



DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO MÓVEL PARA FINS EDUCACIONAIS

Diego Pereira Targino – diegopereiratargino123@gmail.com

Tania L. Laura – tania.luna@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar de Caraúbas
RN 233, KM 01, Sítio Nova Esperança II
59780-000 – Caraúbas – Rio Grande do Norte

Resumo: Neste trabalho desenvolveu-se um veículo móvel para fins educacionais com os seguintes objetivos: fomentar e difundir o desenvolvimento científico e tecnológico em robótica, inteligência artificial e visão computacional no campus de Caraúbas; fazer uso da robótica como ferramenta de ensino e pesquisa nos cursos de bacharelado em ciências e tecnologia, engenharia elétrica e mecânica na UFERSA; aprofundar os conhecimentos nas várias áreas estudadas pelos alunos durante sua formação e desenvolver habilidades de programação, projeto de hardware para sistemas robóticos autônomos, visão computacional, controle de robôs móveis e navegação de robôs móveis. O veículo tem quatro rodas e conta com sistema de tração traseira, sendo este um motor elétrico de corrente contínua acoplado ao eixo traseiro por meio de caixa de redução, a eletrônica para seu funcionamento básico foi embarcada no próprio veículo, contando também com a possibilidade de executar processos e tomadas de decisões em um computador (processador) externo ao veículo. O veículo serve como plataforma de testes para diferentes aplicações, tais como, teste dos diferentes algoritmos de controle de sistemas dinâmicos, localização baseada em odometria e navegação em ambientes internos.

Palavras-chave: Módulo educacional, ensino, sistemas robóticos, controle e automação.

1 INTRODUÇÃO

Conforme o passar do tempo, a sociedade parece depender cada vez mais da tecnologia e se presume que mais ciência produz mais tecnologia que gera mais riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar social. Na história recente, os países que promoveram rápido desenvolvimento tecnológico foram aqueles que investiram em sistemas educacionais voltados para a inovação tecnológica. Países como o Japão e a Coreia do Sul iniciaram a modernização de suas economias, copiando produtos que haviam sido criados na Europa e nos Estados Unidos. Com o tempo, acabaram por criar processos produtivos e tecnologias próprios, que hoje são imitados em vários países. Hoje, assistimos ao surpreendente desenvolvimento tecnológico chinês, que segue caminho parecido ao trilhado por japoneses e sul-coreanos. Talvez possamos fazer o mesmo, em especial na área de produtos educacionais voltados para o ensino de matérias científicas e tecnológicas (SCARDUA E CUADROS, 2011).

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





A robótica é área de conhecimento que tem potencial para impactar significativamente no ensino da engenharia e da ciência em todos os níveis. Nos últimos anos, grandes avanços foram apresentados na área da robótica. Diferentes trabalhos de robótica foram e estão sendo desenvolvidos no Brasil com o objetivo de estimular o ensino da tecnologia. Diferentes trabalhos de robótica foram e estão sendo desenvolvidos no Brasil com o objetivo de estimular o ensino da tecnologia. Pode-se, então, destacar alguns projetos desenvolvidos no território brasileiro:

1. Em aplicações aéreas, tem-se o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) utilizado para monitorar fronteiras com outros países e parques ambientais, desenvolvido em parcerias com as universidades – USP, IME, ITA, UFMG, UNB, UFRGS e UFSC, e o DRVC/CTI; o helicóptero Quadri-rotor desenvolvido pelo grupo de robótica do DCA-UFRN para fins de monitoramento; o projeto AURORA – um dirigível robótico autônomo de monitoramento ambiental, levantamentos urbanos e agropecuários, prospecção mineral e arqueológica;
2. Em aplicações aquáticas, temos o robô híbrido Chico Mendes, desenvolvido pelo grupo do projeto Cognitus da CENPES/Petrobrás, para fins de monitoramento ambiental na região amazônica (CHASE, 2009);
3. Em aplicações terrestres, temos o projeto VERO – veículo robótico, com o objetivo de desenvolvimento gradual de metodologias de navegação autônoma para veículos terrestres em ambientes externos, desenvolvidos pela Divisão de Robótica e Visão Computacional do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer DRVC/CTI; o grupo CORO – Computação e Robótica da UFMG desenvolveu uma plataforma embarcada para tornar veículos comuns em autônomos e na UFSC, o departamento de automação e sistemas desenvolve robôs de serviço para soldagem de dutos, concerto de cabos de redes e distribuição de energia elétrica, e monitoramento ambiental (CHASE, 2009).

Pode-se então afirmar que a robótica é uma área de pesquisa em crescimento e de interesse para o Brasil. A cada ano vem aumentando o número de instituições de ensino superior e tecnólogas (IES) criando grupos de pesquisa na área de robótica, devido principalmente pela união das teorias vistas em salas de aula a aplicação prática, acabam gerando o interesse dos alunos de cursos técnicos e engenharia, com esse intuito desenvolveu-se o veículo móvel e que visa os seguintes objetivos:

Objetivos Gerais:

- Fomentar e difundir o desenvolvimento científico e tecnológico em robótica e inteligência artificial na UFERSA;
- Fazer uso da robótica como ferramenta de ensino e pesquisa nos cursos de Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Engenharia Elétrica e Mecânica na UFERSA;
- Aprofundar os conhecimentos nas várias áreas estudadas pelos alunos durante sua formação e desenvolver habilidades de programação, projeto de hardware para sistemas robóticos autônomos, visão computacional, controle de robôs móveis e navegação de robôs móveis.

Objetivos específicos:

- Desenvolver um veículo móvel dotado de sensores, atuadores, sistema de comunicação (*bluetooth*) e uma placa de prototipagem eletrônica de *hardware* livre (Arduino nano) que conta com um microcontrolador;
- Este veículo móvel é e será utilizado para a complementação, consolidação e

Organização



Promoção





integração dos conhecimentos de eletrônica, mecânica e programação dos alunos dos cursos de Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da UFERSA.

2 DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO MÓDULO DIDÁTICO

O veículo foi construído a partir de um chassi de um carrinho de brinquedo, foram projetadas e confeccionadas uma placa de circuito impresso para os drives de potência do motor principal e um suporte para a conexão dos sensores junto a placa de prototipagem eletrônica (Arduino). Na figura 1, o funcionamento do módulo didático pode ser visualizado por meio de um diagrama de blocos.

O veículo é alimentado por três baterias recarregáveis, que fornece até 11,1 V e 7800 mA, quando as baterias estão completamente carregadas, estas garantem uma autonomia de 15 minutos de uso moderado. O motor conta com caixa de redução e caixa diferencial, o sistema de direção é controlado mecanicamente por um servo motor. Foram embarcados dois tipos de sensores, um para ter informações internas do veículo, especificamente, informações vindas do motor. O outro sensor o qual fornece informações do ambiente (ou obstáculos) é um sensor ultrassônico (sonar), os quais podem ser visualizados na Figura 2. Um módulo *bluetooth* foi embarcado para poder se comunicar com uma estação de controle e poder enviar e receber dados sempre que for necessário.

Figura 1 – Diagrama de blocos do veículo (módulo educacional).

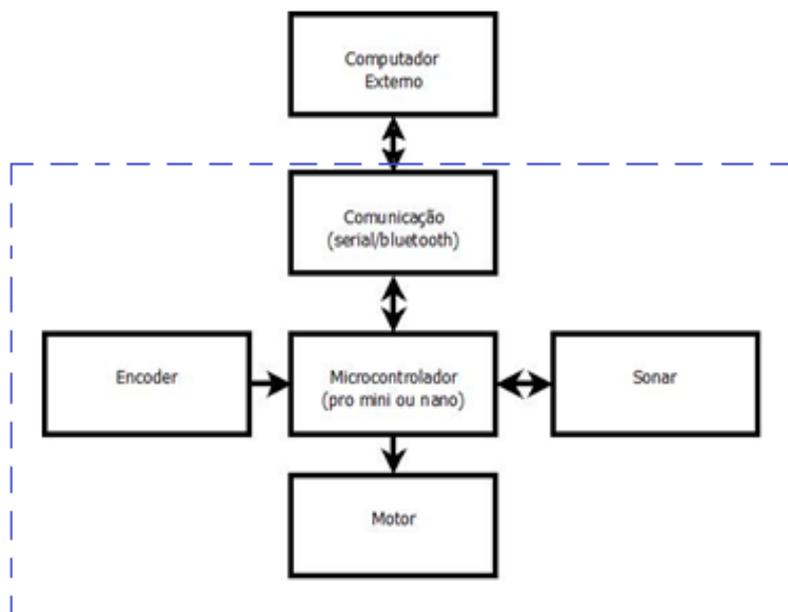
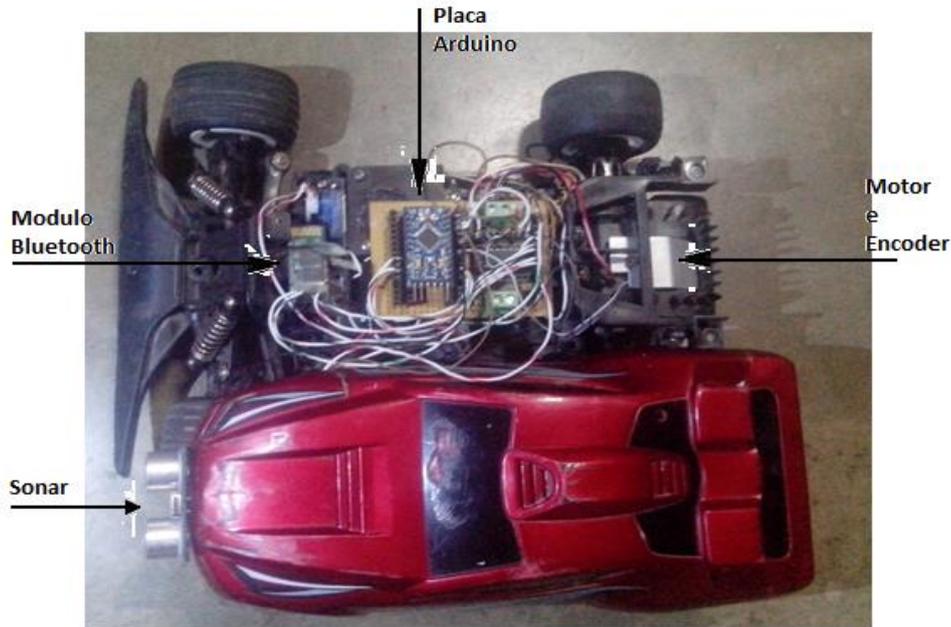




Figura 2 – Veículo implementado.



2.1 Chassi

Na Figura 3, pode-se visualizar o chassi do veículo, o mesmo foi reaproveitado de um carrinho de brinquedo, assim como também as rodas, motor, suspensão e parte do conjunto de direção. O motor além de contar com caixa de redução também contém caixa diferencial, a suspensão dianteira conta com amortecedores independentes e o ângulo de esterçamento do conjunto de direção é de aproximadamente 25°. O sistema de direção é controlado mecanicamente por um servo motor com torque de 9g/cm.

Figura 3 – Chassi.



Organização

Promoção



Na Tabela 1 têm-se as especificações do motor. Esses parâmetros de motor são importantes, pois os alunos precisam dessas informações para projetar e implementar (desenvolver) compensadores (PI, PD ou PID) para o controle dinâmico e cinemático do veículo.

Tabela 1 – Parâmetros do motor

Parâmetro	Valor	Como obtido
Modelo	RS370	Espec. fabric.
Com redução	Sim	Espec. fabric.
Redução	7,78:1	Espec. fabric.
Tensão nominal	7,2V	Espec. fabric.
Tensão de operação	4,5V–9,6V	Espec. fabric.
RPM sem carga	2057rpm	Espec. fabric.
Corrente nominal	0,3A	Espec. fabric.
Corrente com rotor travado	9,7A	Espec. fabric.
Torque com rotor travado	315m Nm	Espec. fabric.
Kt	32m Nm/A	Espec. fabric.
Ke	33,44V/r/s	Espec. fabric.
Kf	1e-6	Espec. Liter.
J	13.4e-6Kgm ²	Calculado
Ra	0,820 ohm	Calculado
La	100uH	Espec. Liter.
Ts	250ms	Espec. usual

Sensoriamento

O modelo conta com dois tipos de sensores, o sensor de distância ultrassônico (ver Figura 4) e o sensor fotoelétrico tipo U (ver Figura 5). Os sensores ultrassônicos são utilizados para medir a distância de objetos à frente ou atrás do veículo, já o sensor fotoelétrico é utilizado para medir a rotação do eixo da roda traseira com o auxílio de um encoder de 32 fendas fixado no eixo.

Figura 4 – Sensor Ultrassônico.



Os sensores ultrassônicos utilizados são do modelo HC-SR04, esse sensor utiliza sinais ultrassônicos de 40 KHz, que é acima da sensibilidade do ouvido humano, para determinar a distância entre o sensor e o obstáculo. Ele consegue medir distâncias entre 2 cm e 4 m, com

Organização



Promoção





precisão de 3mm e ângulo de detecção de aproximadamente 15°. Seu funcionamento consiste basicamente em enviar um sinal que, ao atingir um objeto, volta para o sensor e com base nesse tempo entre o envio e recebimento, é calculada a distância entre o sensor e o objeto. Fixado em pontos estratégicos do veículo, o sensor fornece a distância de objetos a frente dele, permitindo ao veículo poder corrigir a rota ou pará-lo antes do choque com o objeto, dependendo apenas do código pré-carregado no microcontrolador.

Figura 5 – Sensor fotoelétrico tipo U



O sensor fotoelétrico tem a finalidade de converter um sinal luminoso (luz ou sombra) num sinal elétrico que possa ser processado por um circuito eletrônico. Em umas das hastes existe um led e na outra um sensor, toda vez que a luz do led é interrompida o pino de sinal do sensor muda de estado, com isso foi fixado um disco com 32 fendas ao eixo traseiro do veículo e fixado o sensor chassis de uma maneira que o disco gire entre o sensor fotoelétrico e o led, possibilitando assim a medição de rotação do eixo e distância.

2.2 Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com microcontroladores Atmega AVR e uma linguagem de programação é baseada em Wiring e C/C++. A plataforma tem o objetivo de oferecer ferramentas que são acessíveis, flexíveis e fácil implementação e programação, possibilitando o uso por profissionais, artistas e amadores.

A plataforma de prototipagem eletrônica utilizada no veículo foi o modelo Pro Mini em 5V e 16 MHz (ver Figura 6), pois além de seu baixo custo, suas dimensões reduzidas facilitaram seu embarcamento no veículo, o mesmo tem um microcontrolador baseada no ATmega328. Possui 14 pinos de entrada / saída digitais (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal integrado, um botão de reinicialização e orifícios para a montagem de barras de pinos. Um barramento de seis pinos que possibilita a conexão de um cabo FTDI ou uma placa Sparkfun para fornecer alimentação e comunicação USB à placa (ARDUINO, 2017). Pode ser substituído pelo arduino nano, pois tem microcontrolador e pinagem iguais, mas com o diferencial da interfase USB que já vem integrada na placa.

Organização



Promoção





Figura 6 – Arduino Pro Mini.

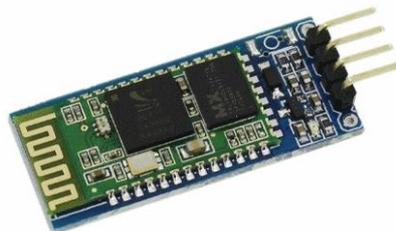


A placa microcontroladora tem a finalidade de atuar como central de controle ou intermediadora de comandos ou leitura de dados, caso o processamento de dados seja feito externamente.

2.3 Comunicação e Controle

A placa Aduino possibilita alguns tipos de comunicação como Serial, I2C e USB (utilizando o cabo FTDI para o modelo pro mini). Mas outra vantagem de se utilizar a plataforma Arduino é a facilidade de encontrar e configurar módulos de comunicação sem ou com fio. Levando em consideração esse argumento, foi incluído no veículo o módulo *bluetooth* HC-05 mostrado na Figura 7, o mesmo utiliza apenas 4 fios para seu funcionamento, sendo 2 de alimentação e 2 de dados.

Figura 7 – Modulo bluetooth.



O modulo *bluetooth* permite a comunicação sem fio entre o modelo e *smartphone* ou computadores, possibilitando a troca de informações entre eles. Sendo possível ver em tempo real a leitura dos sensores ou controlar o veículo, dependendo apenas do programa previamente carregado no microcontrolador.

3 METODOLOGIA PARA ENSINO

Exemplos práticos ajudam na consolidação de conhecimentos principalmente nas disciplinas de Controle analógico, Controle Digital e Sistemas Robóticos Autônomos. Por outro lado, sabe-se que a implementação de um simples robô demanda tempo, tempo que infelizmente para uma disciplina de 60 horas os conhecimentos teóricos (ementa da disciplina) ficam no limite. Assim, com a finalidade de proporcionar essa parte prática nas disciplinas acima mencionadas, optou-se pela implementação de um módulo educacional desenvolvido por um aluno voluntário com conhecimentos de mecânica e eletrônica básica. O

Organização



Promoção





módulo educacional (veículo móvel) desenvolvido que conta com a parte mecânica e eletrônica (Acionamento do motor e sensores embarcados no veículo) em perfeito funcionamento em malha aberta, permite que algoritmos de controle (PI, PD e PID) e algoritmos para localização baseados em odometria e navegação em ambientes internos possam ser integrados facilmente no veículo. Desta forma os alunos tem chance de testar seus algoritmos de controle e navegação feitos em simulação em uma plataforma física e não apenas ficam com conhecimentos teóricos e de simulação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma plataforma educacional, que tem por finalidade facilitar o ensino das diferentes disciplinas nos cursos de engenharia elétrica e Mecânica, sendo uma delas controle e automação. Este módulo disponibiliza ao aluno um protótipo pronto para implementação das diferentes técnicas de controle, *firmwares* de navegação, etc. A plataforma pode ser controlado externamente por *smartphone*, computador ou controle via *bluetooth*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural do Semiárido pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO, Homepage. **Arduino Pro Mini**. Disponível em:
<<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardProMini>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

CHASE, Otavio Andre. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Projeto e Construção de um robô móvel AGV/ROV não -holonômico com habilidade para navegação autônoma do tipo wall-following, 2009. Dissertação (Mestrado).

SCARDUA, Azevedo Leonardo; CUADROS, de Souza Leite Marco Antonio. Desenvolvimento de um Robô Móvel Autônomo para os Ensinos Técnico e Superior. COBENGE, 2011.

DEVELOPMENT OF A MOBILE VEHICLE FOR EDUCATIONAL PURPOSES

Abstract: *In this work, a mobile vehicle was developed for educational purposes with the following objectives: to promote and disseminate scientific and technological development in robotics, artificial intelligence and computer vision in the Caraúbas campus; Make use of robotics as a teaching and research tool in the bachelor's degrees in science and technology, electrical and mechanical engineering at UFERSA; Deepen knowledge in the various areas*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





studied by students during their training and develop programming skills, hardware design for autonomous robotic systems, computer vision, control and navigation of mobile robots. The vehicle has four wheels and has a rear wheel drive system, which is an electric motor of direct current coupled to the rear axle by means of a reduction box, the electronics for its basic operation was boarded in the vehicle itself, also counting on the possibility of Execute processes and decision making on an external computer to the vehicle. The vehicle serves as a testing platform for different applications, such as testing of different control algorithms of dynamic system, location based on odometry and navigation in indoor environments.

Key-words: Educational module, teaching, Robotic systems, control and automation.

Organização



Promoção

