

CONSTRUÇÃO DE UM MECANISMO DE TELEOPERAÇÃO REMOTA PARA UM ROBÔ HIPER-REDUNDANTE COM 10 GRAUS DE LIBERDADE

Marcelo de Miranda Bastos¹; Anfranserai Morais Dias²

1. Bolsista Fapesb, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: marcelomirbas@yahoo.com.br
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: anfranserai@ecomp.uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Hiper-Redundância, Manipuladores, Robótica, Teleoperação.

INTRODUÇÃO

Manipuladores Hiper-Redundantes são estruturas altamente articuladas [1, 2], o que lhes confere alta capacidade de manipulação e destreza, permitindo ao robô operar em ambientes altamente restritos, com grande quantidade de obstáculos. Além disso, a redundância permite implementar sistemas robóticos tolerantes a falhas em um ou mais atuadores, isto é, caso ocorra um defeito em algum motor o robô ainda alcança a posição desejada.

São diversos os nichos de aplicação desse tipo de manipulador, por exemplo, na área médica onde robôs manipuladores são utilizados em procedimentos cirúrgicos, em próteses humanas, setor industrial de alta precisão - como robôs responsáveis pela solda em estruturas mecânicas -, em sistemas de inspeção, dentre muitos outros. Para grande parte dessas aplicações, é necessário que o robô responda a um mecanismo de teleoperação, através do qual o usuário possa designar mecanicamente ações aplicadas ao manipulador.

Um dos objetivos da teleoperação é permitir a um usuário controlar um robô a distância, em situações que ocorram em ambientes inconvenientes ou inseguros para a presença humana e em casos em que programar um robô autônomo seria uma tarefa complexa e difícil [3]. Atualmente, muitas pesquisas têm se voltado ao desenvolvimento de sistemas teleoperados com alto grau de destreza. Diversos mecanismos de sensoriamento podem ser utilizados para a teleoperação, dentre os quais, a visão computacional, sensores eletromagnéticos, sensores mecânicos, etc.

Esse artigo apresenta o desenvolvimento de um mecanismo de teleoperação para o robô manipulador com 10 graus de liberdade. As próximas seções trarão a revisão da literatura necessária para tal desenvolvimento, o detalhamento da metodologia adotada, os resultados obtidos e a conclusão.

METODOLOGIA

Durante a definição das etapas de desenvolvimento, ponderou-se a necessidade de fazer um aprimoramento do protótipo desenvolvido na fase anterior do projeto. A aquisição de uma estação de solda para o laboratório de hardware tornou possível o uso de CIs menores. Devido às proporções que a nova placa tomou, foi necessário projetá-la sobre um esquema de camadas, de modo a otimizar a utilização do espaço.

De maneira simultânea, foi definido o mecanismo de teleoperação a ser utilizado para robô e a forma com a qual ele se integrará ao robô. Devido aos flexíveis métodos de entradas, baseado em acelerômetros, giroscópios e na possibilidade de criação de interfaces sensíveis ao toque, o iPad foi adotado como dispositivo de controle para o usuário. Sua integração será feita através da comunicação TCP/IP com um sistema servidor em um computador, que traduzirá a informação em um pacote ZigBee para o robô. Após definir o uso do iPad, foram elaborados, então, o diagrama de classes UML dos sistemas do servidor e do iPad e os casos de usos envolvidos nos processos.

A comunicação entre o computador servidor e a rede ZigBee do robô se dá através de um *dongle* conectado ao computador através de uma porta USB cujo drive emula uma porta serial. Foram encontradas duas API que simplificam a implementação desta comunicação serial: a *javacomm* e a *RXTX*. Por questão de simplicidade de implementação e pela facilidade de acesso a informações acerca do funcionamento, optou-se pelo uso da *RXTX*.

Adicionalmente, para implementar a comunicação serial entre o sistema do servidor e o módulo do robô, foi útil revisar a documentação do XBee. No coordenador da rede zigBee optou-se, inicialmente, pelo uso do *firmware* operando em modo transparente. No entanto, já se prevê a utilização do modo API em etapas futuras, do desenvolvimento. Devido a isso, buscou-se modelar o sistema do servidor para ser mais flexível a mudanças como essa.

RESULTADOS

Os resultados atingidos podem ser divididos em dois grupos: o que compreende às modificações realizadas na placa de controle, levando a um protótipo final, e os sistemas de alto nível envolvidos na teleoperação, tanto do iPad, quanto do servidor.

A fim de possibilitar a identificação da sequência de agrupamento dos módulos e o lado com o qual cada módulo está conectado ao seu vizinho, foram inseridos três sensores infravermelho e mais um fototransistor ao circuito do módulo. O novo circuito foi projetado de modo que as placas pudessem ser divididas em duas camadas, implicando em uma dimensão mais adequada para inserção na estrutura do módulo. A Figura 1 mostra o circuito da base enquanto a Figura 2 mostra a camada superior da placa. Os projetos dos protótipos das placas da base e da segunda camada estão ilustrados, respectivamente, pelas figuras 3 e 4.

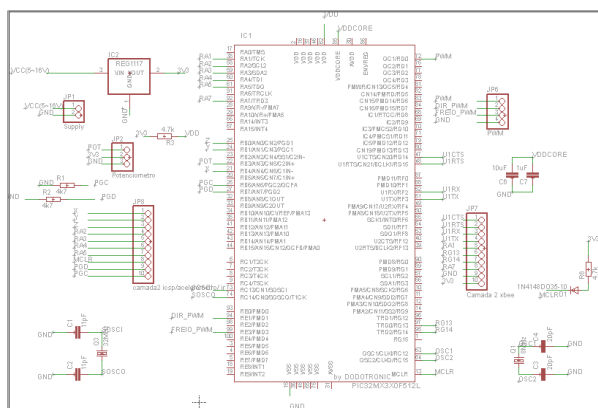


Figura 1 – Circuito da Base

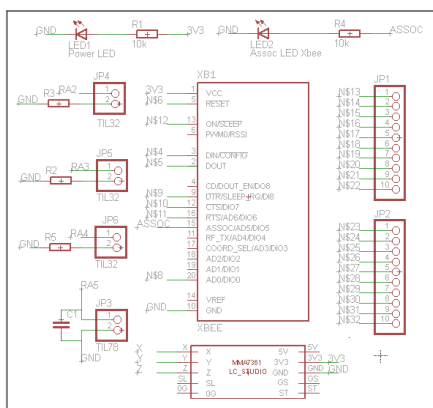


Figura 2 – Circuito da Segunda Camada

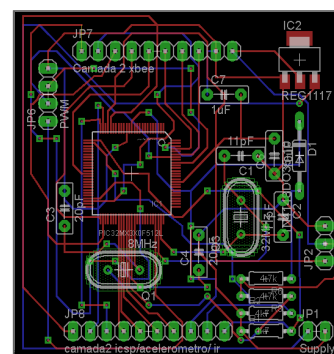


Figura 3 – Layout da Placa da Base

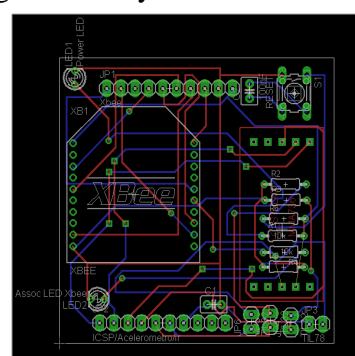


Figura 4 – Layout da Placa da Segunda Camada

No aspecto de macroarquitetura, o sistema de teleoperação foi pensado como segue na Figura 5.

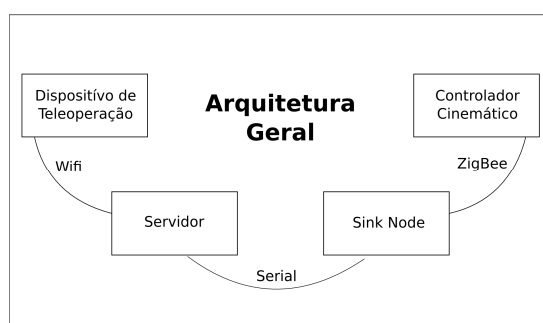


Figura 5 – Arquitetura Geral do Sistema

A arquitetura definida é desacoplada ao ponto de permitir a inserção de qualquer outro mecanismo de teleoperação, desde que ele possibilite uma comunicação WiFi, o que torna possível a utilização de outros *tablets*, celulares, computadores e *hardwares* específicos que possam ser desenvolvidos.

Como serão relatados posteriormente nos casos de uso, existe a possibilidade do usuário operar o robô através do iPad ou diretamente no *software* do servidor.

Todo o sistema foi pensado para que fosse estendível com mais facilidade. Nesse sentido, o controlador foi separado em três controladores: um para o robô, outro para a interface gráfica e um terceiro para as comunicações entre o dispositivo teleoperador e o servidor e entre o servidor e o coordenador da rede do robô. As telas que comunicam com o sistema foram projetadas para implementar interfaces, de modo que elas possam ser substituídas mais facilmente, caso se deseje alterar para uma interface web ou mobile, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aquisição da estação de solda pôde ser iniciado o projeto de um circuito mais próximo ao protótipo final esperado. As mudanças no protótipo geraram alguns contratempos, sobretudo pela dificuldade em comprar alguns dos componentes necessários. No entanto, conseguiu-se um projeto mais eficiente e flexível para o novo protótipo, que irá prover ao sistema mais informações relativas à posição do robô e com um maior nível de precisão.

O iPad demonstrou-se uma boa alternativa para a teleoperação pelos seus avançados mecanismos de entrada, além de possibilitar maior mobilidade para o operador. A arquitetura utilizada na teleoperação irá permitir que outras plataformas sejam utilizadas – a exemplo das plataformas Android e Windows Phone, da Google e da Microsoft, respectivamente – a partir de aplicações mais simples. Isso será possível porque o computador responsável pela tradução da informação irá abstrair a comunicação *ZigBee* e toda aplicação para os dispositivos controladores se resumirá a uma comunicação WiFi que envie valores de deslocamento que serão padronizados.

O desacoplamento da aplicação do servidor será útil na fase posterior desse projeto, que envolve a construção de um controlador cinemático para o robô. Nela, algoritmos do cômputo da cinemática e da geração de trajetória poderão ser inseridos rapidamente, para que possam ter os seus desempenhos comparados, a fim de se tomar decisões de projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Chirikjian, G. S., Burdick, J. W., Hyper-Redundant Robot Mechanisms and Their Applications. IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots and Systems, IROS 91, Osaka, Japan (1991).
- [2] Chirikjian, G. S., Burdick, J. W., A Hyper-Redundant Manipulator. IEEE Robotics and Automation Magazine, December (1994).
- [3] Hu, H., Li, J., Xie, Z., Wang, B., A Robot Arm/Hand Teleoperation System with Telepresence and Shared Control. International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, California, USA (2005).
- [4] Craig, J. J., Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 3 ed., Prentice Hall, United States, 2005.
- [5] Apple, Write Objective-C Code, disponível em: developer.apple.com, acesso em 09 ago. 2012.
- [6] RXTX developers, Wiki disponível em http://rxtx.qbang.org/wiki/index.php/Main_Page. Acesso em 09 ago 2012.

[7] Digi International Inc, XBee®/XBee-PRO® ZB RF Modules ZigBee RF, Manual do usuário, 2010