

# Time CRT-BRT - Team Description Paper

Joserland Souza, Paula Mota, Josemar Souza  
Laboratório de Robótica Autônoma  
Faculdade de Tecnologia SENAI/CIMATEC  
Av. Orlando Gomes 1845, Piatã, 41.650-010,  
Salvador, Bahia, BR  
joserland@ieee.org, paula.mota@ieee.org,  
josemarsbr@gmail.com

José Grimaldo, Marco Simões  
Núcleo de Arquitetura de Computadores e  
Sistemas Operacionais - ACSO  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB  
Rua Silveira Martins, 2555, Cabula.  
Salvador-BA, 41.150-000  
jose.jgrimaldo@gmail.com,  
msimoes@uneb.br

**Resumo**—Este trabalho descreve o desenvolvimento de um robô autônomo que será utilizado na *Latin American Robotics Competition (LARC 2010)*, categoria *IEEE Livre (IEEE Open)*. Todos os principais pontos desenvolvidos para a construção e funcionamento do robô que batizamos de *Omnibud* serão explicados: aspectos como percepção (visão), controle e movimentação serão abordados, indicando as principais contribuições deste projeto no contexto da robótica inteligente; além disso, as principais dificuldades encontradas e os resultados obtidos serão abordados.

## I. INTRODUÇÃO

A construção de um robô para atuar num ambiente com a proposta da *IEEE Livre (IEEE Open)* é uma tarefa desafiadora, pois é necessário desenvolver e testar uma diversidade de soluções possíveis e analisar suas implicações. O produto final desenvolvido pela equipe de robótica CRT-BRT (SENAI CIMATEC Robotics Team / Bahia Robotics Team) que fazem parte, respectivamente, do Labor (Laboratório de Robótica Autônoma) e do ACSO (Núcleo de Arquitetura de Computadores e Sistemas Operacionais), é fruto de um processo incremental e exaustivo de aperfeiçoamentos.

Para demonstrar as várias fases do desenvolvimento de *Omnibud*, apresentaremos na Seção II os componentes físicos utilizados na construção do robô e a sua arquitetura de controle; na Seção III será mostrada uma visão geral do processo de tratamento da informação visual recebida pelo robô; e, por fim, na Seção V descreveremos brevemente as perspectivas e as principais conclusões relativas ao desenvolvimento deste projeto.

## II. COMPONENTES

A seguir serão apresentados os módulos mais importantes que compõem o robô, batizado de *Omnibud*, tais como arquitetura lógica de controle, sensores, sistema de deslocamento, sistema de manipulação (garra). A combinação destes componentes gerou o robô autônomo apresentado na Figura 1.

*Omnibud* dispõe de motores de controle PWM (*Pulse Width Modulation*) além de servo motores para abertura e fechamento da garra e elevação do braço robótico.

### A. Arquitetura Lógica de controle

Durante o processo de especificação da arquitetura de controle foram testadas algumas plataformas: controlador VEX PIC Microcontroller, FRC Robot Controller e Arduino (Atmega). Para a visão testamos a CMUCAM3 (câmeras CMOS integrada com um processador Philips LPC2106) e Webcam. Em função dos resultados obtidos, optamos por utilizar a Plataforma Arduino. A arquitetura é apresentada na Figura 2.

Com base nessa arquitetura definiu-se a estratégia de controle onde o sistema de visão (câmera) deverá captar informações do ambiente através de imagens (frames) e repassá-las para a CPU.

A CPU por sua vez é responsável por receber os frames provenientes do sistema de visão, fazer o tratamento do mesmo, ou seja, identificar através de um algoritmo de processamento de imagens as posições dos objetos na arena assim como traçar o melhor caminho para deslocamento do robô.

Ao fim desse processamento, a CPU deverá passar parâmetros de movimentação para a placa ARDUINO através de uma comunicação USB. Esses parâmetros são vetores que contêm a informação da distância e do ângulo em que o objeto procurado se encontra com relação ao robô.

O ARDUINO por sua vez recebe essas informações, e executa o acionamento dos motores (Sistema de deslocamento) e dos servo motores (braço mecânico/ garra) para que o robô se desloque e cumpra os objetivos. Após a execução dos objetivos o ARDUINO deverá informar a CPU através de

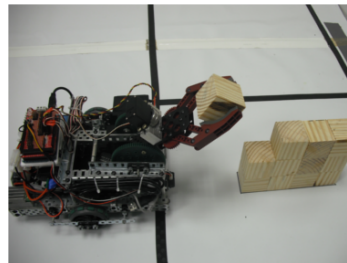


Fig. 1: Robô criado para a competição *IEEE Livre* da *LARC 2010*

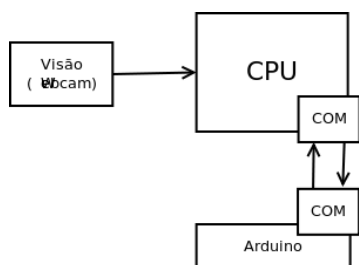


Fig. 2: Representação da arquitetura lógica de controle

um vetor de reposta o status da ação efetuada, ou seja, se a ação foi concluída ou não.

### B. Sensores

Para realização da prova o robô Omnibud utilizará da informação proveniente de dois tipos de sensores: câmera e sensor de distância (*infrared*).

A câmera (Webcam 5.0 MP - Vtrex Modelo P-503), mostrado na Figura 3, será responsável pela aquisição de imagens da arena.



Fig. 3: Webcam-Vtrex

Já o sensor *infrared* (SHARP GP2D120XJ00f), apresentado na Figura 4, terá a incumbência de fazer a detecção precisa dos cubos durante o carregamento e descarregamento dos mesmos.



Fig. 4: Sensor de distância analógico SHARP GP2D120XJ00f

### C. Sistema de deslocamento

O sistema de deslocamento é composto por um sistema de quatro rodas omnidirecionais, feitas com base em [1], conforme pode ser visto na Figura 5.

Essa disposição das rodas possibilita que o robô possa se deslocar em qualquer direção, sem necessariamente ter que efetuar nenhum tipo de rotação.

### D. Sistema de manipulação

Para o sistema de manipulação dos cubos foi utilizado uma garra em forma de pinça (Figura 6).

O controle da abertura e fechamento da garra foi feito através de um servo motor acoplado a uma caixa de redução a fim de proporcionar mais força ao sistema.

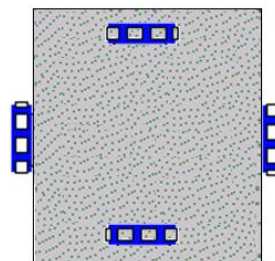


Fig. 5: Sistema de deslocamento com quatro rodas omnidirecionais (imagem adaptada de [1])

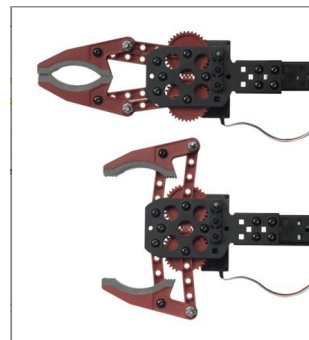


Fig. 6: Garra Manipuladora

## III. SISTEMA DE VISÃO

Dentre os problemas oriundos deste tipo de competição, a capacidade de enxergar e se situar no ambiente é um dos mais desafiadores. Para permitir que o robô tivesse disponível dados suficientes para sua navegação a imagem obtida da câmera (Webcam) deveria ser processada e interpretada em tempo-real.

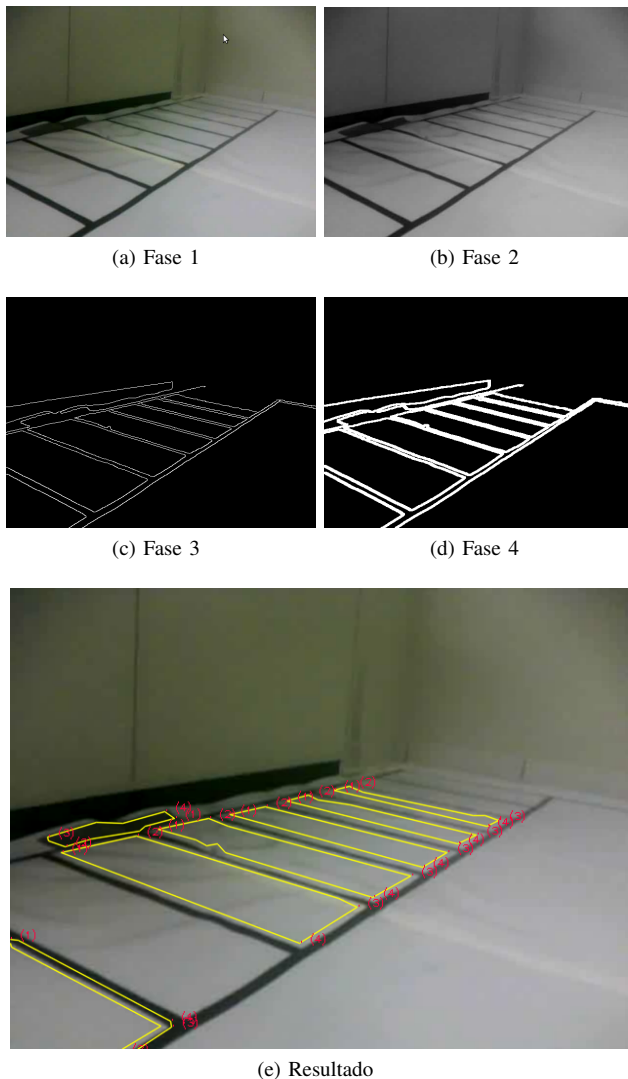
Para interpretar corretamente a imagem da câmera a biblioteca OpenCV [2], [3] foi usada em sua versão 2.1, utilizando a interface em C++, que é estável e de boa usabilidade. Esta biblioteca permite a leitura de imagens diretamente da Webcam, além de prover funções de tratamento, detecção de bordas e diversos algoritmos de aprendizagem (Árvores de decisão, AdaBoost, etc).

A imagem recebida da câmera é pré-processada antes de servir de entrada para o modelo de mundo do agente. Este processo envolve o tratamento da imagem em relação a luminosidade, cores, ruído e cálculo da distorção devido a posição da câmera em relação ao centro do robô, na Figura 7 uma sub-conjunto das operações são demonstradas.

Com esse processo realizado, foi possível desenvolver um modelo de mundo que atendia aos requisitos impostos pela competição.

## IV. MODELO DE MUNDO

A partir dos dados históricos obtidos dos diversos sensores (visão, distância), o agente constroi um modelo simplificado, baseado principalmente nos marcadores centrais do campo. O agente também utiliza certas linhas do campo como pontos para ajuste fino do alinhamento.



(e) Resultado

Fig. 7: Ilustração do processamento de imagem pelo robô

Ao iniciar uma "corrida" o agente identifica sua posição no campo e então marca a posição de cada cor em relação ao campo. Após isso ele inicia o processo de transporte e armazenamento; mantendo o histórico de quais blocos já foram transportados.

Para evitar que ruídos atrapalhem na medição, o agente busca utilizar a base histórica como forma de medir o seu deslocamento e alinhamento com seu objetivo. Para evitar pequenas variações no posicionamento, a partir de uma certa distância, o agente ignora o sistema de visão e utiliza apenas os sensores de distância para efetuar o alinhamento.

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do robô autônomo Omnibud, pela equipe CRT-BRT, que será utilizado na categoria IEEE Livre da LARC 2010.

Este robô, cumprirá com os objetivos de carregar e descarregar blocos, se movimentar pelos campos e determinar sua posição atual a partir das referências da arena.

No processo de construção/validação podemos observar que o desenvolvimento (hardware/software) de um robô desta natureza não é trivial.

Para o futuro, planejamos melhorar a precisão do sistema de controle dos motores.

## VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do SENAI/CIMATEC, FAPESB e do ACSO UNEB que possibilitaram a realização deste projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. Pontes, "Movimento omnidirecional," <http://viaspositronicas.blogspot.com/2008/07/movimentao-omnidirecional.html>.
- [2] G. Bradski and A. Kaehler, *Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly Media, 2008.
- [3] "Referência opencv," <http://opencv.willowgarage.com/documentation/cpp/index.html>.