

Controle Remoto de Robô Equipado com Dispositivos de Vídeo-Conferência

Felipe Martino Esposito Rodrigues; Fernando Augusto Silva Rego; Fernando Sardinha dos Santos; Igor Radames Rodrigues Xavier & Rafael Alvares Franco Neves

Orientador: Prof. Nuncio Perrella.

Co-orientador: Prof. Renato Giacomini.

TG-07-2011-EP

Graduandos do Curso de Engenharia da Computação da USJT, turma de 2011
e-mail: engcomptcc@googlegroups.com

Resumo - Este artigo apresenta o projeto de construção de um robô de tele-presença. O objetivo é proporcionar a pessoas com mobilidade reduzida o acesso ao ambiente acadêmico bem como a integração social com alunos e professores. Para tanto foi construído um robô terrestre que é controlado remotamente por um usuário por meio de um site, o robô faz aquisição e transmissão de imagem e áudio do ambiente no qual se encontra para orientação do usuário. A imagem e áudio do ambiente do usuário são recebidos e exibidos pelo robô por meio de um processo similar ao de vídeo-conferência.

Palavras-chave: Robô. Tele-Presença. Acessibilidade.

Abstract – This paper presents the project of building a telepresence Robot. The goal is to provide people with reduced mobility access to the academic environment and social integration with students and teachers. For this was built a terrestrial Robot that is controlled remotely by a user through a web page, the Robot makes acquisition and transmission of image and audio of the environment in which it is for user orientation. The image and audio of the user environment are received and displayed by the Robot in a process similar to video conferencing.

Keywords: Robot. Telepresence. Accessibility.

Introdução

Até alguns anos atrás o ensino a distância não utilizava muitos recursos tecnológicos e era realizado geralmente por correspondência [1], onde o aluno recebia o material didático pelo correio estudava sozinho e posteriormente agendava uma avaliação presencial para que pudesse obter sua aprovação e certificados de conclusão dos estudos. No entanto essa modalidade de estudo não permitia a integração social entre seus colegas de estudos e professores, integração social esta que tem reconhecida importância para o desenvolvimento do aluno [2].

Mesmo datando do século XV [3] os sistemas EAD (Ensino A Distância) só começaram a ter uma difusão significativa recentemente com auxílio de diversos recursos tecnológicos. Hoje em dia o EAD tem sido cada vez mais utilizado em escolas e universidades, a principal diferença em comparação ao método tradicional de ensino, sob o viés social, é que o aluno que utiliza EAD não tem contato com seus colegas de turma e professores. Em muitas instituições apenas parte das matérias da grade curricular é oferecida nessa modalidade e o restante deve ser cursado de forma presencial,

proporcionando assim maior integração social entre alunos e professores. Um grupo de pessoas que se beneficiou com a opção do EAD foi o com restrição de mobilidade ou mobilidade reduzida, porém dada a comum escassez de infraestrutura que facilite o acesso de pessoas com restrição de mobilidade ao ambiente acadêmico é difícil promover a integração social entre essas pessoas e seus colegas de classe e professores.

Futuramente será possível que meios alternativos de aprendizagem sejam adotados e regulamentados, tais como os AVAs (Ambiente Virtual de Aprendizagem) [4]. O objetivo desse projeto é proporcionar a pessoas com mobilidade reduzida a experiência de integração social reunindo técnicas de robótica e tele-presença.

Responsabilidade Social do Trabalho

A responsabilidade social do projeto é prover acessibilidade ao ambiente acadêmico para pessoas com mobilidade reduzida ou com algum tipo de restrição de locomoção. O intuito é oferecer a possibilidade de continuidade dos estudos,

oferecendo uma alternativa ao modelo de ensino a distancia tradicional.

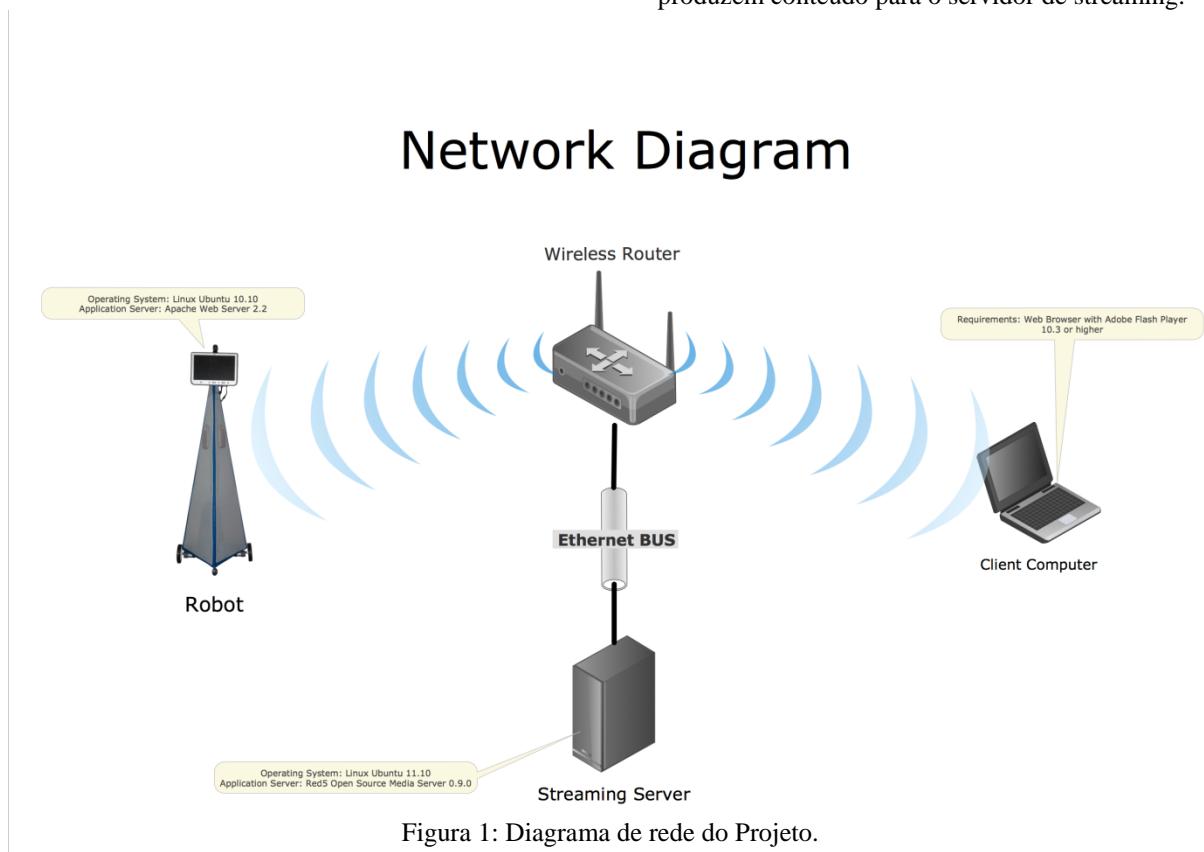
Streaming de Áudio e Vídeo.

Para a comunicação entre o usuário e o robô foi utilizado streaming de áudio e vídeo ao vivo. Coube ao Red5 Open Source Media Server [5], servidor de streaming, fazer a intermediação entre as duas pontas de conexão, usuário e robô.

O Servidor de Streaming recebe os dados de áudio e vídeo do Robô e direciona para o usuário. Da mesma forma o faz do usuário para o Robô, tornando a comunicação *full-duplex*. O Red5 é uma implementação open source, baseada na tecnologia Java, do Flash Media Server fornecido pela Adobe Systems Incorporated [6]. Para hospedar o servidor foi utilizado um computador executando o sistema operacional Linux Ubuntu versão 11.10 [7], estes elementos estão dispostos de acordo com o diagrama de rede da figura 1.

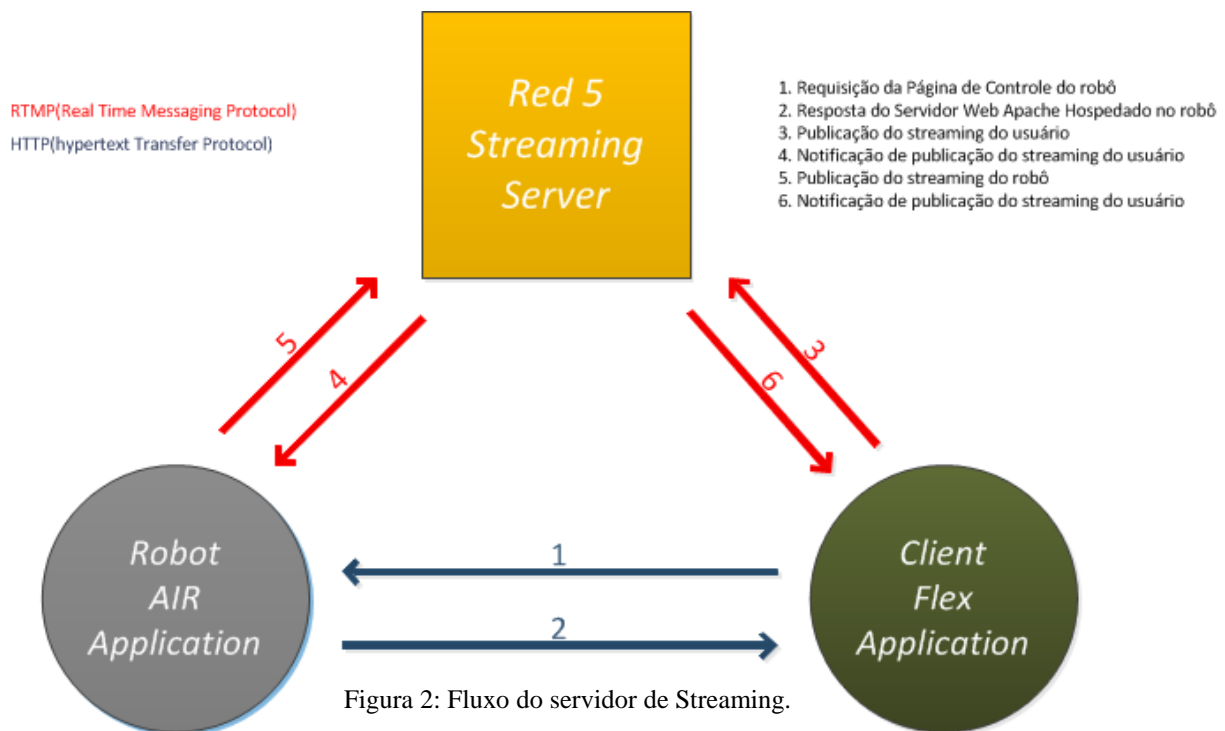
incluindo os componentes de exibição de vídeo e os componentes de controle do Robô. Do lado do Robô a tecnologia utilizada foi a Adobe AIR, solução da Adobe para criar aplicações standalone. Ambas soluções permitem controlar webcams e publicar áudio e vídeo destes dispositivos utilizando um servidor de streaming como o Red5. O protocolo utilizado para publicar os streamings foi o RTMP (Real-Time Messaging Protocol)[9].

Os elementos supracitados permitiram a criação da arquitetura mostrada na **figura 2**, onde a comunicação é sempre iniciada pelo usuário do robô, ou seja, quando o usuário carrega a página web contendo a aplicação RIA, este inicia a transmissão do áudio e vídeo para o servidor de streaming quando pressiona o botão conectar da aplicação. A partir do momento que o usuário passa a transmitir seu streaming o robô é notificado e inicia a transmissão do seu streaming para o servidor. Assim, ambas as pontas consomem e produzem conteúdo para o servidor de streaming.



Para utilizar o servidor de streaming, foi desenvolvido um aplicativo RIA (Rich Internet Application) do lado cliente utilizando a tecnologia Adobe Flex 4.5 [8], solução da Adobe para a criação de aplicações RIA. Com esta tecnologia foi possível criar toda interface com o usuário,

A aplicação do usuário apresenta em uma das abas os componentes básicos para o controle do robô, como a imagem da câmera do robô, a imagem da câmera local do usuário, os botões que enviam comandos de movimentação ao robô (frente, direita



e esquerda ao pressioná-los e o comando de parada ao soltá-los) e um botão para iniciar a conexão. Em outra aba, a aplicação apresenta campos para configuração da conexão e da câmera do usuário. Por motivos de segurança e privacidade, a aplicação solicita a permissão do usuário para capturar a imagem da câmera e o áudio do microfone.

As figuras 3 e 4 demonstram os componentes de interface do usuário.

A aplicação do robô é responsável por capturar a imagem da câmera e o áudio do microfone, controlar a conexão com o servidor baseando-se em eventos do servidor de streaming e mudanças de rede e reproduzir em tela cheia a imagem do usuário, bem como o áudio.

Pré-requisitos para utilização

Para utilizar o sistema é necessário que o usuário tenha um computador com um browser que suporte o *plug-in* Adobe Flash Player 10.3 ou superior conexão com a internet, webcam e microfone.

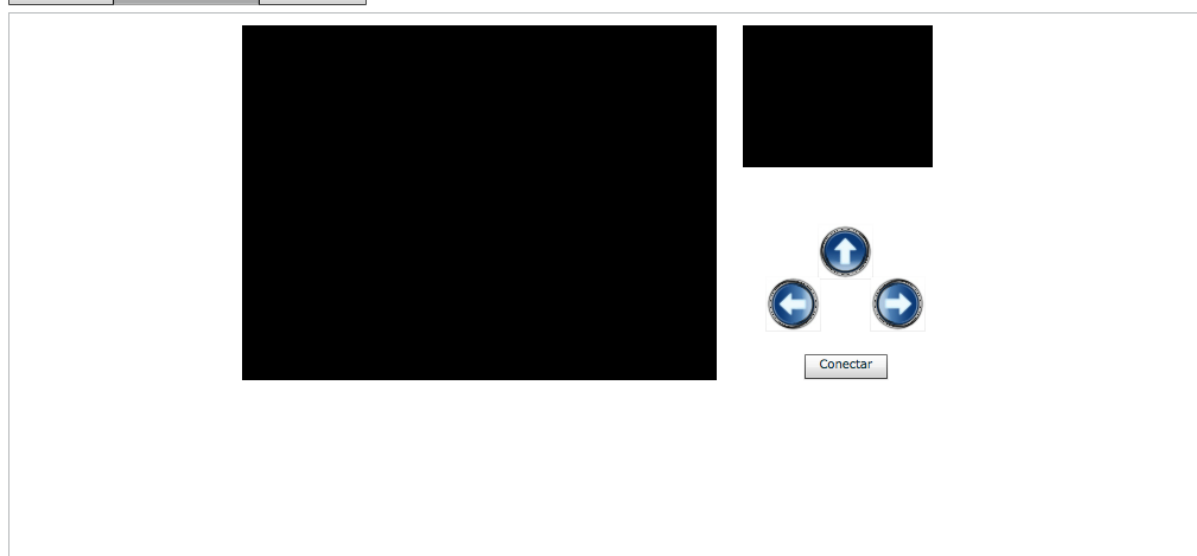


Figura 3: Tela de controle do Robô.

IP Robo:	<input type="text" value="192.168.0.106"/>
IP Red5:	<input type="text" value="192.168.0.110"/>
Microfone Id:	<input type="text" value="0"/>
Camera Id:	<input type="text" value="0"/>
Camera Width:	<input type="text" value="320"/>
Camera Height:	<input type="text" value="240"/>
Camera FPS:	<input type="text" value="15"/>
Camera Key Frame Interval:	<input type="text" value="12"/>
Camera Bandwith:	<input type="text" value="0"/>
Camera Quality:	<input type="text" value="90"/>
<input type="checkbox"/> Loopback	
<input type="button" value="Connect"/> <input type="button" value="Capture"/> <input type="button" value="Configure Camera"/>	

Figura 4: Tela de configurações do Robô.

Hardware

Placa-mãe

A utilização de uma placa-mãe de computador foi adotada pelos seguintes critérios:

- Arquitetura PC largamente difundida, que pode ser encontrada em qualquer loja de informática.
- Facilidade de instalação do sistema operacional Ubuntu.

A placa mãe escolhida foi do tipo Mini-ITX com um processador Atom D525 Dual Core, um slot PCI, oito portas USBs, duas portas Seriais, uma porta paralela, um slot PCI-Express., 2 entradas SATA 2.0 e placa de rede Gigabit (figura 5). Esta alta gama de entradas possibilita uma grande vantagem caso o projeto sofra expansão [9].

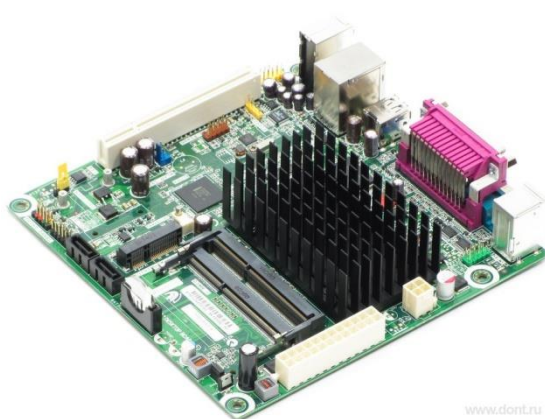


Figura 5: Placa Mãe MINI-ITX.

A entrada de alimentação é do tipo ATX 24 pinos mais um conector de 4 pinos (12V + 12V) para alimentação do processador.

Motores

O projeto requer deslocamento por terrenos planos, rampas com inclinação máxima de 20%, aproximadamente $11,31^\circ$, em aclive ou declive e peso máximo estimado de 10 Kg no final da montagem. Todos estes valores foram sobreestimados representando dessa forma um coeficiente de segurança a fim de evitar problemas futuros.

Considerando as condições citadas acima, foi escolhido um tipo de motor DC pela simplicidade de implementação do controle de velocidade e pelo alto torque.

Para a movimentação do robô foram utilizados dois motores [11] (figura. 6) em conjunto com uma roda rodízio (figura. 7), de modo que a movimentação é feita por meio do controle individual de cada motor utilizando a roda rodízio como apoio para o equilíbrio da estrutura.

Especificação do motor

Tensão	12V
RPM	300
Corrente sem carga	800 ma
Corrente máxima	7.5 A
Caixa de redução	1:60 tipo planetária
Torque	2,94 N*m



Figura 6: Motor DC.



Figura 7: Roda rodízio.

Cálculos dos motores

Conceitualmente, cada vez que a roda do robô realiza uma revolução inteira, ele se desloca a uma distância igual à circunferência da roda. Assim, multiplicar o perímetro pelo número de rotações por minuto é um meio para determinar a velocidade de marcha do robô [10]. O diâmetro da roda escolhido foi de 11 cm, considerando que a velocidade média de uma pessoa normal caminhando é de 5Km/h ou 1,38m/s o cálculo abaixo determina quantas rotações por minuto o motor deve executar para que o robô se movimente com uma velocidade próxima a de uma pessoa caminhando.

$$rpm = \frac{138cm * 60}{11cm * \pi} = 241,14$$

A partir disso foi feita a escolha da rotação dos motores por 300 rpm, de modo que não é necessário trabalhar no limite do motor para atingir a velocidade desejada. O cálculo da velocidade máxima do robô é apresentado abaixo.

$$V = 0,11 * \pi * \left(\frac{300rpm}{60}\right) = \frac{1,73m}{s} \text{ ou } 6,22 \frac{Km}{h}$$

Onde:

V= velocidade

rpm = rotações por minuto do motor

O próximo passo foi calcular o torque mínimo necessário dos motores, suportando um peso máximo de 10 kg (peso máximo estimado no projeto) deslocando-se por uma rampa com inclinação máxima de 20% e permitindo ao robô andar normalmente sem que sua velocidade fosse prejudicada de forma significativa. O cálculo do torque total necessário considerando as tais premissas segue abaixo:

$$F = m(kg) * a\left(\frac{m}{s^2}\right) * \sin(\emptyset)$$

$$\mu d * m(Kg) * g\left(\frac{m}{s^2}\right) = 24,51 N$$

Onde:

F = força

a= aceleração

\emptyset = angulo de inclinação máxima

m = massa do robô

μd =coeficiente de atrito dinâmico (borracha/concreto)

g = aceleração da gravidade

Efetando o cálculo do torque total, levando em conta que o rendimento dos motores é de 70%

$$T_{total} = r * \frac{F}{70\% \text{ de eficiência}} = 1,75 N * m$$

Onde:

Total= torque total

r= raio da roda

Dividindo o torque total pelas duas rodas motorizadas do robô

$$T_{roda} = \frac{T_{total}}{2} = 0,88 N * m$$

Onde:

Troda= torque por roda

Ttotal= torque total

Driver dos Motores

Para acionar e controlar o sentido de rotação dos motores foi necessário elaborar um driver com ponte H. Uma Ponte H é um circuito constituído por quatro chaves acionadas de forma alternada, que dependendo da configuração das chaves podem fazer os motores girar para um determinado sentido ou fazer os motores pararem, utilizando a frenagem elétrica. A figura 8 mostra um esquema elétrico padrão de uma ponte H sem nenhum controle lógico do acionamento das chaves.

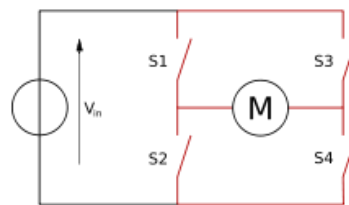


Figura 8: Ponte H.

Segue tabela com a configuração das chaves versus motores.

Movimento	Configuração
Avançar	S1= S4=H; S2=S3=L
Recuar	S2=S3=H; S1=S4=L
Parada pelo Freio Motor	S1=S3=H; S2=S4=L
	S1=S3=L; S2=S4=H
Movimento livre	Todas desligadas

*H = Nível lógico Alto; L = Nível lógico Baixo.

OBS: Nunca se deve acionar as chaves S1 e S2 ou S3 e S4 ao mesmo tempo, isto provocará um curto-circuito na fonte.

Hardware de controle

Para o projeto do driver foi utilizado o CI L298 [12], um driver com dupla ponte H. Cada ponte H do L298 suporta uma corrente nominal de 2A. A utilização deste CI possibilita um manuseio mais fácil e evita que a fonte seja colocada em curto por um acionamento indesejado das chaves. A corrente dos motores é de 0,8A nominal, podendo chegar a 7,5A de pico. A configuração em paralelo foi adotada utilizando os dois canais do L298, deste modo aumentando a corrente que o CI poderá fornecer para cada motor para 3A. Isto foi possível devido à simetria entre os canais e não só aumenta a potência de cada driver, mas também diminui o aquecimento do CI que é constituído por transistores bipolares.

Uma função interessante deste CI é a possibilidade de controlar a corrente de carga em cada canal, colocando nos pinos 1 e 15 um resistor para servir de passagem ao terra para os motores ligados em cada canal, deste modo a tensão sobre cada um será proporcional a corrente solicitada pelos motores facilitando assim a verificação da corrente instantânea de cada canal. O pino "Enable" habilita ou desabilita cada canal, deve estar sempre em nível baixo quando for necessário mudar os estados dos pinos de entrada de configuração. O L298 em configuração paralela possui duas entradas de "Input" (IN1 e IN2), que determinam os estados para a ponte H conforme a tabela abaixo:

Configuração	Movimento
Ven=H e IN1=H e IN2=L	Avançar
Ven=H e IN1=L e IN2=H	Recuar
Ven=H e IN1=IN2	Parada pelo Freio Motor
Ven=L e IN1=x e IN2=x	Movimento livre

*H= Nível alto L=Nível Baixo X= Qualquer nível lógico

Os pinos de saída para os motores Out1 e Out2 alimentam o motor e o sinal gerado na saída depende da configuração dos pinos de Input. Os pinos "Vs" e "VSS" são respectivamente a entrada de alimentação dos motores e a alimentação dos blocos lógicos internos do CI (figura 9).

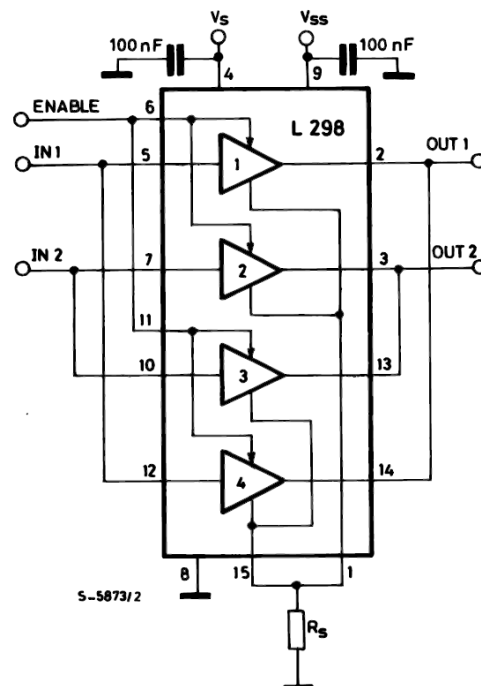


Figura 9: Esquema elétrico do L298

Quando a função freio é selecionada uma corrente elétrica em sentido contrário é gerada e pode danificar o CI, portanto para protegê-lo contra correntes indesejáveis é colocada uma ponte de diodos rápidos, com a função de desviar qualquer corrente reversa para a fonte, servindo neste instante como um gerador de corrente.

Foi elaborado um circuito comparador de tensão utilizando o CI LM393 (duplo comparador de tensão) [13]. Uma tensão de referência de 0,3V, ajustável, por um trimmer (RV1) é colocada nas entradas inversoras, pinos 2 e 6, as tensões coletadas nos resistores R1 e R2 são conectadas nas entradas não-inversoras, pinos 3 e 5, respectivamente. A saída de cada comparador interno dependerá da combinação descrita a seguir, caso a tensão da entrada inversora seja menor que a tensão de referência, a saída do comparador ficará em nível alto. Caso a entrada inversora seja maior que a tensão de referência a saída do comparador ficará em nível baixo. Uma porta lógica OR, formada por diodos (D1 e D2) e um resistor de pull-down (R6), foi criada com o intuito de economizar portas no Arduino, pois caso qualquer um dos motores apresentassem sobrecorrente os dois motores deveriam ter sua alimentação cortada.

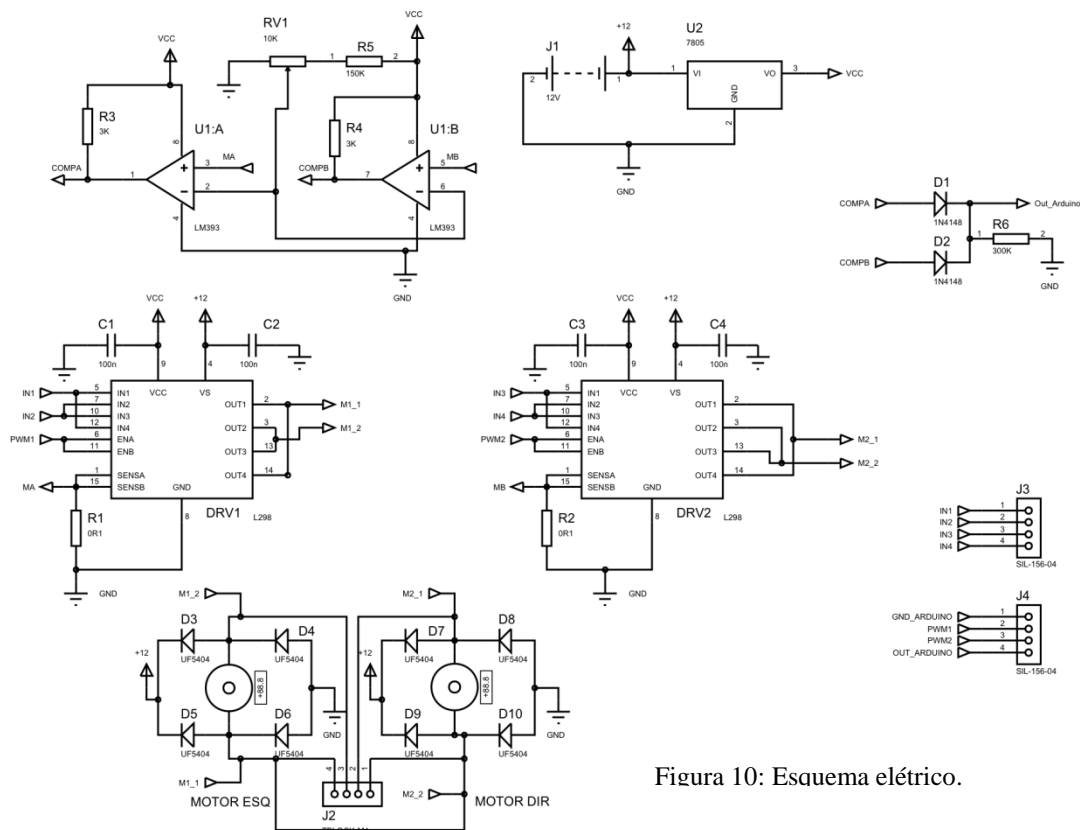


Figura 10: Esquema elétrico.

A saída da porta OR (out_Arduino) é enviada para o Arduino, que por meio de uma interrupção irá tratar e desligar os motores por um determinado tempo. A figura 10 demonstra o esquema elétrico.

Sistema de alimentação

Fonte de Energia

O projeto necessita de uma fonte de energia para o robô, por meio da qual todos os circuitos elétricos e eletrônicos são alimentados. Considerando o consumo de energia de cada componente do robô, foi escolhida uma bateria de 12V/7,2AH, o que proporciona uma autonomia aproximada de 30min, variando de acordo com o esforço exigido dos motores.

Foi escolhida uma bateria selada de chumbo como fonte de alimentação, suas principais vantagens são o custo e disponibilidade no mercado, as desvantagens são o peso, alta demanda de tempo para recarga, descarga rápida, sofre uma pequena, porém constante queda de tensão durante seu uso e não pode sofrer grandes descargas/recargas constantemente, pois isso danifica a bateria [14].

Fonte de alimentação da placa-mãe

A fonte de alimentação utilizada foi a Pico PSU 120 [15], compatível com a maioria das placas-mães ITX, bem como as placas-mães tradicionais. Fornece uma potência de 120W.

Esta fonte não é equipada com um conector de 4 pinos para a alimentação do processador, fundamental para o funcionamento da placa-mãe utilizada. Para resolver este problema foi confeccionado um adaptador que obtêm a tensão de 12V do conector padrão PATA(Parallel Advanced

Technology Attachment) e a fornece para o conector de 4 pinos (12V + 12V).

Software

Controle de movimentação do Robô

O controle de movimentação do Robô é composto de um exemplar da plataforma Arduino (figura 11) [16], este denominado ArduinoClient, uma placa de driver de potência e dois motores DC , cada um acoplado a uma roda.

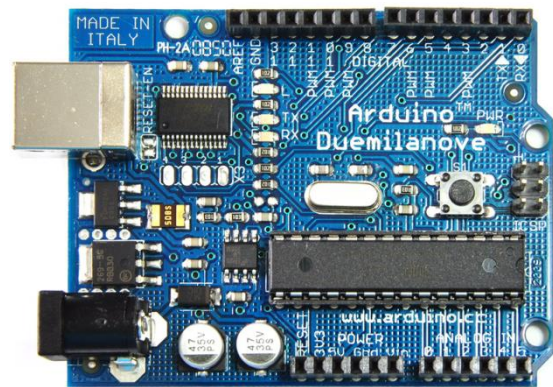


Figura 11: Arduino.

O ArduinoClient recebe os comandos, oriundos do servidor Web, por meio da sua interface USB. Os movimentos que podem ser realizados pelo robô são: Seguir em frente, virar à direita, virar à esquerda e parar.

Quando o usuário solicita que o robô se movimente, chega para o microcontrolador do ArduinoClient um caractere ASCII correspondente ao movimento, conforme tabela abaixo:

Caractere Recebido	Movimento
A	Seguir em frente
D	Virar à direita
E	Virar à esquerda
P	Parar

Por questões de segurança não foi implementada a funcionalidade de ré, pois o usuário não tem visão da parte traseira do Robô.

A lógica empregada no microcontrolador leva em consideração um estado inicial de autorização; sempre que iniciado o sistema do ArduinoClient é verificada uma variável que indica se o robô está pronto para ser movimentado. Se as variáveis indicarem o estado de autorização, o microcontrolador passa a interpretar os comandos e configurar suas saídas para que os motores sejam acionados.

Foi implementado um PWM parametrizado para controlar a evolução da rotação dos motores, tornando sua aceleração suave, minimizando assim trancos, riscos de tombamento e sobretudo reduzindo o consumo de energia, visto que uma variação muito rápida na velocidade de rotação de um motor DC provoca um aumento muito grande na corrente elétrica solicitada pelos motores.

O programa foi desenvolvido na linguagem APL (*Arduino Programming Language*)[17], própria do Arduino, sendo esta uma adaptação da linguagem *Wiring*.

Sistema Supervisório

O sistema supervisor ou watchdog, é um mecanismo de segurança, que monitora alguns pontos críticos do sistema como um todo e atua em caso de falha.

No projeto estamos utilizando um microcontrolador na plataforma Arduino para gerenciar dois pontos importantes do Sistema, que

são o computador/servidor web e o microcontrolador responsável pela movimentação do Robô.

O watchdog, comunica-se com o computador por meio de uma interface ethernet (figura 12), utilizando um shield acoplado em sua estrutura. Quando o sistema é iniciado o computador estabelece uma conexão com o watchdog e a partir desse momento começam a trocar mensagens para garantir que o servidor web, instalado no computador está funcionando corretamente.

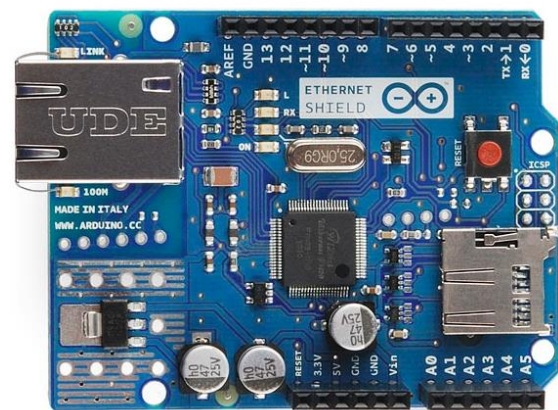


Figura 12: Shield Ethernet.

Esta etapa de verificação da integridade do servidor web garante a entrada de dados ao microcontrolador do sistema de movimentação, pois o comando do usuário é recebido pelo servidor web e transmitido via USB para o Arduino Client.

O sistema supervisor ainda garante o correto funcionamento do próprio microcontrolador do sistema de movimentação, estabelecendo uma comunicação por meio de interrupção externa, fazendo com que o Arduino Client responda prontamente, garantindo assim que ele está apto a receber os comandos enviados pelo computador. A resposta dada ao microcontrolador gerente é feita disparando uma interrupção de retorno.

Com tudo funcionando corretamente o sistema supervisor envia uma permissão de início ao sistema de movimentação, que passa a interpretar as informações recebidas do computador pela sua porta USB.

Qualquer problema que o sistema detectar o Arduino Client é reiniciado e a permissão de início negada, fazendo com que o processo seja reiniciado também.

Aplicação WEB

A aplicação backend foi implementada utilizando a linguagem de programação PHP versão 5 [18].

O servidor Web utilizado foi o Apache 2.2[19], software que possui licença gratuita (BSD-style), multiplataforma, de fácil manutenção e muito leve. A aplicação roda sobre o Sistema Operacional Linux Ubuntu 10.10[20], este também com licença gratuita.

Um dos principais motivos que nos levaram a escolher esses softwares, além de suas qualidades individuais, foi a excelente documentação encontrada nos sites oficiais e comunidades, espalhadas por toda a internet. [21], [22] e [23]

Sobre a aplicação em si, ela recebe por meio de uma requisição HTTP GET o comando a ser executado, configura a interface USB do servidor e transmite a informação, passando a responsabilidade para o sistema de movimentação.

Para que o servidor Apache possa enviar e receber informações para as portas seriais (comunicação com os Arduinos) estas devem ter permissão de escrita e leitura, geralmente não sendo esta a configuração padrão.

O servidor web é executado no hardware do Robô, deste modo quando o usuário conecta-se ao serviço de controle estará acessando diretamente o robô. Isso facilita o controle de acesso, pois permite a existência de configurações que autoriza apenas uma conexão por vez, impedindo assim que dois usuários controlem o mesmo Robô.

Estrutura

Sobre a estrutura

A estrutura do projeto foi planejada para que protegesse os equipamentos, facilitando também a fixação dos mesmos.

Para que o Robô não tivesse problemas ao subir rampas ou passar por leves obstáculos, os equipamentos mais pesados foram intencionalmente dispostos na parte inferior da estrutura, fazendo com que seu centro de gravidade ficasse mais próximo do solo.

O material escolhido após dois protótipos de ferro, que pesavam aproximadamente 4kg, foi o alumínio, por ser mais leve e durável.

Estrutura Interna: O interior foi dividido em dois níveis (figura 13), de modo que no nível inferior foram colocados os componentes mais pesados com o intuito de manter o centro de gravidade próximo ao solo. Enquanto os componentes mais leves foram colocados no nível superior.

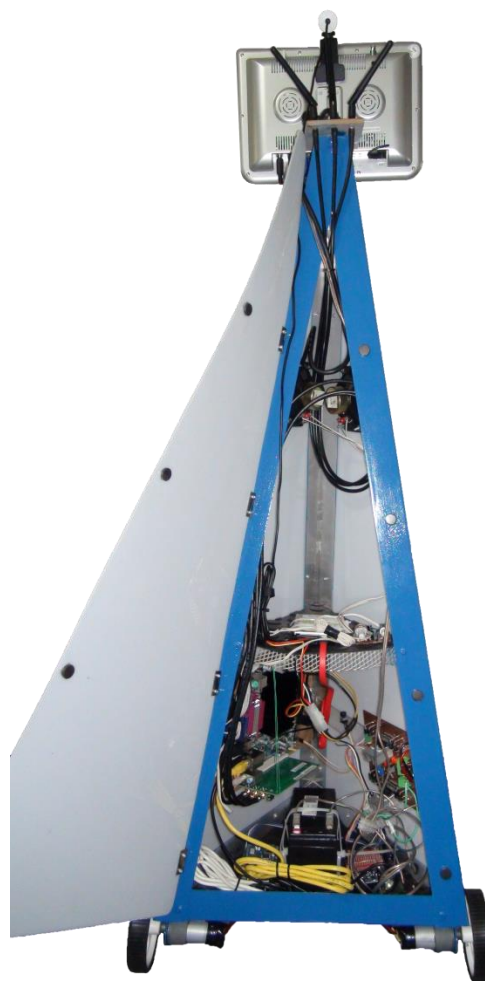


Figura 13: Estrutura Interna.

Estrutura Externa: A altura total é 126,5cm para facilitar a visualização das imagens exibidas pelo monitor e capturar imagens com a câmera em um ângulo reto (figura 14). Os motores e a roda Rodízio foram fixados próximos aos vértices da base. Enquanto o monitor LCD, de 10,1 polegadas, a Câmera HD e as antenas da placa wireless foram fixados na parte de cima da estrutura.



Figura 14: Estrutura Externa.
 Dimensões:
 Lados da base: 40cm
 Laterais da base ao topo: 103cm
 Altura da pirâmide: 98cm
 Altura total: 126,5cm

Resultados

A adoção da carcaça em alumínio proporcionou maior autonomia da bateria, pois reduziu o peso para 1,025Kg, o primeiro protótipo pesava 4,5Kg confeccionados em ferro.

A utilização de baterias de chumbo não é recomendada para projetos desse tipo, pois tem alto tempo de carga, 12 horas, e baixa autonomia, pois não ultrapassou 30 minutos em uso contínuo.

Por meio da utilização de um Shield Ethernet acoplado a plataforma do Arduino Manager foi possível realizar, por meio de requisições HTTP, o monitoramento do servidor web.

A transmissão do vídeo é feita em definição padrão, porque o servidor de streaming red5 v0.9.0 ainda não suporta compressão H264 para transmissões ao vivo em alta definição.

A alocação das antenas, da placa wireless, na parte superior externa do robô, mostrou-se mais efetiva para transmissão e recepção dos dados do que quando alocadas no interior da estrutura.

A placa-mãe, mini ITX, utilizada no projeto foi importante, pois proporcionou melhor aproveitamento do espaço interno do robô por ter dimensões reduzidas, baixo aquecimento e muitas interfaces de I/O.

Discussão e Conclusões

Neste trabalho foi apresentada uma alternativa de baixo custo para construção de um controle remoto de robô equipado com dispositivo de vídeo conferência, utilizando tecnologias largamente conhecidas no mercado.

Futuramente a estrutura do robô poderia ser confeccionada em fibra de carbono, aumentando a resistência e reduzindo o peso.

Poderiam ser utilizadas baterias de Lítio-Polímero, pois suportam descargas completas, tem maior autonomia e baixo tempo de recarga.

A transmissão de vídeo poderia ser realizada em alta definição, utilizando um servidor de streaming com compressão H264.

Seria possível fazer a captação do áudio direcional, atenuando os efeitos de microfonia. Poderiam ser utilizados sensores de proximidade, a fim de evitar colisões acidentais.

Outro passo importante seria a implementação de algoritmos de reconhecimento de imagem e geo-localização, para identificação do local onde o robô está posicionado.

Para uma melhor experiência do usuário seria ideal que o controle dos movimentos do robô utilizasse um mecanismo analógico, como alternativa ao método digital implementado no projeto.

Os testes foram realizados em rede local, porém o sistema poderia ser disponibilizado na internet, viabilizando o acesso a pessoas de qualquer lugar ao ambiente acadêmico.

O projeto poderia prover o acesso ao ambiente acadêmico para pessoas com mobilidade reduzida, dependendo apenas de infraestrutura de rede e segurança.

Agradecimentos

Agradecimentos a Universidade São Judas Tadeu pela estrutura fornecida, pelo empréstimo de equipamentos e pelo financiamento do projeto.

Aos professores do núcleo de trabalhos de graduação pela orientação e incentivo.

Ao Me. Pier Marco Ricchetti, professor da Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas da Universidade São Judas Tadeu, pela sugestão do tema e colaboração nas ideias do grupo.

Referências Bibliográficas

- [1] [GUARANY, L.R., CASTRO, C.M. O ensino por correspondência, uma estratégia de desenvolvimento educacional no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 1980. s.p.],
- [2] [TASSONI, Afetividade e Aprendizagem: A Relação Professor-Aluno, universidade Estadual de Campinas]
- [3] [MOREIRA ALVES, Educação a Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem, http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/Image/conteudo/artigos_teses/EAD/INFORMACA O.PDF]
- [4] [Schlemmer Elaine / Telepresença. / Elaine Schlemmer. Curitiba: IESDS Brasil S.A. , 2009.]
- [5] <http://www.red5.org/>
- [6] <http://www.adobe.com/>
- [7] <http://www.ubuntu.com/>
- [8] <http://www.adobe.com/devnet/flex/articles/flex3-flex45-flashbuilder45.html>
- [9] <http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html>
- [10] http://downloadmirror.intel.com/19123/eng/D525MW_D525MWV_TechProdSpec.pdf

- [11] http://www.societyofrobots.com/mechanics_dynamics.shtml
- [12] http://robokits.co.in/shop/index.php?main_page=product_info&cPath=2_3&products_id=186
- [13] http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/DATASHEET/CD0000240.pdf
- [14] <http://www.national.com/ds/LM/LM193.pdf>
- [15] [MARCOS WILSON PEREIRA CHAGAS, Novas Tecnologias Para Avaliação de Baterias, Curitiba, 2007]
- [16] <http://www.swh.net.br/mini-itx/produtos.asp?produto=132>
- [17] <http://www.arduino.cc/>
- [18] <http://www.wiring.org.com/>
- [19] <http://php.net/docs.php>
- [20] <http://projects.apache.org/docs/index.html>
- [21] <http://www.ubuntu-br.org/suporte#documentacao>
- [22] <http://people.apache.org/>
- [23] <https://wiki.php.net/>
- [24] <http://www.ubuntu-br.org/comunidade>

Dados Biográficos do (s) autor (es)

Felipe Martino Esposito Rodrigues

Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade São Judas Tadeu, turma de 2011.

Fernando Augusto Silva Rego

Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade São Judas Tadeu, turma de 2011.

Fernando Sardinha dos Santos

Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade São Judas Tadeu, turma de 2011. Técnico em Informática pela E.T.E. Lauro Gomes, turma de 2004. Auxiliar Técnico em Eletrônica pela E.T.E. Júlio de Mesquita, turma de 2002.

Igor Radames Rodrigues Xavier

Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade São Judas Tadeu, turma de 2011.

Rafael Alvares Franco Neves

Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade São Judas Tadeu, turma de 2011. Técnico de Eletrônica pelo Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, turma de 2004.