

SERGIO RIBEIRO AUGUSTO

**UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA ESTUDOS DE
AUTONOMIA**

**São Paulo
2007**

SERGIO RIBEIRO AUGUSTO

**UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA ESTUDOS DE
AUTONOMIA**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia

**São Paulo
2007**

SERGIO RIBEIRO AUGUSTO

**UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA ESTUDOS DE
AUTONOMIA**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Sistemas

Orientador:
Prof. Dr. Ademar Ferreira

**São Paulo
2007**

DEDICATÓRIA

*À minha esposa por seu estímulo e incansável apoio e
aos meus pais (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar saúde e uma vida maravilhosa.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Ademar Ferreira por suas diretrizes seguras e permanente incentivo.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho é proposta uma plataforma robótica móvel, concebida de maneira modular e hierárquica, visando o estudo de diversos aspectos aplicados à navegação, tanto autônoma quanto semi-autônoma, em ambientes internos. O sistema proposto possibilita a implementação de arquiteturas reativas e híbridas com aprendizagem, sendo a importância e limitações desta última discutidas. Utilizando a plataforma desenvolvida, uma aplicação de navegação robótica com aprendizagem supervisionada é realizada, usando sensores de ultra-som e através de tele-operação. O objetivo é fazer com que o agente associe, em tempo real, suas próprias respostas sensoriais com as ações motoras realizadas pelo tele-operador, permitindo que a tarefa seja repetida autonomamente com alguma generalização. Para realizar tal mapeamento, uma rede de função de base radial (RBF), usando um algoritmo de aprendizado seqüencial, é apresentada e utilizada.

Palavras-chave: arquitetura de robótica móvel, aprendizagem supervisionada, redes de função de base radial, tele-operação, autonomia.

ABSTRACT

This work presents a mobile robotic platform, built as a modular and hierarchical approach, aiming at the study of several aspects of indoor navigation. The proposed system allows the implementation of reactive and hybrid architectures with learning, for autonomous or semi-autonomous navigation. The importance and limitations of the learning characteristics are discussed. An application of robotic navigation with supervised learning is implemented using ultrasonic sensors and teleoperation. The aim is the agent to associate, in real time, its own sensorial perception to the motor actions realized by a teleoperator, allowing the task to be repeated in an autonomous way, with some generalization. To make the corresponding mapping, a radial basis function network (RBF), trained by a sequential learning algorithm, is presented and used.

Keywords: mobile robotic architecture, supervised learning, radial basis function network, teleoperation, autonomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Diagrama de blocos da arquitetura desenvolvida.....	23
Figura 4.2 – Robô Construído.....	27
Figura 4.3 – Detalhes do nível inferior do robô.....	28
Figura 4.4 – Vista traseira do robô.....	29
Figura 4.5 – Distribuição atual dos sensores de ultra-som.....	30
Figura 4.6 – Diagrama lógico do controlador implementado.....	35
Figura 4.7 – Conjunto acionador roda motora.....	37
Figura 4.8 – Modelo de simulação do conjunto acionador no tempo contínuo.....	38
Figura 4.9 – Simulação controlador digital.....	39
Figura 4.10 – Representação cinemática da guiagem diferencial.....	41
Figura 4.11 – Diagrama de blocos da arquitetura do SGE.....	46
Figura 4.12 – Elementos básicos que compõem o SCMR.....	51
Figura 5.1 – Rede RBF utilizada.....	57
Figura 5.2 – Algoritmo de aprendizagem utilizado.....	60
Figure 6.1 – Robô navegando em um corredor com curva à direita.....	66
Figure 6.2 – Robô desviando de obstáculo.....	67
Figure 6.3 – Ambiente de teste robô circundando obstáculo.....	68
Figure 6.4 – Trajetórias do robô contornando obstáculo.....	69
Figure 6.5 – Ambiente de teste robô realizando um 8.....	70
Figure 6.6 – Trajetórias robô fazendo circuito em forma de 8.....	72
Figura A.1 – Condições de movimento do robô.....	83
Figura A.2 – Conjunto acionador roda motora.....	85
Figura A.3 – Modelo de simulação reduzido.....	92
Figura A.4 – Resposta ao degrau simulada.....	94
Figura B.1 – Posição dos sensores de colisão.....	97
Figura B.2 – Distribuição sensores de ultra-som.....	100
Figura B.3 – Convenção ângulo do câster.....	102
Figura C.1 – Perfis de velocidade e posição.....	109
Figura E.1 – Comportamento dos sensores de ultra-som durante a tele-operação...124	

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Comparação com plataformas comerciais.....	52
Tabela A.1 – Parâmetros medidos do moto-reductor utilizado.....	91
Tabela B.1 – Palavra binária do estado dos sensores de colisão.....	96
Tabela C.1 – Blocos de velocidade.....	108
Tabela D.1 – API Módulo Controle de Sensores.....	118
Tabela D.2 – API Módulo Controle de Motores.....	119
Tabela E.1 – Resposta sensores de ultra-som (US) - disparo individual.....	121
Tabela E.2 – Resposta sensores de ultra-som (US) – comunicação cruzada.....	122
Tabela E.3 – Resposta dos sensores de ultra-som (US) – sensibilidade mínima.....	122
Tabela E.4 – Comparação entre bússola digital e analógica.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS

API	- Application Program Interface;
ASCII	- American Standard Code for Information Interchange;
bps	- Bits por segundo;
EIA	- Electronics Industries Association;
EKF	- Extended Kalman Filter;
ICR	- Instantaneous Center of Rotation;
kbps	- 10^3 bits por segundo;
LAC	- Laboratório de Automação e Controle;
LMS	- Least Mean Square;
Mbps	- 10^6 bits por segundo;
MCM	- Módulo Controle de Motores;
MCS	- Módulo Controle de Sensores;
MFC	- Microsoft Foundation Classes;
MRAN	- Minimal Resource Allocation Network;
PD	- Proporcional-Diferencial;
PI	- Proporcional-Integral;
PID	- Proporcional-Integral-Diferencial;
PWM	- Pulse Width Modulation;
RAN	- Resource Allocating Network;
RBF	- Radial Basis Function;
rpm	- Rotações por minuto;
SCMR	- Software de Controle e Monitoração Remota;
SGE	- Software de Gerenciamento Embarcado;
SLAM	- Simultaneous Localization and Map Building;
TCP/IP	- Transmission Control Protocol/ Internet Protocol.

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

