

# A Mobile Internet Server Robot

Juarez Bento da Silva, Suenoni Paladini, Maurício Braga de Paula, Luiz Fernando Jacintho Maia, João Bosco da Mota Alves

**Resumo**—Este artigo apresenta uma categoria de servidores de Internet adequados a ambientes wireless: A Mobile Internet Server Robot possui as características de um robô móvel autônomo, trazendo a bordo um servidor de internet wireless. São descritas as arquiteturas do robô e do ambiente, além de algumas facilidades e restrições de implementação e de uso. Um exemplo de aplicação ilustra a sua aplicabilidade.

**Palavras chave**—Microservidores WEB, Robótica, Redes Wireless.

## I. INTRODUÇÃO

Difícil negar a importância de um servidor de Internet, já comprovada nas aplicações da WEB. Para o bem ou para o mal, a Internet veio para ficar, o que redundará em novos tipos de aplicação a cada dia surgindo, seja na educação, no comércio, no sistema de produção, nas comunicações, enfim, afetando sobremaneira a vida das pessoas em praticamente todo o planeta. O servidor, como se sabe, disponibiliza informação que pode ser acessada (em princípio) de qualquer lugar, salvo as considerações de restrição de acesso e, eventualmente, pode exercer função de controle, além da referida supervisão/monitoração.

Uma das características da maioria dos servidores de Internet é que são alocados em plataformas fixas, podendo estar em escritórios de provedores de conteúdo, no topo de um morro para colher e disponibilizar uma bela paisagem, ou mesmo em pontos estratégicos de avenidas muito movimentadas, permitindo a motoristas escolherem rotas menos congestionadas, antes de saírem de casa, ou mesmo de dentro do veículo, no caso deste dispor de acesso à Internet. Plataformas fixas, portanto, representam a grande maioria dos servidores Internet em atividade neste começo do século XXI.

Não há nenhuma dificuldade em alocar servidores de Internet em plataformas móveis, conectados a redes wireless, tecnologia essa já disponível a custos relativamente baixos. O problema se concentra na plataforma móvel e no ambiente no qual está inserida. Não para ambientes estruturados, onde a plataforma é controlada inteiramente pelo ambiente, como pátios de fábricas, montadoras de veículos, etc. Neste caso, a solução é trivial. O famoso AGV (*Automated-Guided Vehicle*, ou veículo guiado automaticamente), plataforma móvel onde se processam as primeiras e principais fases de montagem de veículos automotores, é um belo exemplo de artefato móvel inserido em ambientes estruturados. Todo o seu trajeto é pré-determinado através de fitas cujas características eletromagnéticas permitem guiá-lo nessa trilha da linha de montagem.

A dificuldade é encontrada em ambientes não estruturados, isto é, onde a plataforma precisa trilhar caminhos não necessariamente previstos, o que exige que o mesmo tenha capacidade de adaptação ao ambiente, dentre outras características próprias de Autonomous Mobile Intelligent Robot (AMIR). Neste caso, esta plataforma móvel, que em nosso caso é hospedeira de um servidor de Internet, precisa ser um AMIR ou, pelo menos, possuir suas principais características (autonomia, capacidade de tomar decisões não necessariamente previstas, etc.), como já levemente referido acima.

Diferentemente de robôs alocados em plataformas fixas (ou mesmo em plataformas móveis inseridas em ambientes estruturados), os robôs móveis, ou alocados em plataformas móveis, para ambientes não estruturados precisam tomar decisões não necessariamente previstas, de tal sorte a exibir e possibilitar a exibição de comportamento inteligente.

Herbert Simon [1], um dos criadores da Artificial Intelligence, em seu livro *The Sciences of Artificial* diz não gostar dessa expressão (Artificial Intelligence) e que prefere Complex Information Process, mas admite que, com o tempo, a expressão Artificial Intelligence tornar-se-á suficientemente idiomática para deixar de ser alvo de retórica barata.

A segunda consideração é feita por William Calvin [2]:

*Piaget costumava dizer que inteligência é aquilo que você utiliza quando não sabe o que fazer (...). Se você é bom em determinar a única resposta correta às perguntas de múltipla escolha, você é "esperto". Ser "inteligente", porém, é mais do que isso - há um aspecto criativo, por meio do qual você inventa algo novo "automaticamente". Todas as vezes em que examinamos o que temos na geladeira, tentando perceber o que mais precisamos comprar no supermercado antes de fazer o jantar, estamos exercitando um aspecto da inteligência que não é visto nem nos macacos mais espertos.*

Enfim, neste trabalho os autores consideram a expressão intelligent behavior ao comportamento exibido pelo robô que não agride às duas considerações acima citadas.

Como um exemplo, suponha que este robô (ou, plataforma) móvel seja um carrinho e esteja alocado em uma residência plana, onde o piso permita a rodagem do dito veículo em toda as suas peças (cômodos). Se este robô possuir as características de robôs móveis autônomos inteligentes, já tratados na literatura, como o trabalho de Brooks [3] no MIT, Rezende [4], Leite [5], Breunig [6], em Uberlândia, MG, e Milanez e Boff [7] em Florianópolis, SC, Brazil, pode ser capaz de resolver vários problemas domésticos, como regar plantas, ligar/desligar luzes e eletrodomésticos, funcionar como cão de guarda, etc., e ter seu comportamento considerado inteligente, de acordo com as considerações

acima referidas.

Tanto robôs projetados para ambientes estruturados como para não estruturados podem incorporar servidores de Internet. Claro que a rede wireless é essencial para que o robô tenha mais liberdade de locomoção. No caso de ambientes estruturados, como no do AGV, o servidor de Internet incorporado pode ser de grande valia para o acompanhamento de todo o processo de montagem do veículo. Pode-se alegar que, uma vez que o ambiente já seja estruturado, é possível prover tais informações sobre o processo, sem que haja necessidade de incorporação de um servidor de Internet no próprio AGV. É claro que isso é possível, mas pode ser necessário e, talvez, mais econômico realizar esse trabalho a partir de um único equipamento. Com um servidor Internet incorporado ao AGV, o custo de instalação e manutenção dos variados sensores e o cabeamento espalhado pelo pátio da montadora poderia ser drasticamente reduzido, mantendo-se a segurança devida.

Em ambientes não estruturados, no entanto, urge incorporar-se um servidor de Internet no próprio robô móvel. Nem há como fazê-lo diferentemente. Como não há cabos envolvidos, a liberdade de locomoção só depende da arquitetura mecânica do artefato e das características de rodagem (caso o robô se desloque sobre rodas) do piso, bem como dos acessos (rampas, portas, etc.) às peças constituintes do ambiente no qual está inserido.

Evidentemente, como o robô móvel possui autonomia para deslocamento livre, deve incorporar todas as peças e equipamentos necessários para tal, o que pode aumentar a demanda por energia para realizar trabalho. Logo, é imperativo reduzir-se dimensão, peso e consumo de energia de tudo o que for a ele incorporado, sob pena de inviabilizar-se seu uso. Os projetos de robôs móveis autônomos inteligentes, hoje, já conseguem essa eficácia, incluindo a autocarga da bateria, que o ambiente deve possibilitar com fonte de energia adequada. Peso, dimensão e consumo de energia adicional com o servidor de Internet, objeto deste trabalho, portanto, devem satisfazer esse requisito.

A proposta de trabalho apresenta a utilização de um Microservidor WEB desenvolvido no RExLab - Laboratório de Experimentação Remota (<http://www.rexlab.ufsc.br>), da UFSC, em parceria com a UNISUL - Araranguá, por Silva [8] e Bernhardt e Paladini [9], com dimensões aproximadas de 10 mm x 5 mm x 2 mm, pesando cerca de 70g, o que satisfaz plenamente os requisitos acima especificados. Com isto, tem-se um Robô Móvel Servidor de Internet para ambientes não estruturados e servidos por uma rede wireless, constituindo-se uma categoria de servidores de Internet com potencial promissor em aplicações. Mais que isso, esse trabalho pretende provocar a comunidade para a devida ampliação de suas potencialidades.

## II. MICROSERVIDOR WEB

O MicroServidor Web – MSW, construído no RExLab, pode ser descrito como um dispositivo autônomo que tem a capacidade de conectar dispositivos elétricos a uma rede

Ethernet, baseado em microcontrolador de baixo custo e baixo consumo, utilizando para a comunicação de dados o protocolo TCP/IP e que, permite adquirir, controlar e monitorar remotamente estes dispositivos de maneira segura, eficiente e econômica, mediante o uso de um navegador padrão para Internet.

O hardware do MSW está centralizado no microcontrolador Atmel AT90S8515, funcionando a 8MHz e que dispõe internamente de três tipos de memória: RAM estática (512 bytes), memória flash programável (8 Kbytes), e EEPROM “on-chip” (512 bytes), em sua arquitetura AVR RISC, com performance de 1 Mips. O diagrama em blocos do MSW é apresentado na figura 1.

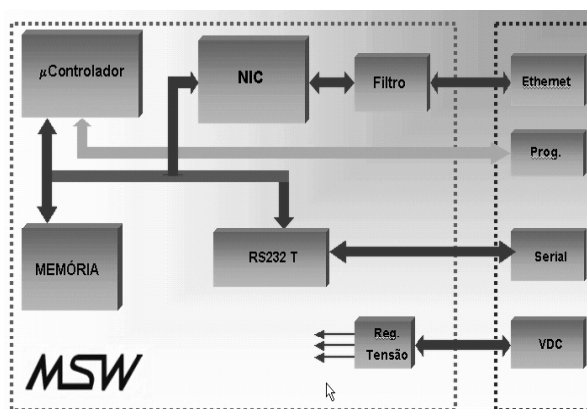


Fig. 1. Diagrama em blocos do MSW

Para o armazenamento do código das aplicações é utilizada uma memória I<sup>2</sup>C EEPROM serial, que possui 64 Kbytes, que é uma espécie de “sistema de arquivos” do MSW.

Para o interfaceamento Ethernet é utilizado o circuito integrado Realtek RTL8019AS, que é um controlador Ethernet 802.3 full duplex, sua interface padrão é 10BaseT (RJ45), porém possui possibilidade de interface AUI (permitindo a comunicação com fibra ótica) para os modos 10Base2, 10Base5, implementados no MSW. O RTL8019AS tem integrado 16 kbytes de SRAM, modulador e demodulador para a interface física, controlador de protocolo Ethernet, entre outras funções. Resumindo pode-se dizer que o RTL8019AS, dispõe de todos os requisitos necessários para transmitir e receber pacotes Ethernet.

E finalmente o circuito integrado MAX 232 que é um driver/transceiver para RS232C que converte as entradas EIA-232 para níveis de 5V compatíveis TTL/CMOS possibilitando ao MSW dispor de uma porta serial on-board que pode ser acessada através de um conector DB-25.

O software para o MSW envolve seu firmware (rotinas de boot e de I/O armazenadas na memória ROM), e o código das aplicações. O firmware utilizado é composto de um kernel simples, a organização é mostrada na figura 2. O controlador Ethernet proporciona suporte para as duas camadas mais baixas de controle, por conseguinte o microcontrolador cuida de todas as que estão acima. As duas próximas camadas contêm o driver do adaptador de rede e a pilha TCP-IP. A

camada de aplicação é o servidor web HTTP.

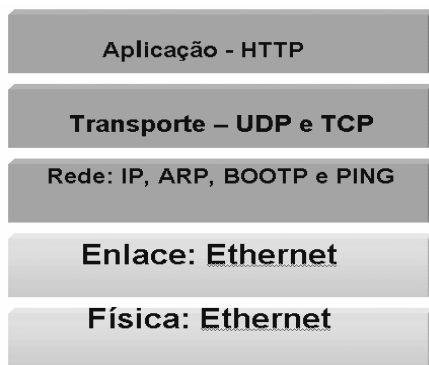


Fig. 2. Camadas do firmware utilizado no MSW

Em um nível mais baixo, o MSW responde a solicitações de rede ARP (Address Resolution Protocol), permitindo então, que outros computadores façam uma associação entre o endereço IP determinado para o MSW e seu endereço Ethernet. Para todo MSW é fixado um único endereço Ethernet que é enviado como parte do pacote ARP replicado.

O endereço IP do MSW pode ser determinado de forma estática: estática porque ocorre o armazenamento do endereço IP do dispositivo na memória flash do microcontrolador.

O microservidor também responde a ICMP Echo Requests (Solicitações de Ressonância ICMP), normalmente, geradas pela utilização do comando ping e que permitem a avaliação do tempo de viagem (Round Trip Time - RTT) de uma ressonância solicitada e/ou replicada.

Faz ainda parte do potencial do microservidor, enviar e receber pacotes UDP (User Datagram Protocol), utilizado em aplicações como o gerenciamento de redes (SNMP) e de serviços de fornecimento de nomes de domínios na Internet (DNS). No nível TCP/IP, o MSW responde a solicitações HTTP GET que são endereçadas à porta TCP 80. As solicitações HTTP GET, são enviadas pelos browsers de rede. O MSW responde a essas solicitações, retornando documentos HTML, textos, imagens, e assim por diante, como se fosse um servidor web real. O kernel do firmware do microservidor provê todo o código necessário para implementar esses protocolos da Internet acima listados.

O firmware do MSW restringe o tamanho de uma resposta HTTP GET para um único pacote Ethernet (não mais que 1400 bytes), para que se possam conservar recursos de memória. Diversas técnicas de codificação HTML podem ser utilizadas para que se possa trabalhar dentro desses limites, incluindo frames HTML e múltiplas imagens GIF e JPEG. A resposta básica do firmware para uma solicitação HTTP GET é o retorno de uma página web.

A funcionalidade do MSW pode ser ampliada adicionando-se aplicações que lhe proporcionarão a capacidade de monitorar e/ou controlar dispositivos. Para tanto, o MSW permite a utilização de JavaScript (embutidos ou em código HTML ou como arquivos separados) e applets Java, juntamente com código HTML, rotinas CGI e imagens. Desta

forma, acessando-se a página web que contém tais códigos, o usuário terá acesso ao estado atual do dispositivo controlado pelo MSW, ou do ambiente por ele monitorado. O MSW pode ser visualizado na figura 3 e atualmente é construído a um custo de US\$ 29,94. O consumo de potência em modo normal de operação é de 40mA e suas dimensões são 82 x 94 mm. O MSW possui um custo relativamente baixo se comparado a outros Microservidores Web existentes no mercado. O NetBumer, por exemplo, possui um preço que varia de 499 a 995 dólares [10]; já o RabbitCore (RCM2000) apresenta um valor aproximado de US\$ 199 [11]; o PicoWeb possui um custo em torno de US\$ 149 [12].

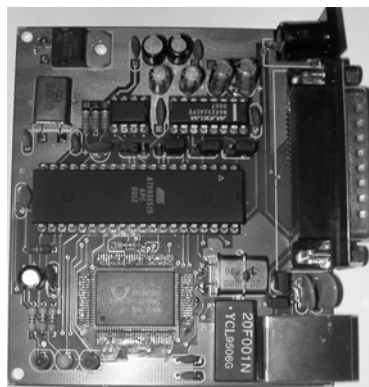


Fig. 3. Produto final

### III. AUTONOMOUS MOBILE INTELLIGENT ROBOT

O desafio que envolve o desenvolvimento e implementação de um dispositivo que seja capaz de executar ações de forma autônoma está intimamente relacionado com a identificação da capacidade apresentada pelo robô de tomar decisões baseado em situações que vão lhe sendo apresentadas no decorrer de suas atividades.

Baseado nisso, é coerente afirmar que são identificadas como características no mínimo essenciais para que se tenha um Autonomos Mobile Intelligent Robot inteligência, mobilidade, e autonomia.

Segundo Willian Calvin [2], há um aspecto criativo no que tange a inteligência, ou seja, a capacidade de “criar” algo novo diante de situações inesperadas. Estando o robô em um determinado espaço, torna-se de vital importância a capacidade de discernimento de ações, movimentos, bem como a tomada de decisões de forma coerente com a situação vislumbrada. A mobilidade representa a capacidade do robô de se locomover sem interromper as suas atividades consideradas essenciais dentro dos parâmetros estabelecidos, que identificam a sua tarefa no âmbito da proposta. Já a autonomia está inserida no contexto da capacidade apresentada pelo artefato de não ser influenciado por potência estranha (externa) quando da realização de suas tarefas.

O conhecimento e domínio de tais aspectos torna-se então imprescindível no desenvolvimento da proposta de um Autonomos Mobile Intelligent Robot. Sua implementação consiste da união de todas as características previamente

citadas em um dispositivo que, seja capaz de executar o monitoramento de ambientes, deslocar-se contornando obstáculos que porventura venham a impedir seu trânsito livre dentro dos limites físicos pré-determinados, tendo ainda a capacidade de realizar sua autocarga quando da falta de energia, garantindo seu funcionamento adequado.

Usando como aliada à internet para o controle deste artefato móvel, torna-se fácil vislumbrar a quantidade de aplicações cotidianas que poderiam sem qualquer problema fazer uso das habilidades de um dispositivo desta dimensão. Sem maiores problemas, poderia se imaginar tal dispositivo inserido em um ambiente doméstico: estaria materializada a figura de um “cão-de-guarda eletrônico”, capaz de identificar objetos, indivíduos – humanos ou não – movimentos e reportar automaticamente um sinal de alerta qualquer ao seu “dono”, no caso de qualquer comportamento considerado fora dos padrões comumente apresentados pelo ambiente.

Da mesma forma, o usuário identificado como “dono” do robô estaria apto a verificar as condições atuais do ambiente que está sendo monitorado a qualquer momento, de qualquer lugar, bastando apenas que estivesse em frente a um computador com acesso a Internet. Um exemplo de funcionamento de um Autonomos Mobile Intelligent Robot pode ser visualizado na Figura 4:

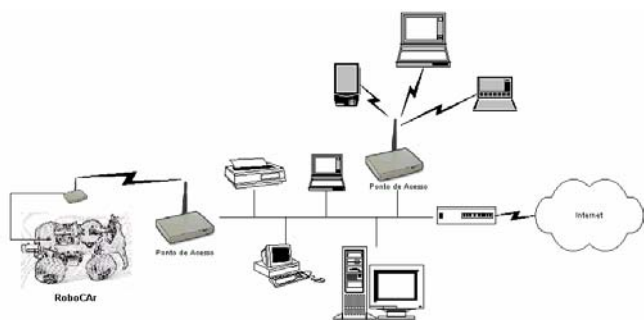


Fig. 4. RoboCar conectado a uma rede sem fio

#### IV. APLICAÇÃO EXEMPLO

O crescimento e a popularização da Internet são fatores de extrema importância no que diz respeito à popularização de tecnologias como a de um Robô Móvel Servidor de Internet, demonstrando a viabilidade de seu uso no estabelecimento de sistemas de tele-operação entre máquinas e dispositivos.

Contudo, um fator de extrema importância no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias é a necessidade de se oferecer qualidade e disponibilidade para aquisição e tratamento de dados a baixos custos. Esses objetivos podem ser atingidos fazendo-se o uso de tecnologias já existentes no mercado; apresentadas como uma alternativa na busca do diferencial tecnológico.

Buscando atingir tais aspectos, é apresentado o RoboCar, dispositivo que correspondente às características anteriormente mencionadas e requeridas: móvel, de pequeno porte, dotado de um MSW. Além de possuir uma câmera digital, responsável pela aquisição de imagem, este possibilita

a monitoração de ambientes através de sensores óticos, os quais também auxiliam na navegação. A situação atual do RoboCar pode ser visualizada na figura 5:



Fig. 5. RoboCar

Os itens constituintes do RoboCar podem ser visualizados na imagem: um MSW em seu dorso, responsável por lhe conferir os movimentos direcionais, de arranque e parada. Na parte frontal do RoboCar, está instalada uma câmera digital que capta as imagens provenientes do ambiente ao qual o RoboCar está inserido (cabe salientar que essas imagens deverão sofrer tratamento, o que permitirá a identificação de alguns objetos que venham se fazer presentes ao longo da trajetória do artefato); e por fim sensores de infra-vermelho localizados, em sua parte frontal e, responsáveis pela parada quando há a aproximação e detecção de um objeto.

O acesso e controle do robô são realizados através de um navegador (“browser”) utilizando a internet/intranet. O usuário, através de um “joystick” virtual, será capaz de controlar o robô dentro de um trajeto que pode ser visualizado através das imagens capturadas. Os algoritmos e softwares para captura, tratamento digital e controle são desenvolvidos nas linguagens C, Assembly e Java.



Fig. 6. Interface atual

O processo de implementação de um dispositivo desta espécie, exige a organização de etapas minuciosas, conferindo ao produto final as funcionalidades desejadas – sem deturpar as metas, como por exemplo, o baixo custo. Para a concepção,

são identificadas duas etapas distintas: monitoração do ambiente e a locomoção. Na primeira etapa são identificadas algumas subdivisões referentes ao estudo do Processamento Digital de Imagens (PDI): a aquisição de imagens, a detecção de bordas, e o reconhecimento de formas. A segunda etapa está relacionada ao seu Sistema de Navegação.

O Processamento Digital de Imagens (PDI) envolve técnicas cada vez mais comuns nas diversas áreas de aplicação do conhecimento humano. De forma geral, o PDI requer métodos capazes de melhorar a informação visual para análise e interpretação humana, ou a percepção automática por máquinas. Normalmente, sua aplicação abrange a automação e visão de robôs; a classificação de objetos, solos, entre outros; o reconhecimento automático de pessoas; monitoração e segurança de ambientes públicos; métodos de radiografia digital. Percebe-se a importância do PDI neste tipo de aplicação, uma vez que a imagem adquirida pelo robô deve ser nítida, clara, fiel, para que não venha a deturpar ou por em dúvida os resultados de todo o trabalho de monitoração.

Tem-se então, a primeira ramificação no desenvolvimento do projeto RoboCAR: a aquisição da imagem. Para que o usuário possa ter uma visão do que está se sucedendo em determinado local a um certo momento, foi utilizada uma câmera digital bastante simples, que não comprometesse o custo do projeto, mas que cumprisse adequadamente sua tarefa. Baseada no sensor de saída digital VVL300, da STMicroelectronics, a câmera possui, dentre outras qualidades, um chip VV6301 (sensor de câmeras coloridas altamente integrado) e um microprocessador MCS51.

Para o reconhecimento de bordas, desenvolveu-se um algoritmo utilizando Redes Neurais Artificiais [13]. Os resultados obtidos por Zilli foram satisfatórios, visto que, a RNA aprendeu os filtros de Sobel e Roberts.

*Outro ponto interessante verificado com os testes finais, relativo as RNAs, foi que as máscaras utilizadas por Roberts e Sobel são de tamanhos diferentes – Roberts (2 x 2), Sobel (3 x 3); Sobel não muda o tamanho, mas muda a maneira como trabalha com os pixels dentro da matriz, conforme comentado na página 87 – da máscara utilizada pelo modelo proposto e mesmo assim visto os resultados obtidos foram satisfatórios [13].*

A Figura 7 apresenta os resultados da RNA em comparação ao filtro de Roberts. A Figura 7 (a) é referente a um cubo com 24 bits de cor, (b) aplicação do filtro de Roberts sem limiar (normal), (c) resultado da RNA, (d) filtro de Roberts com limiar de 20, (e) resultado da RNA com alteração na normalização, (f) filtro de Roberts com limiar de 8, (g) resultado da RNA com alteração na normalização, (h) filtro de Roberts com limiar de 35.

Além destes testes, foram realizados vários testes com o Filtro de Sobel, cujos resultados obtidos variam de 53% a 91%. O aprendizado que obteve melhores resultados foi de 71%; os resultados de Sobel são apresentados na Figura 8.

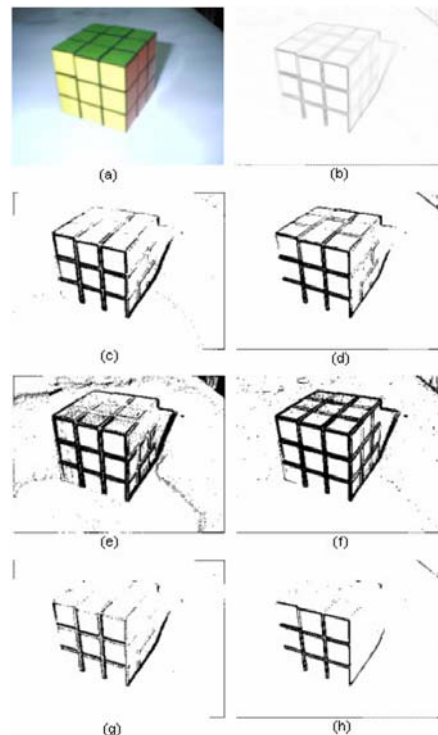


Fig. 7. Resultados da RNA com 81% de aprendizado do filtro de Roberts

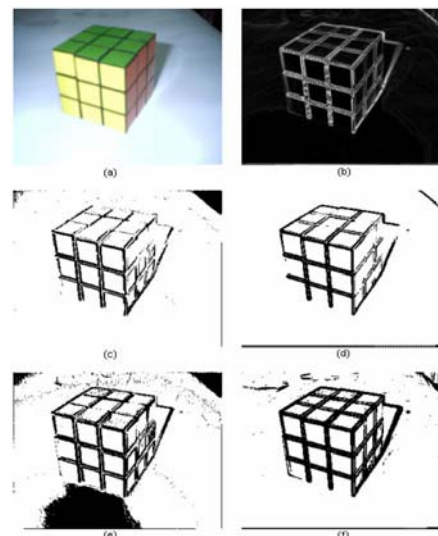


Fig. 8. Resultados da RNA com 73% de aprendizado do filtro de Sobel

Após a aquisição e a detecção de bordas é realizado o processo de reconhecimento das formas geométricas; neste processo também foi adotado as Redes Neurais Artificiais. Foram utilizadas três formas geométricas: quadrado, círculo, triângulo. A rede é composta por 19.200 neurônios de entrada, 10 na camada intermediária e 3 neurônios na camada de saída. Num conjunto de teste, composto por 18 imagens capturadas, apenas uma não foi reconhecida pela rede.

Pretende-se com esse trabalho integrar a visão do RoboCar com o controle de navegação, proporcionando ao mesmo uma visão pragmática de como tomar decisões perante estímulos; interagir com o seu ambiente de forma autônoma e controlada.

## V. REFERÊNCIAS

- [1] Simon, H. A. *The Sciences of Artificial*. Cambridge, MA, The MIT Press, 1981.
- [2] Calvin, W. H. *How Brains Think: Evolving Intelligence, Then and Today*. N. York, Orion Publishing Group Ltd., 1996.
- [3] Brooks, R. A., *Intelligence without representation*, *Artificial Intelligence* 47 (1991), pp. 139–159.
- [4] Rezende, M. F. “Desenvolvimento de um Robô Móvel Autônomo Inteligente”, *Dissertação (Mestrado)*, Engenharia Elétrica, UFU - Universidade Federal de Uberlândia, 1992.
- [5] Leite, A. “Depuração para Projeto e Adição de Novas Camadas Produtoras de Atividade em Robôs Móveis Autônomos Inteligentes”, *Dissertação (Mestrado)*, Engenharia Elétrica, UFU - Universidade Federal de Uberlândia, 1993.
- [6] Breunig, A. “Uma Estratégia para Implementação de Arquiteturas não Convencionais em Projetos de Controle de Robôs Móveis Autônomos Inteligentes”, *Dissertação (Mestrado)*, Engenharia Elétrica, UFU - Universidade Federal de Uberlândia, 1996.
- [7] Milanez, J. e Boff, B. L. “GURI - Um Robô Móvel Autônomo e Inteligente”, *TCC - Trabalho de Conclusão de Curso*, Ciência da Computação, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- [8] Silva, J. B. “Monitoramento, Aquisição e Controle de Sinais Elétricos, via Web, Utilizando Microcontroladores”, *Dissertação (Mestrado)*, Ciência da Computação, UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- [9] Bernhardt, M. F. Paladini, S. Chiron. *Chiron - Microservidor Web*. Ciência da Computação, UNISUL, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2002.
- [10] NETBURNER. “Pricing Information”. Disponível em <<http://netburner.com/pricing.html>>. Acesso em 2003, Julho.
- [11] RABBIT Semiconductor. “Rabbit2000 TCP/IP Development Kit”. Disponível em <[http://rabbitsemiconductor.com/products/rab20\\_tcpip/rab20\\_tcpip\\_dev\\_kit.html](http://rabbitsemiconductor.com/products/rab20_tcpip/rab20_tcpip_dev_kit.html)>. Acesso em 2003, Julho.
- [12] PicoWeb Server. Disponível em <<http://www.picoweb.net/>>. Acesso em 2004, julho.
- [13] Zilli, E. *Detecção de Bordas Utilizando Redes Neurais Artificiais*. Ciência da Computação, UNISUL, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003.