acabou adquirindo um robô destes para pesquisas. Esta pessoa que representava a empresa Aldebaran Robotics contou uma história interessante sobre o NAO:

- Em uma de suas palestras sobre o robô que estava sendo demonstrado, o representante da Aldebaran se viu frente a uma senhora que se dizia muito preocupada com os "riscos" que um robô como este (mesmo pequenininho) podia apresentar;
- A senhora questionou o palestrante perguntando: Recentemente o meu computador foi infectado por um "vírus" que acabou fazendo ele ficar "fora de controle", onde ele não estava mais funcionando corretamente... em função disto, me ocorreu que o mesmo poderia acontecer com o robozinho, que poderia ser "infectado" e começar a agir estranhamente. Ele poderia, por exemplo, no meio da noite pegar uma faca ou uma tesoura e tentar me atacar enquanto eu estivesse dormindo! Sr. palestrante, isso seria possível?!?
- A resposta foi curta e seca: SIM, seria possível!
- Claro que a seguir foi dada uma explicação mais plausível, onde o robô não decidiria sozinho atacar a senhora (o NAO também é bem "limitado" em termos de inteligência), pois obviamente o robô não tem esta capacidade. O que poderia acontecer é que algum hacker poderia "seqüestrar" o controle do robô, que pode ser controlado pela rede sem fio (!), e assim comandar ele (de modo tele-operado) a fim de que o robô pegasse uma faca e fosse atacar sua dona. **SIM isto é possível...** [11]

Conclusão, os robôs ainda não tem inteligência para "decidir fazer o mal", ou para "decidir desobedecer o seu dono por vontade própria", mas robôs podem sim ser perigosos. Quem impede uma pessoa mal intencionada de pegar o robozinho da novela e enviar ele para quem sabe "assaltar um banco". Seria o primeiro assalto tele-operado da história, mas em minha opinião, isto não está tão longe de ser realidade. Inclusive talvez o maior perigo atual esteja no fato de os robôs poderem ser completamente controlados a distância e não terem nenhum sistema capaz de impedir que eles executem ações indevidas.

Dito isto, creio que isto explica muitos dos nossos trabalhos de pesquisa e nossas preocupações junto ao INCT-SEC:

- Precisamos de robôs seguros, inclusive do ponto de vista de quem está no seu controle, evitando que alguém assuma seu controle (autenticação, criptografia);
- Precisamos de robôs com uma sistema monitor ("uma consciência") para impedir que executem ações perigosas, mesmo quando são mandados a fazer tais ações.

Não creio que se possa impedir o robô NAO de pegar uma faca, pois ele nem sabe o que está pegando ou fazendo, mas podemos impedir robôs de colidirem contra objetos e pessoa, o que já é uma importante tarefa. E quem sabe se obrigarmos ele a manter uma distância segura, não irá machucar ninguém.

--

[10] Aldebaran NAO - <http://www.aldebaran-robotics.com/en>

--

[11] Robô NAO com uma faca cortando uma banana - <http://www.youtube.com/watch?v=7nGBi3a9YA>

Concluindo sobre esta questão...

Considero esta questão um tema delicado, onde muitas vezes é um tanto difícil escrever sobre este assunto, ainda mais para um público mais leigo. Devemos ter um certo "cuidado" com temas como este, onde a ficção se mistura com a realidade, e onde podemos passar idéias indevidas e/ou incorretas para as pessoas sobre como são, o que podem fazer, e como devem agir os atuais e futuros robôs.

\*\*\*\*\*

## **12) Quais são os desafios e perspectivas do Instituto para com essa área?**

Avançar cada vez mais no desenvolvimento das tecnologias de robótica móvel inteligente e autônoma, sempre buscando criar sistemas mais robustos, confiáveis e seguros. Precisamos dominar estas novas tecnologias para que possamos passar de meros espectadores para assumir o papel de atores no cenário internacional da robótica.

\*\*\*\*\*

## **13) E por fim, de modo geral, quais os avanços previstos para o futuro da robótica? O Brasil precisa investir mais nessa área?**

Creio que esta pergunta já foi respondida acima.

O futuro está no desenvolvimento de sistemas mais inteligentes, com maior autonomia e com maior capacidade de executar tarefas cada vez mais complexas. No entanto, tais sistemas tem que ser confiáveis e seguros, pois senão de nada adianta ter a disposição toda esta tecnologia.

O futuro (não muito longínquo) na minha opinião será aquele previsto pelo Bill Gates, ou seja, "A Robot in Every Home" (um robô em cada lar). Assim como hoje temos de certo modo "um computador em cada lar". Não irá demorar muito para termos robôs de serviço e domésticos em nossos lares e empresas, talvez ainda pouco inteligentes, mas eles vem chegando.

Se o Brasil precisa investir mais nessa área?

SIM, CERTAMENTE!!!!

É uma questão estratégica, de grande relevância econômica, e com fortes impactos sociais. A robótica é sem dúvida uma área que irá mudar as nossas vidas, e se não quisermos ficar de fora desta nova onda, precisamos sem dúvida investir nesta área.

=====