



**UNIVERSIDADE
SÃO FRANCISCO**

Engenharia de Computação

UM ROBÔ PARA COMBATE A INCÊNDIOS

Rodrigo Gianini Gurzoni

Itatiba – São Paulo – Brasil

Junho 2009



Engenharia de Computação

UM ROBÔ PARA COMBATE A INCÊNDIOS

Rodrigo Gianini Gurzoni

Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia de Computação da Universidade São Francisco, sob a orientação do Prof. Dr. Claudio Kiyoshi Umezu, como exigência parcial para conclusão do curso de graduação.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Kiyoshi Umezu

Itatiba – São Paulo – Brasil
Junho de 2009

UM ROBÔ PARA COMBATE A INCÊNDIOS

Rodrigo Gianini Gurzoni

Monografia defendida e aprovada em 19 de junho de 2009 pela **Banca Examinadora** assim constituída:

Prof. Dr. Claudio Kiyoshi Umezu (Orientador)

USF – Universidade São Francisco – Itatiba – SP.

Prof. Ms. Alencar de Mello Júnior (Membro Interno)

USF – Universidade São Francisco – Itatiba – SP.

Prof. Ms. Carlos Eduardo Pagani (Membro Interno)

USF – Universidade São Francisco – Itatiba – SP.

O registro de arguição e defesa consta de “ATA DE ARGUIÇÃO FINAL DE MONOGRAFIA”, devidamente assinada e arquivada na Coordenação do curso.

A meus pais Roberto José Jorge Gurzoni (in memoriam) e Vera Lúcia Gianini Gurzoni, a minha irmã Viviani Gianini Gurzoni e ao meu irmão Rennan Gianini Gurzoni as pessoas mais importantes da minha vida, sem os quais não conseguiria ser a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Professor Doutor Claudio Kiyoshi Umezu, meu orientador, que acreditou em mim e incentivou-me para a conclusão deste trabalho. Dedicando-se sempre em nossos encontros com sua paciência, conhecimento e amizade.

Agradeço também ao Professor Alencar de Melo Júnior, um companheiro de percurso dentro e fora do contexto do projeto, sempre disposto a auxiliar no que fosse possível para a perfeita conclusão do projeto.

Agradeço a todos os amigos e professores que me auxiliaram direta ou indiretamente durante todo o curso.

Agradeço a Deus pela família que possuo que me deu paz e sabedoria em todos os momentos difíceis que passei durante o curso.

RESUMO

O sonho do homem sempre foi dominar as forças da natureza. Para o fogo foram desenvolvidas técnicas que possibilitaram esta dominação, mas por diversas vezes essas técnicas falharam e com isso sempre ocorreram grandes incêndios. A criação do protótipo teve como objetivo desenvolver um robô que auxilie no combate a incêndios em áreas de risco iminente, em que o combate ao incêndio por um ser humano possa ser muito arriscado. O protótipo foi desenvolvido com os conceitos de robótica móvel possuindo três sistemas interligados que podem ser divididos em sistemas de locomoção, combate e transmissão de imagens.

Palavras-Chaves: Fogo, Robô, Combate a Incêndios, Locomoção, Transmissão de Imagens.

ABSTRACT

Man's dream was always to master the forces of nature. For the fire were developed techniques that allowed this domination, but many times these methods have failed, and because of that large fires always occurred. The creation of the prototype aimed to develop a robot to assist in fighting fires in areas of imminent danger when the fight against fire by a human being can be very risky. The prototype was developed with the concepts of mobile robotics having three interconnected systems that can be divided into locomotion, combat and transmission of images systems.

Keywords: Fire, Robot, Fire fighting, Locomotion, Transmission of Images.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE SIGLAS	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 ROBÓTICA	3
2.1.1 AS LEIS DA ROBÓTICA	3
2.2 ROBÔ.....	4
2.2.1 ROBÔS ANALÓGICOS.....	4
2.2.1.1 ROBÓTICA BEAM	4
2.2.2 ROBÔS ARTRÓPODES.....	5
2.2.3 ROBÔS AUTÔNOMOS	6
2.2.4 ROBÔ HUMANÓIDE	7
2.3 MODO DE LOCOMOÇÃO DOS ROBÔS	8
2.3.1 ROBÔS COM RODAS	8
2.3.2 ROBÔS SNAKEBOT	8
2.3.3 ROBÔS WALKER.....	9
3 METODOLOGIA	10
3.1 SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO	10
3.2 SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIOS	13
3.3 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE IMAGENS.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 SISTEMA DE LOCOMOÇÃO.....	16
4.2 SISTEMA DE COMBATE.....	18
4.3 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE IMAGENS.....	20
5 CONCLUSÃO.....	22
5.1 EXTENSÕES	22
6 BIBLIOGRAFIA	23

Lista de Siglas

<i>RIA</i>	<i>Robotic Industries Association -</i>
<i>RUR</i>	<i>Rossum's Universal Robots</i>
<i>BEAM</i>	Biologia Eletrônica Estética e Mecânica
<i>NASA</i>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> – Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica
<i>VHF</i>	<i>Very High Frequency</i> - Frequência Muito Alta
<i>CC</i>	Corrente Contínua
<i>VCC</i>	Volts em Corrente Contínua
<i>Ah</i>	Amperes Hora
<i>PWM</i>	<i>Pulse-Width Modulation</i> – Modulação por largura de Pulso
<i>Kbytes</i>	<i>Kilo Bytes</i>
<i>RAM</i>	<i>Random Access Memory</i> – Memória de Acesso Aleatório
<i>VCA</i>	Volts em Corrente Alternada
<i>MHz</i>	Mega Hertz
<i>PAL</i>	<i>Phase Alternating Line</i> – Linha de Fase Alternante
<i>NTSC</i>	<i>National Television System(s) Committee</i> – Comitê Nacional do(s) Sistema(s) de Televisão
<i>FPS</i>	<i>Frame Per Second</i> – Quadros por Segundo
<i>HTTP</i>	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> – Protocolo de Transferência de Hipertexto

1 INTRODUÇÃO

Desde o descobrimento do fogo o homem sempre sonhou em dominá-lo. Técnicas que possibilitaram esta dominação foram criadas e aperfeiçoadas, mas por diversas vezes essas técnicas falharam e com isso sempre ocorreram grandes incêndios, que resultaram em vidas perdidas e propriedades destruídas.

A partir destes fatos foram realizados estudos que levaram à conclusão de que o fogo é uma ciência muito complexa. Com esta conclusão, diversos cientistas pelo mundo criaram organizações que desenvolvem pesquisas relacionadas à prevenção de incêndios. Sistemas automáticos que detectam e combatem os incêndios automaticamente foram criados para que, na existência de um foco de incêndio, este seja detectado e combatido o mais rápido possível, para que não se transforme em um grande incêndio.

Em diversos países, estes sistemas foram deixados em segundo plano. O Brasil foi um destes países que, por ignorância dos antigos empresários, construtores e até mesmo do governo, acreditou que estes sistemas eram apenas um gasto desnecessário, mesmo porque representavam um grande investimento sem retorno financeiro.

Com a explosão demográfica do Brasil, diversos centros comerciais e industriais foram projetados e construídos, mas sempre deixando para trás a área de detecção e combate a incêndio, devido ao crescimento desordenado das cidades. Foram incorporados a estes centros forçadamente áreas residenciais onde há uma grande concentração de casas, escolas, hospitais e principalmente grande quantidade de seres humanos.

Alguns fatos ocorridos foram marcantes para que os sistemas de alarme, detecção e combate a incêndio, que eram vistos como um gasto desnecessário se tornassem um investimento necessário para se evitar tragédias, como as dos edifícios Joelma e Andraus ocorridos na década de 70. Essas tragédias, que geraram imagens de comoção nacional com pessoas se jogando pelas janelas do edifício, tiveram um saldo de 204 vítimas fatais e mais de 680 pessoas feridas.

Após essas tragédias o governo do Estado de São Paulo tomou algumas medidas que resultaram na edição do Decreto Municipal nº 10.878, que “institui normas especiais para a segurança dos edifícios a serem observadas na elaboração do projeto, na execução, bem como no equipamento e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário”.

A motivação para escolha desta temática vem da importância que a vida representa, visto que, em todos os casos de incêndio, o risco das pessoas que estão presentes no local de

ficarem feridas ou até mesmo morrerem é alto devido a vários fatores existentes em um incêndio, como por exemplo: o perigo do local desabar, a possibilidade de alguma explosão, ou as pessoas serem intoxicadas pela fumaça tóxica que algum produto possa gerar enquanto está queimando.

Pode-se destacar o mais recente incêndio de grandes proporções que aconteceu na cidade de Diadema, na manhã do dia 27 de março de 2009, no qual uma empresa de produtos químicos foi completamente destruída. A dificuldade encontrada pelo Corpo de Bombeiros em controlar o incêndio aconteceu devido às explosões dos barris de produtos químicos estocados no local.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver, utilizando conceitos de robótica, um robô de combate a incêndio por controle remoto, que possa ser utilizado em uma área de risco, combatendo o incêndio para evitar que, no caso de alguma explosão ou qualquer outro tipo de acontecimento, não se coloque qualquer vida humana em risco.

Este projeto tem como principais objetivos: o comando do robô via controle remoto, combate ao incêndio com o operador à distância e, a transmissão de imagens locais do incêndio através de um sistema de câmera sem fio.

Este protótipo poderá auxiliar no combate a incêndios em áreas de risco iminente, em que o combate ao incêndio por um ser humano possa ser muito arriscado.

O Capítulo 2 é uma revisão bibliográfica referente à história da robótica e aos diferentes tipos de robôs. O Capítulo 3 é referente à metodologia empregada no desenvolvimento do projeto e possui explicações sobre os dispositivos utilizados do projeto. O Capítulo 4 é referente aos resultados, assim como explica as funcionalidades de cada um dos sistemas do protótipo. E o Capítulo 5 é a conclusão, fala sobre a importância do protótipo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Robótica

Robótica é uma área da tecnologia que envolve o estudo combinado das engenharias mecânica, eletrônica e computação, entre outras disciplinas.

A palavra robótica foi utilizada pela primeira vez pelo cientista e escritor americano Isaac Asimov em sua pequena história chamada “Runaround”, publicada no ano de 1942. Asimov também publicou um livro com pequenas histórias, em 1950, intitulado “I Robot”, em que Asimov cria as três leis da robótica, às quais acrescentou, mais tarde, a lei zero. As leis propostas são atualmente entendidas apenas ficcionalmente, pois no tempo em que foram escritas não se imaginava o crescente desenvolvimento que ocorreria nesta área.

Hoje em dia a robótica trata de sistemas compostos por máquinas elétricas e partes mecânicas, que juntas podem ser controladas com a ajuda de circuitos integrados e transformam sistemas mecânicos em sistemas mecânicos controlados. (PAZOS, 2002)

2.1.1 As Leis da Robótica

As três leis da Robótica elaboradas pelo escritor Isaac Asimov e que dirigem o comportamento dos robôs, são:

1 – Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal.

2 – Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei.

3 – Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a primeira e a segunda leis.

O objetivo das leis, segundo o próprio Asimov, era tornar possível a existência de robôs inteligentes (as leis pressupõem inteligência suficiente para distinguir o bem do mal) e que não se revoltassem contra o domínio humano.

Em 1984, Asimov escreveu a chamada Lei Zero, ou a Quarta Lei.

“Lei Zero”: um robô não deve fazer mal à humanidade e nem, por omissão, permitir que ela sofra algum mal. Desse modo, o bem da humanidade é primordial ao dos indivíduos.

Esta última lei tem um sério problema, pois ela pode transferir ao robô a possibilidade de avaliar, diante das situações concretas, se o interesse da humanidade se sobrepõe ao interesse individual. Com isto, ela abre uma perigosa brecha para uma possível ditadura das máquinas, podendo entrar em conflito com as três primeiras leis. (ASIMOV, 2004)

2.2 Robô

Um robô é um conjunto de dispositivos eletromecânicos ou biomecânicos capaz de realizar trabalhos de maneira autônoma, pré-programada, ou através de controle humano. Os robôs são comumente utilizados na realização de tarefas repetitivas ou de tarefas de alto risco para os seres humanos. Os robôs industriais segundo a RIA são manipuladores multifuncionais reprogramáveis. Estes robôs são utilizados normalmente nas linhas de produção de empresas, porém esta utilização está mudando atualmente com a popularização de robôs comerciais que têm as mais diversas funcionalidades. Podem-se citar como exemplos as seguintes aplicações: exploração subaquática e espacial, mineração, busca e resgate, e localização de minas terrestres. (ROSARIO, 1999)

O termo robô tem origem na palavra tcheca “*robota*”, que significa “trabalho forçado”, e foi utilizada pela primeira vez pelo dramaturgo tcheco Karel Capek na peça teatral RUR que retratava a criação de robôs para substituir o homem nos trabalhos pesados. A partir daí, os robôs começaram a ser vistos como máquinas “humanas” com inteligência e personalidade. (ROMANO, 2002)

Os robôs podem ser divididos em analógicos, artrópodes, autônomos e humanóides.

2.2.1 Robôs Analógicos

Os robôs analógicos utilizam circuitos analógicos para comandar suas ações. Os circuitos analógicos são utilizados extensivamente na Robótica “BEAM”. (TILDEN, 1995)

2.2.1.1 Robótica BEAM

Robótica BEAM (sigla para *Biology* (Biologia), *Electronics* (Eletrônica), *Aesthetics* (Estética), e *Mechanics* (Mecânica)) é baseada na utilização de circuitos analógicos como oposição à maioria da robótica, com base na utilização dos sistemas digitais (ou seja, computadores). Estes circuitos são semelhantes a blocos de neurônios. Eles podem ser

interconectados para formar “redes neurais” e, assim, permitir criar mecanismos para o comportamento de formas de vida simples, como são os insetos. (TILDEN, 1995)

A maioria dos robôs BEAM são simples em seu projeto, se comparados aos robôs móveis tradicionais.

A Figura 01 ilustra um modelo de um robô analógico com tecnologia BEAM.



Figura 01 - Robô Analógico com tecnologia BEAM (Fonte - Techbotics)

2.2.2 Robôs Artrópodes

Robôs artrópodes têm seu corpo igual aos insetos artrópodes. Esses robôs oferecem alta flexibilidade que possibilita sua adaptação em todos os ambientes, mas têm um ponto negativo devido à sua alta complexidade mecânica e de software de controle, fazendo que este projeto tenha sua adoção adiada pelos consumidores, por causa de seu alto custo de implementação. Como seu corpo muitas vezes tem mais de quatro patas, esses robôs são muito estáveis, o que facilita a sua manipulação e trabalho.

A Figura 02 ilustra um modelo de um robô artrópode.



Figura 02 - Aranha mecânica desenvolvida pelo grupo francês La Machine (Fonte - G1)

2.2.3 Robôs Autônomos

Robôs autônomos são robôs que podem realizar os objetivos desejados sem a ajuda humana.

Alguns robôs são “autônomos” com as limitações de seu ambiente normal. Talvez não existam todos os níveis de liberdade no ambiente ao seu redor. A orientação e posição exata do próximo objeto e até mesmo o tipo do objeto e o trabalho requerido devem ser determinados. Isto pode variar imprevisivelmente (ao menos no ponto de vista de um robô). Desde o começo, os robôs industriais não foram sujeitos a continuar o trabalho com a ajuda humana ou, às vezes, nenhuma ajuda.

Uma área importante da pesquisa em robótica é permitir ao robô cooperar com o seu ambiente, independente do tipo de ambiente.

Um robô totalmente autônomo no mundo real tem a habilidade de:

- receber informações do seu ambiente;
- trabalhar por meses ou anos sem nenhuma interferência humana;
- deslocar-se do ponto A ao ponto B sem assistência de navegação humana;
- evitar situações que são perigosas para as pessoas.

Um robô também pode ser capaz de aprender autonomamente. Esse aprendizado inclui a habilidade de:

- aprender ou ganhar novas capacidades sem assistência externa;
- ajustar suas estratégias baseadas nos arredores.

Grande parte dos robôs autônomos ainda requerem manutenção regular, assim como outras máquinas. (WALTER, 2001)

Um dos primeiros robôs autônomos foi criado entre os anos de 1948 e 1949 pelo pesquisador americano William Grey Walter, que tentava provar que muitas conexões entre um pequeno número de neurônios podiam criar comportamentos muito complexos.

O robô autônomo mais famoso foi desenvolvido pela NASA para desvendar os mistérios do planeta Marte. A Figura 03 ilustra o robô autônomo Spirit.



Figura 03 - O robô autônomo Spirit (Fonte – NASA)

2.2.4 Robô Humanóide

Um robô humanóide é um robô baseado na aparência do corpo humano, permitindo sua integração com ferramentas e o ambiente adaptado ao ser humano. Em geral estes robôs humanóides possuem um tronco com uma cabeça, dois braços e duas pernas, embora alguns robôs humanóides possuam apenas parte do corpo. Eles são divididos em andróides e ginóides, sendo o andróide o robô semelhante ao corpo masculino e o ginóide semelhante ao corpo feminino.

O primeiro projeto documentado de um robô humanóide foi feito por Leonardo da Vinci por volta do ano de 1495. As notas de Da Vinci, redescobertas nos anos 50, continham desenhos detalhados de um cavaleiro mecânico que era aparentemente capaz de sentar-se, mexer seus braços, mover sua cabeça e o maxilar. A Figura 04 ilustra o robô humanóide da Toyota.



Figura 04 - Robô humanóide (Fonte - Toyota.)

2.3 Modo de Locomoção dos Robôs

Para obter uma melhor locomoção no terreno em que o robô estará em contato, em relação aos obstáculos encontrados em sua trajetória, os meios de locomoção dos robôs podem ser divididos em três tipos: robôs com rodas, robôs “*snakebot*” e robôs “*walker*”.

2.3.1 Robôs com Rodas

Estes robôs, na maioria dos casos, têm rodas ou esteiras para sua locomoção. São os mais fáceis de serem desenvolvidos, mas suas limitações em relação ao terreno são as mais complicadas. A Figura 05 ilustra o robô R2-D2 o robô com rodas mais conhecido.



Figura 05 -Robô R2-D2 (Fonte - TM & © Lucasfilm Ltd.)

2.3.2 Robôs Snakebot

A forma deste robô se assemelha ao modo de locomover-se de uma cobra, rastejando e contornando os obstáculos e é completamente diferente de qualquer robô, seja bípede ou com rodas. Para superar algumas dificuldades de superação de obstáculos a NASA desenvolveu em seu laboratório um robô snakebot como o ilustrado na Figura 06.



Figura 06 - Snakebot (Fonte - NASA)

2.3.3 Robôs Walker

Robôs que têm modo de locomoção parecido com a forma humana ou a forma dos animais de se locomoverem, com duas ou mais pernas. Quanto mais pernas esses robôs tiverem, mais estáveis e maior adaptação ao ambiente terão, podendo assim ser usados em diversas áreas de atuação.

A Figura 07 ilustra o cão robótico Aibo.



Figura 07 - Robô Aibo (Fonte - Sony)

3 METODOLOGIA

O protótipo do Robô de Combate de Incêndio, desenvolvido neste trabalho, pode ser dividido em três sistemas. Um dos sistemas é responsável pela movimentação do robô; o segundo sistema é responsável pelo combate ao incêndio; e o terceiro é responsável pela transmissão das imagens do robô.

O sistema de movimentação possui um conjunto de motores com caixas redutoras de velocidade acopladas às rodas, um receptor e um rádio transmissor. Este sistema é controlado por uma placa microprocessada, baseada em um microcontrolador da série PIC, da Microchip.

O sistema de combate possui um extintor de incêndio que, acionado por uma válvula solenóide, faz o combate ao incêndio através da liberação de produtos químicos ou gases adequados ao tipo de incêndio.

O sistema de transmissão de imagens possui uma câmera de vídeo sem fio que transmite imagens em tempo real da situação para um receptor acoplado a uma placa de captura de vídeo, permitindo ao operador o controle da movimentação do robô.

3.1 Sistema de Movimentação

O sistema de locomoção deste protótipo será baseado no modelo de um robô com rodas. Para se obter uma estabilidade considerável sem necessitar de uma suspensão flexível, foi utilizado um sistema de três rodas, sendo elas dispostas no robô de forma que duas destas rodas sejam fixas e motrizes e uma seja direcional. As rodas fixas têm apenas um grau de liberdade, podendo apenas ter rotação ao redor do seu eixo, fixado em um dos motores como mostrado na Figura 08. A roda direcional tem dois graus de liberdade, onde o primeiro grau é de sua rotação em torno de seu eixo e o segundo grau de liberdade é ao redor de seu ponto de fixação, como mostrado na Figura 09.

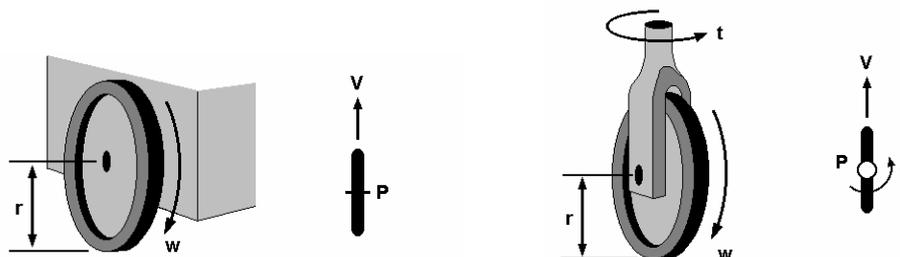


Figura 08 Roda com um grau de liberdade (w) Figura 09 Roda com dois graus de liberdade (t,w)

Para obter uma estabilidade com as três rodas, o centro gravitacional deve estar posicionado dentro de um triângulo formado pelos três pontos de apoio que estarão em contato com o solo, gerando assim um modelo de locomoção chamado de direção diferencial.

Este tipo de direção pode ser classificado como o mecanismo de direção mais simples possível, tendo duas rodas dispostas em um eixo comum e controle de movimento independente em ambas as rodas, utilizando uma roda adicional para balanço.

A Figura 10 mostra o diagrama esquemático do posicionamento das rodas para que se possa ter a locomoção e equilíbrio desejados para o robô.

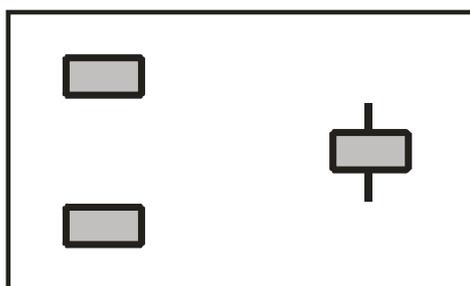


Figura 10 - Posicionamento das rodas

Neste tipo de disposição das rodas e pela forma que as mesmas são fixadas, apenas três tipos de movimentos são proporcionados. Esses movimentos são definidos como: em linha reta, em forma de arco e em torno de seu próprio eixo.

O movimento em linha reta pode ser obtido quando as duas rodas fixas se movimentam na mesma velocidade e mesmo sentido de direção, como ilustrado na Figura 11.

O movimento em forma de arco é obtido quando as duas rodas se movimentam com velocidades diferentes no mesmo sentido de direção, como ilustrado na Figura 12.

Finalmente, o movimento em torno de seu próprio eixo é obtido quando as rodas se movimentam em sentidos diferentes, como ilustrado na Figura 13.

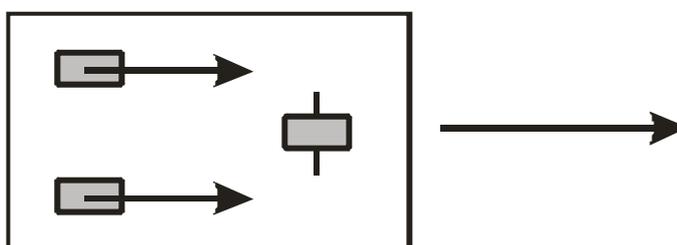


Figura 11 - Movimento em linha reta

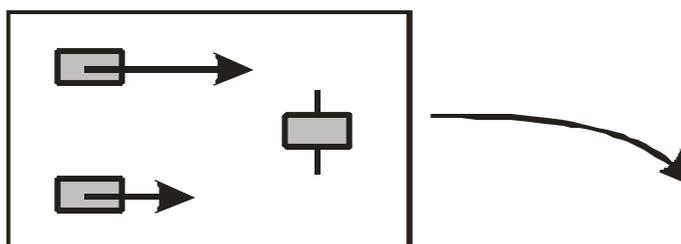


Figura 12 - Movimento em forma de arco

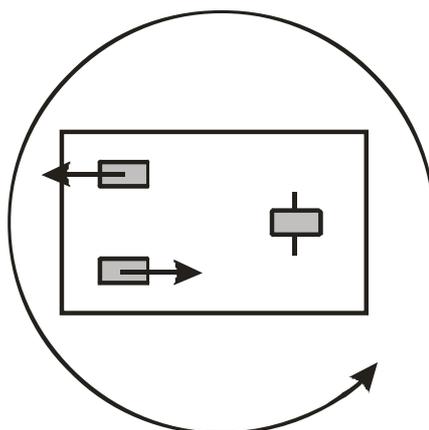


Figura 13 - Movimento em torno de seu próprio eixo

Foram utilizados para a locomoção do robô dois motores 12 Vcc, como mostra a Figura 14, com caixa de redução de velocidade, que proporciona uma menor velocidade e maior torque no eixo. Os motores foram obtidos dos mecanismos da máquina de vidro elétrico automotiva.

As rodas foram alinhadas e fixadas para que com a atuação dos controles se possa ter a forma de direção e locomoção do robô.



Figura 14 – Motor de 12Vcc e redutor

Para o sistema de comunicação entre o operador e o robô foi utilizado um sistema de transmissão multicanal, usado em aeromodelismo. Neste tipo de comunicação, a transmissão se dá através de um sistema analógico, no qual a transmissão de uma função pode ser feita através de níveis que são atingidos na movimentação das alavancas de controle, no rádio transmissor.

Pode-se dizer que este sistema funciona com o envio e recebimento de níveis de tensão, que são detectados pelo receptor, o qual decodifica as informações e envia os sinais ao microcontrolador.

Para o receptor foi desenvolvida uma placa eletrônica, baseada no microcontrolador PIC, modelo 18F452, o qual interpreta as informações provenientes do rádio controle. O microcontrolador foi programado para interpretar os níveis de tensão recebidos do receptor,

comparando-os em uma escala de tensão de zero a cinco volts. Caso o valor da tensão seja entre zero e dois volts e meio, o microcontrolador, através de sua programação, envia um sinal de atuação, acionando o relé bipolar fazendo o motor rotacionar em sentido anti-horário. Caso o valor da tensão seja entre dois volts e meio até cinco volts, o microcontrolador envia uma corrente acionando o relé bipolar, fazendo o motor rotacionar em sentido horário. Nesta mesma comparação, o microcontrolador recebe a informação de qual motor deverá ser acionado, transformando assim a energia elétrica em energia mecânica.

As principais características do microcontrolador PIC18F452 são: 40 pinos, memória de programa FLASH de 32 *Kbytes*, memória de dados RAM de 1536 *bytes*, conversor analógico digital de 10 bits.

A programação do PIC foi desenvolvida em linguagem C, utilizando o programa Dev C++ versão 4.9.9.2. O programa desenvolvido foi compilado pelo programa BoostC Compiler versão 6.95 da empresa Dontronics para possibilitar a geração do código hexadecimal adequado ao microcontrolador. Para a gravação no microcontrolador foi utilizado o programa PICALL/P16PRO versão 0.013d da empresa PICALL e uma placa de programação de dispositivos PIC da empresa PicBurner. A alimentação do sistema foi obtida através de uma bateria selada de 12 Vcc 7Ah, possibilitando mobilidade e autonomia horária suficiente.

3.2 Sistema de Combate a Incêndios

Este sistema é o responsável pela operação de combate ao incêndio, sendo dividido em duas partes: na primeira, tem-se a parte de detecção do incêndio pelo robô e na segunda parte tem-se a parte de combate.

A parte de detecção é formada por um painel de detecção e combate a incêndio que está instalada no robô, juntamente com um detector de chamas que está instalado na parte frontal do robô.

O combate é feito através de um cilindro extintor de pó químico pressurizado, que teve sua válvula de descarga substituída por uma válvula solenóide que, acionada por meio de um relé comandado pelo sistema de detecção, libera a passagem do pó através da válvula do cilindro, fazendo assim o combate às chamas.

Após a detecção do incêndio pela central de detecção e combate instalada no robô, esta aciona uma sirene e uma saída temporizada de relé, que pode operar como um contato normalmente aberto ou normalmente fechado. No protótipo, essa saída foi configurada para um contato normalmente aberto. Quando houver acionamento desta saída, ocorre a liberação

de um pulso elétrico que comanda a válvula solenóide que está acoplada à válvula do cilindro extintor.

Para a alimentação deste sistema foi utilizado ainda um conjunto de placas obtidas de um *no-brake* para se obter a alimentação de 127 Vca, para a alimentação principal do painel. Esta alimentação é convertida, através de um transformador, para a tensão 24 Vcc. Para a alimentação reserva foram utilizadas duas baterias 12 volts 7Ah, ligadas em série para se obter a tensão de 24 Vcc.

Para a ligação entre o painel de detecção e combate até o detector de chamas foi utilizado um circuito de detecção de classe B. Esse circuito é formado somente por um laço de supervisão que passa por todos os dispositivos, contendo no final do laço um dispositivo de final de linha (resistor).

A central de detecção utilizada foi uma Central Digital Endereçável, de fabricação nacional marca Ascael, modelo ACDE 24/16, que possui como principais características: ser uma central endereçável que suporta até 16 pontos de detecção, sua alimentação pode ser 127/220 Vca (mas sua tensão de trabalho é de 24 Vcc), possui duas saídas que podem ser configuradas para ser direta ou temporizada, sendo uma saída de sirene e uma saída de rele e, todos os seus comandos são por meios de chaves digitais.

Para o robô poder chegar próximas as chamas foi adotado um isolamento térmico. Este isolamento é feito através de uma manta térmica aluminizada. O tecido desta manta é composto de 33,33% de fibra de carbono Preox (pré-oxidada), 33,33% de fibra de vidro e 33,33% de para-aramida, com sistema duplo de aluminização Dual Mirror.

3.3 Sistema de Transmissão de Imagens

Para o sistema de transmissão de imagens foi utilizado um conjunto de câmera sem fio marca B&Q modelo RC100A *Wireless Supervision Receiver*. Este conjunto tem como características principais: frequência de transmissão e recepção de 950 MHz a 1200 MHz, alcance de até 200 metros, definição de imagem de 320 linhas horizontais, padrão de imagem PAL/NTSC e uma taxa de transmissão de oito quadros por segundo. Com este sistema é possível controlar o robô de uma distância segura em relação ao incêndio.

Basicamente este sistema é constituído de uma câmera instalada no robô que transmite as imagens para um receptor, instalado juntamente com uma placa de captura de vídeo modelo GV250 da marca GeoVison. Juntamente com esta placa, instalada em um microcomputador, está instalado o software que faz a gravação destas imagens, bem como

possibilita a exibição das imagens em tempo real, tanto para a Internet, por meio do protocolo HTTP, como para a própria estação de trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo do robô para combater incêndios é constituído de três subsistemas interligados, conforme o diagrama de blocos ilustrado na Figura 20.

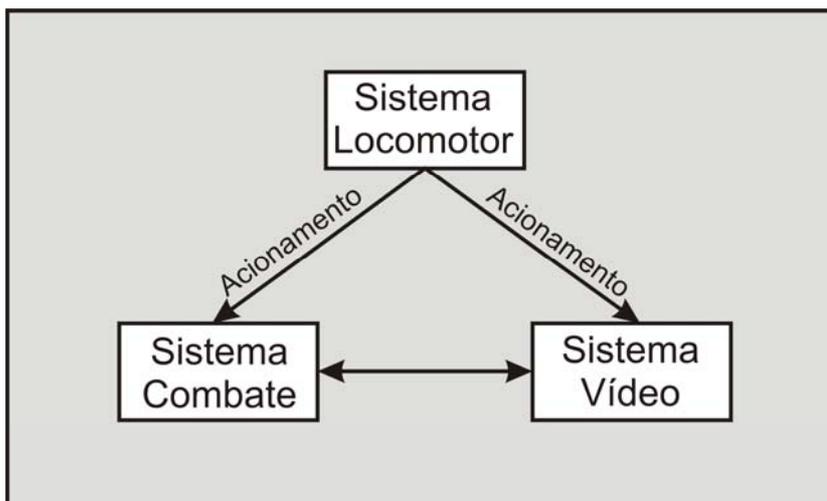


Figura 20 – Diagrama de blocos do protótipo

4.1 Sistema de Locomoção

Para o controle dos motores do sistema de locomoção, foi necessário desenvolver uma placa receptora microprocessada para identificar os níveis de tensão recebidos do rádio controle e proporcionar o acionamento correto dos motores. O esquema eletrônico desse sistema encontra-se na Figura 21.

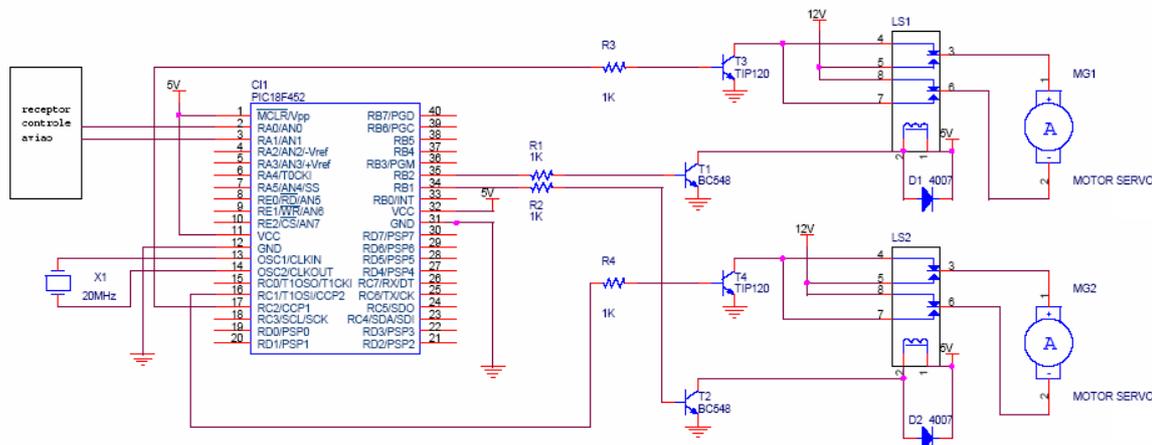


Figura 21 – Esquemático placa receptora microprocessada

A placa de recepção microprocessada para o controle do acionamento dos relés dos motores para a locomoção do robô foi desenvolvida atendendo ao diagrama de bloco como mostra a Figura 22.



Figura 22 – Diagrama de bloco da placa receptora

Para a comparação dos valores recebidos do controle foi necessária uma programação do PIC. Esta programação foi escrita conforme fluxograma ilustrado na Figura 23.

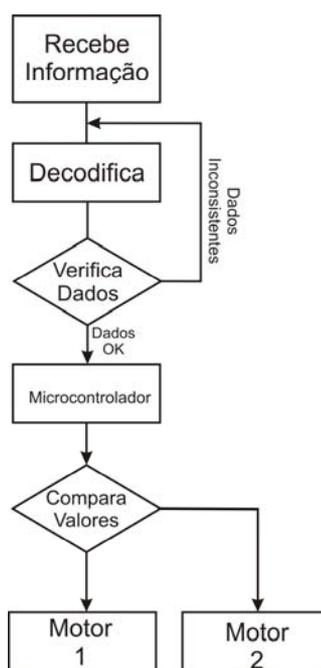


Figura 23 - Fluxograma da programação do PIC

A Figura 24 ilustra a placa do controle remoto utilizada para transmitir os sinais de acionamento para a placa controladora.

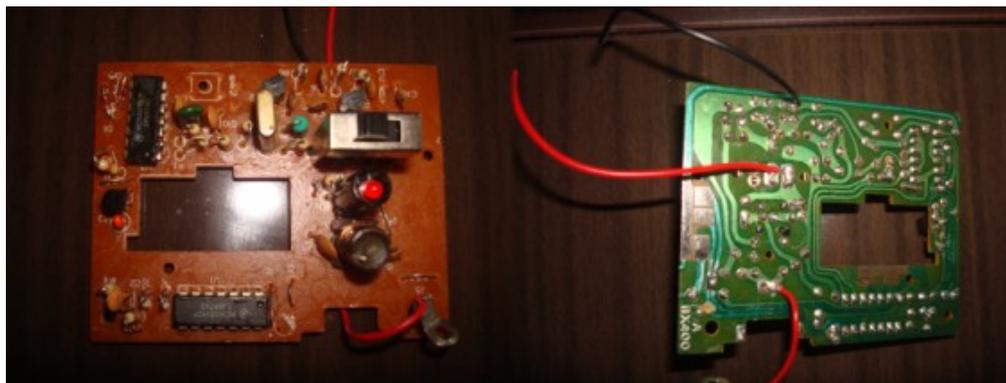


Figura 24 – Placa do rádio controle

4.2 Sistema de Combate

A lógica de funcionamento do sistema de combate funciona como no fluxograma ilustrado na Figura 25.

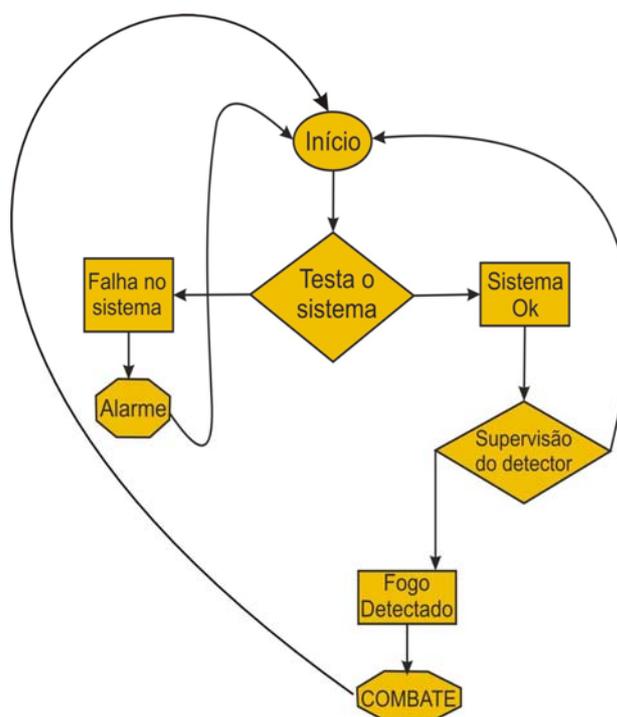


Figura 25 – Fluxograma do sistema de combate

O fluxograma anterior representa a lógica de ação executada pelo painel desde o seu início. Primeiramente ele testa todo o sistema onde é verificada a alimentação do painel, o circuito de detecção e o circuito de combate. Caso encontre uma falha no sistema, ele ativa um alarme na central, mostrando no painel qual foi o erro encontrado, voltando ao início e efetuando todos os testes novamente. Caso o sistema esteja operacional, ele supervisiona o detector. Se for detectado o fogo, o sistema faz o combate, caso contrário, ele volta ao início e refaz toda a rotina.

Neste protótipo, em função do custo e prazo exíguo para o desenvolvimento, foi utilizado um painel de detecção e combate comercial que exige, para seu funcionamento, a presença de alimentação 127 Vca. A Figura 26 apresenta o painel utilizado no protótipo.



Figura 26 – Painel ACDE24/16

Foram executados testes para todas as rotinas apresentadas no fluxograma anterior.

No teste de simulação de falta da alimentação principal, foi retirada, intencionalmente, a alimentação de 127 Vca. O resultado obtido foi que o painel acusou a falha de alimentação e o mesmo funcionou normalmente através da energia suprida pelo banco de baterias. Com a volta da alimentação, o sistema voltou ao seu estado normal.

No teste de detecção ao incêndio pelo sensor eletrônico, os resultados obtidos mostraram a eficiência do sistema de detecção e combate adotados. O tempo médio de detecção do fogo pelo detector foi de 2 segundos. As Figuras 27, 28, 29, 30 ilustram, respectivamente, o painel em seu estado normal de funcionamento, o painel acusando a falta de alimentação, a detecção do incêndio pelo detector e a mensagem de que o combate ao incêndio foi executado.



Figura 27 – Painel indicando que o sistema está operacional



Figura 28 – Painel indicando falta da corrente Vca



Figura 29 – O sistema detectou o fogo



Figura 30 – O sistema efetuou o combate

4.3 Sistema de Transmissão de Imagens

O sistema de transmissão de imagens funciona conforme o diagrama de blocos ilustrado na Figura 31.

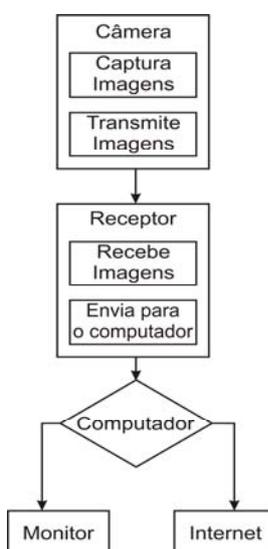


Figura 31 Diagrama de blocos do sistema de transmissão de imagens

Neste protótipo, foi utilizado um sistema de câmeras sem fio com uma placa de captura de imagens de um sistema de câmeras de segurança.

O diagrama anterior representa toda a ação executada pelo sistema de transmissão de imagem. Esta ação começa com a captura das imagens pela câmera, que codifica e transmite as imagens ao seu receptor. Esse receptor recebe as imagens provenientes da câmera e decodifica essas imagens, enviando-as para o computador. O computador digitaliza as

imagens através da placa de captura e disponibiliza as mesmas para o monitor e para a Internet. A Figura 32 ilustra os equipamentos utilizados.



Figura 32 – Placa e câmera utilizadas no sistema.

Na transmissão de imagens da câmera para o receptor, o resultado obtido foi que a transmissão sofreu interferências em algumas distâncias onde havia presença de algumas paredes. A Figura 33 ilustra a imagem do software utilizado para a transmissão das imagens para o monitor.

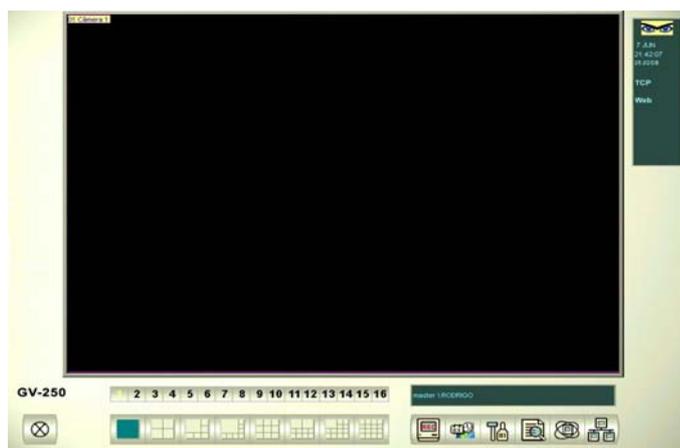


Figura 33 – Transmissão de imagens no monitor.

A Figura 35 ilustra a visualização das imagens captadas pela câmera através da Internet.



Figura 35 – Visualização da imagem pela Internet

5 CONCLUSÃO

Quando se fala de grandes incêndios, quase nunca é lembrado que para o combate destes, a vida de seres humanos foi colocada em risco. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um robô que ajudasse a minimizar esse risco.

O protótipo é uma ajuda para esse combate, pois é notório que um incêndio dificilmente é controlado com uma pequena quantidade de produto químico ou de água.

O protótipo tem algumas limitações em relação ao seu uso, devido a sua pequena capacidade de combate ao incêndio em função do curto espaço de tempo para seu desenvolvimento, sendo necessária a adaptação de algumas funcionalidades comerciais no projeto.

Com o desenvolvimento do projeto, observou-se que o sistema de locomoção foi a parte mais difícil de ser implementada, devido à complexidade do sistema de combate e do peso do protótipo.

5.1 EXTENSÕES

O protótipo desenvolvido tem uma melhor utilização em áreas onde a entrada de pessoas possa ser arriscada ou onde haja presença de gases tóxicos.

Este protótipo pode ser aperfeiçoado, modificando o robô para que ele deixe de ser controlado por controle remoto e seja transformado em um robô autônomo que possa detectar o incêndio automaticamente, localizar, através de sensores, o local do incêndio e fazer o combate automaticamente sem ser controlado por um operador, assim como também, que ele possa ter um extintor com uma maior capacidade de acondicionamento de produtos químicos, gases ou água.

6 BIBLIOGRAFIA

ASIMOV, Isaac. **I Robot**. Bantam Books,2004.

BOMBEIROS EMERGÊNCIA. Incêndio do Edifício Joelma. Disponível em <http://www.bombeirosemergencia.com.br/joelma.htm>; Acessado em agosto de 2008.

BOMBEIROS EMERGÊNCIA. Incêndio do Edifício Andraus. Disponível em <http://www.bombeirosemergencia.com.br/andraus.htm>; Acessado em agosto de 2008.

DUDEK, Gregory and JENKIN, Michael. **Computational Principles of Mobile Robotics**. Cambridge University Press,2000.

G1- 'Aranha' gigante é usada para comemorar 150 anos de porto no Japão. Disponível em http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL1088724-9356,00-ARANHA+GIGANTE+E+USADA+PARA+COMEMORAR+ANOS+DE+PORTO+NO+JAPAO.html; Acessado em Maio de 2009.

LUCASFILMS, Starwars. Disponível em <http://www.starwars.com/databank/droid/r2d2/>; Acessado em Maio de 2009.

NASA, National Aeronautics and Space Administration Disponível em: <http://www.nasa.gov>; Acessado em Maio de 2009.

NEHMZOW, Ulrich. **Mobile Robotics: A Practical Introduction**. Springer, 2000.

ROMANO, Vítor Ferreira Robótica Industrial Aplicações na Indústria de Manufatura e de Processos . Edgard Blucher,2002.

ROSÁRIO, João Mauricio. **Princípios De Mecatrônica**. Pearson Brasil,1999.

SONY, AIBO Entertainment Robots. Disponível em <http://support.sony-europe.com/aibo/> ; Acessado em Junho de 2009.

TECHBOTICS, Robot information; Disponível em http://www.techbotics.com/acatalog/Robot_Information.html; Acessado em Maio de 2009.

TILDEN, Mark W., e BROSL Hasslacher, "**Robotics and Autonomous Machines: The Biology and Technology of Intelligent Autonomous Agents**", Elsevier Publishers 1995.

TOYOTA, Toyota motor corporation; Disponível em <http://www.toyota.co.jp/en/special/robot/>; Acessado em Junho de 2009.

WALTER William Grey e HAYWARD, Rhodri. **The Tortoise and the Love Machine**, Science in Context 2001.