

# AQUISIÇÃO DE IMAGENS E CONTROLE DE UMA CABEÇA ROBÓTICA COM VISÃO ESTÉREO

Fernanda Silva Chianca Fernandes [Bolsista PIBIC-FUNTEF],  
Hugo Vieira Neto [Orientador] e João Felipe Calvo Nunes [Colaborador]

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial  
Campus Curitiba

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR  
Avenida Sete de Setembro, 3165 - Curitiba/PR, Brasil - CEP 80230-901

ferki@globocom.com, hvieir@utfpr.edu.br, jfcn88@gmail.com

**Resumo** - Este artigo trata do desenvolvimento de uma plataforma de pesquisa em visão robótica, constituída de uma etapa de aquisição e processamento de imagens, outra de desenvolvimento mecânico e, finalmente, de uma etapa de controle e posicionamento do protótipo. São apresentados os métodos empregados e os resultados obtidos em todas as etapas, além de uma visão geral de atividades futuras dentro do projeto.

**Palavras-chave:** Aquisição de Imagens, Visão Computacional, Controle, Robótica

**Abstract** - This paper describes the development of a platform intended for research in robotic vision, which is composed by an image acquisition and processing stage, mechanical development and, finally, a control and positioning stage for the prototype. The methods used and results obtained for each stage are presented, and also general ideas for future research within the project.

**Key-words:** Image Acquisition, Computer Vision, Control, Robotics

## INTRODUÇÃO

Em aplicações como navegação robótica autônoma é de fundamental importância medir as distâncias do robô aos obstáculos existentes em seu ambiente de operação. Tradicionalmente em robótica móvel utilizam-se sensores de distância [1], tais como sonares, que apesar de oferecerem grande facilidade de interpretação dos dados obtidos, apresentam diversas limitações. O uso de visão computacional como principal sensor para navegação de robôs móveis autônomos é potencialmente vantajoso em relação a sensores de distância convencionais, devido ao aproveitamento de diversas modalidades de informação presentes em imagens.

Entretanto, a navegação autônoma utilizando somente informações visuais ainda é um desafio de grandes proporções. Este trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de visão robótica com o objetivo de viabilizar soluções para este problema. Propomos, então o desenvolvimento de uma plataforma de experimentação em visão robótica [2] que possibilite a exploração de técnicas de visão 3D aplicadas à estimativa de distância em um primeiro momento e, posteriormente, demais aplicações que se beneficiem de outras informações visuais. Para atingir este objetivo, procuramos inspiração no Sistema Visual Humano e desenvolvemos uma cabeça robótica com visão estereoscópica.

## METODOLOGIA

Até o momento, foram desenvolvidas as etapas de aquisição de imagens através de câmeras digitais e a construção e controle da parte mecânica envolvida no projeto.

Para a execução da parte de aquisição de imagens foram usadas câmeras Apple iSight, que operam no padrão IIDC1394 [3] e possuem controle de distância focal das lentes, uma característica fundamental para a implementação de alguns dos algoritmos de visão 3D em que temos interesse. As câmeras iSight possuem ainda uma série de formatos de imagem adicionais aos existentes no protocolo IIDC1394, cuja principal vantagem é a existência da biblioteca de programação libdc1394 [4] em código aberto para o sistema operacional Linux. Com base nesta biblioteca, foi realizada a implementação do nosso sistema de aquisição de imagens

Foi necessária a alteração da biblioteca libdc1394 para o suporte adequado aos formatos adicionais fornecidos pelas câmeras. Para tanto foi estudada a forma de operação das câmeras [5] e a arquitetura da biblioteca em questão. Finalmente, foi feita a interface entre o formato de dados fornecido pelas câmeras e uma biblioteca de funções para processamento digital de imagens desenvolvida anteriormente pelo professor orientador deste trabalho em linguagem de programação C++.

Concluída a etapa de aquisição de imagens, passamos à etapa de implementação da estrutura mecânica do robô. O projeto mecânico foi iniciado com o modelamento em CAD 3D, tendo em vista a possibilidade de movimentação das câmeras de modo análogo ao movimento estereoscópico de olhos humanos. O protótipo foi construído em alumínio e possui cinco servomotores para o controle dos parâmetros de vergência entre as câmeras e *pan/tilt* do sistema como um todo.

Tendo concluído as etapas estruturais, o foco do projeto foi voltado ao desenvolvimento de uma biblioteca de funções em C++ para o controle do posicionamento das câmeras, utilizando para isso uma placa controladora de servos desenvolvida anteriormente em nosso laboratório de pesquisa. Foram estabelecidos padrões de movimento para a cabeça robótica: *pan* representando movimentos angulares horizontais, *tilt* denotando movimentos angulares verticais e vergência, reproduzindo o ângulo entre as câmeras para focalização no ponto de interesse.

## RESULTADOS

As alterações realizadas na biblioteca libdc1394 possibilitam que as câmeras Apple iSight possam operar nos formatos adicionais disponíveis, característica que os programas comerciais existentes não possuem, uma vez que estes somente comportam os formatos do padrão IIDC1394. Os novos formatos suportados possuem resolução de  $128 \times 96$ ,  $176 \times 144$  e  $352 \times 288$  pixels. Estas resoluções são menores do que as já existentes nos formatos do padrão IIDC1394 ( $320 \times 240$  e  $640 \times 480$  pixels), logo apresentam vantagens em relação à quantidade de informação a ser processada pelos algoritmos de interesse, aumentando a possibilidade de operação em tempo real. A taxa de aquisição de imagens obtida foi de 30 quadros por segundo. Finalmente, para compatibilidade com a biblioteca de funções para processamento digital de imagens, foi necessária a conversão do modelo de cores YUV, originalmente fornecido pelas câmeras, para o modelo RGB.

A estrutura mecânica e o controle da mesma foram feitos de modo a possibilitar a total movimentação da cabeça robótica, podendo assim imitar os movimentos do Sistema Visual Humano. Conseguimos um ângulo de atuação de 120 graus para os movimentos de *pan/tilt* e aproximadamente 110 graus para os movimentos individuais de vergência para cada câmera. Nas figuras 1 e 2 pode-se observar o protótipo mecânico do robô desenvolvido e a placa de

controle dos servomotores, respectivamente.

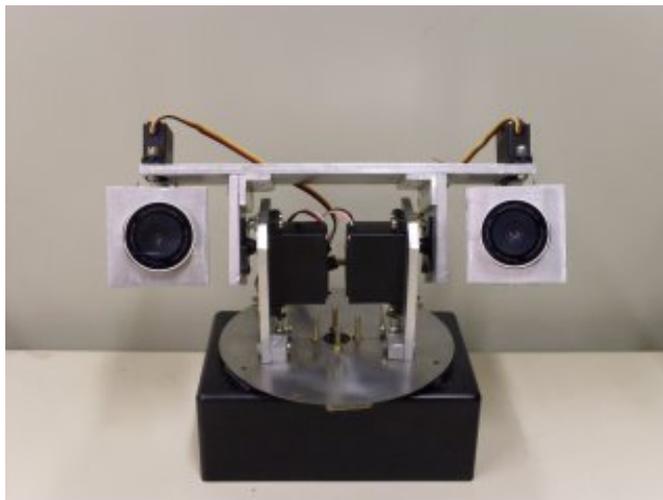


Figura 1: Protótipo da cabeça robótica com visão estéreo

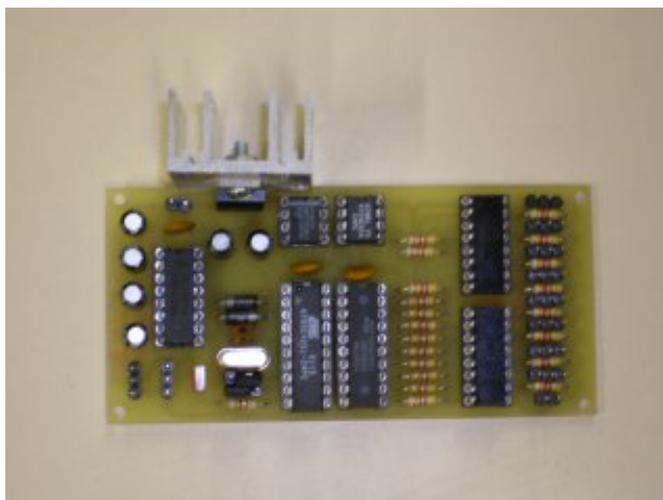


Figura 2: Placa de controle de servomotores

## CONCLUSÕES

Os objetivos da etapa de aquisição de imagens – captura de quadros em diferentes formatos e seu armazenamento na estrutura adequada da biblioteca de processamento de imagens – foram concluídos com êxito. Todos os formatos de imagem disponíveis nas câmeras Apple iSight utilizadas em nossa plataforma tornaram-se acessíveis.

Os resultados obtidos com a construção mecânica do protótipo são considerados bastante satisfatórios, pois foi possível obter movimentos similares aos executados pelo Sistema Visual Humano. Os movimentos sobre os quais se tem controle são *pan*, *tilt* e vergência das câmeras. O hardware de controle dos servomotores que comandam a posição das câmeras foi adequadamente acionado através de uma biblioteca de funções desenvolvida especialmente para esse fim em linguagem de programação C++.

A partir dos objetivos atingidos até o momento, propõe-se em trabalhos futuros que os movimentos do protótipo sejam controlados automaticamente em malha fechada através das imagens adquiridas. Pretende-se que o robô seja capaz de tomar suas próprias decisões para o melhor posicionamento das câmeras em relação aos objetos de interesse, de modo a otimizar o desempenho de algoritmos de estimativa de distância. Tal capacidade será de grande importância para a realização de navegação autônoma baseada em informações visuais [6]. As técnicas de visão computacional 3D consideradas relevantes para tal objetivo são: profundidade de foco [7], fluxo óptico [8] e estereoscopia [9], além de mecanismos de aprendizado baseados em redes neurais.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio financeiro da FUNTEF através de bolsas PIBIC e do CNPq através do processo 479387/2007-9.

## REFERÊNCIAS

- [1] JONES, J. L., SEIGER, B. A. e FLYNN, A. M. *Mobile Robots: Inspiration to Implementation, 2nd Ed.* A. K. Peters, 1999.
- [2] FERNANDES, F. S. C. e VIEIRA NETO, H. Proposta de uma plataforma para pesquisa em visão robótica. In *Anais do XII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR*, Curitiba, 2007.
- [3] 1394 TRADE ASSOCIATION. *IIDC 1394-based Digital Camera Specification, Version 1.30*, 25 de Julho de 2000.
- [4] DOUXCHAMPS, D. Biblioteca libdc1394-devel (Linux), versão 2.0, disponível em <http://damien.douxchamps.net/ieee1394/libdc1394>. Acesso em 6 de agosto de 2007.
- [5] APPLE COMPUTER INC. *iSight Programming Guide*, 5 de outubro de 2004.
- [6] DAVISON, A. J., GONZÁLEZ CID, Y. e KITA, N. Real-time 3D SLAM with wide-angle vision. In *Proceedings of the 5th IFAC/EURON Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles (IAV 2004)*, Lisboa, Portugal, Julho de 2004.
- [7] NOURBAKHSH, I. R., ANDRE, D., TOMASI, C. e GENESERETH, M. R. Obstacle avoidance via depth from focus. In *Proceedings of the ARPA Image Understanding Workshop*, 1996.
- [8] TCHERNYKH, V., BECK, M. e JANSCHKE, K. Optical flow navigation for an outdoor UAV using a wide angle mono camera and DEM matching. In *Proceedings of the 4th IFAC Symposium on Mechatronic Systems*, Alemanha, 2006.
- [9] TRUCCO, E. e VERRI, A. *Introductory Techniques for 3-D Computer Vision*. Prentice-Hall, 1998.