

## PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO ROBÓTICO AUTÔNOMO MICROCONTROLADO COM NAVEGAÇÃO VIA GPS

**Danilo Calderaro Felicio, Nicholas Yuske Shinozaki Teramoto,  
Vitor Conte do Amaral, Hélio Lourenço  
Esperidião Ferreira, Wagner dos Santos Clementino de Jesus**

Colégios Univap Centro, Rua Paraibuna 75, Jardim São Dimas – 12245-020 - São José dos Campos-SP, Brasil, danilo.calderarof@gmail.com, nicholasteramoto@gmail.com, vconte.br@gmail.com, helioesperidiao@gmail.com, wagner@univap.br.

### Resumo

Em ambientes comerciais amplos como shoppings e supermercados ou até mesmo aeroportos, é comum o transporte de mercadorias e bagagens na área, muitas vezes por longos períodos e distâncias, podendo fazer do passeio uma atividade cansativa para os clientes do estabelecimento. Diante deste problema, o projeto busca, por meio de um sistema microcontrolado guiado por sinais de GPS, auxiliar o seu operador com o deslocamento de objetos de forma autônoma, seguindo-o conforme as coordenadas do seu celular conectado ao robô, através da comunicação Bluetooth. O projeto utiliza de materiais e módulos eletrônicos acessíveis, sendo configurado em uma placa de prototipagem Arduino UNO e programado na linguagem C++. Em conclusão, o protótipo cumpre com seu objetivo de comparar a sua localização com a do smartphone e se deslocar até a sua posição, no entanto, para a aplicação do projeto em situações reais, é necessária a implementação de melhorias, incluindo um módulo de GPS com valores extremamente precisos para locais cobertos, e sensores de distância para evitar colisões.

**Palavras-chave:** Sistema GPS, Sistema Robótico Autônomo, Sistema Microcontrolado, Sistema Bluetooth.

**Curso:** Ensino Médio Concomitante ao Técnico em Eletrônica.

### Introdução

O surgimento moderno dos robôs está associado ao século XX, quando o termo "robô" do tcheco "robota", que significa trabalho forçado, foi cunhado por Karel Čapek em sua peça de teatro *Rossumovi Univerzální Roboti* (Robôs Universais de Rossum), onde foram retratados como seres artificiais, criados para realizar trabalhos pesados e repetitivos que os humanos não querem ou não podem fazer. (NOCKS, 2007)

Após a Segunda Guerra Mundial, os avanços na robótica foram impulsionados pela automação industrial, com a introdução de computadores e a internet. Ao longo das décadas, os robôs evoluíram, tornando-se mais sofisticados e versáteis, desempenhando papéis importantes em diversos campos, desde as linhas de produção até a exploração espacial, medicina e agricultura (Cruz, 2014).

Em um mundo cada vez mais interconectado e dependente da tecnologia, o GPS (Sistema de Posicionamento Global) se destaca como uma das inovações mais impactantes do nosso tempo, revolucionando a forma como nos localizamos e nos orientamos no mundo moderno, oferecendo informações de localização em tempo real em qualquer lugar. A integração da robótica com o GPS é observada em várias aplicações, incluindo atividades agrícolas com máquinas autônomas e mapeamento com drones (ALBUQUERQUE, 2003).

Assim como o GPS, na atualidade o sistema Bluetooth desfruta de uma relevância significativa devido à sua ampla gama de aplicações em diversas áreas da vida cotidiana. Sua capacidade de comunicação sem fio de curto alcance tem impulsionado avanços em tecnologia, permitindo a conexão fácil e rápida de dispositivos em uma variedade de cenários (DANTAS, 2024).

Objetiva-se com o presente trabalho, explorar o desenvolvimento de um sistema robótico autônomo microcontrolado através da placa de prototipagem Arduino UNO, capaz de conferir as informações de

localização do Módulo de GPS Neo-6m presente no robô e comparar com a posição do sistema GPS embarcado no smartphone do operador. Essa troca de informações de localização é feita através de um módulo de comunicação via protocolo bluetooth. Em seguida, o sistema robótico usa o Módulo de Bússola Magnética GY-273, para determinar a direção que o robô deve ser encaminhado para alcançar o portador do smartphone, usando de seus motores elétricos para se locomover até a posição determinada, transportando a sua carga de forma autônoma. (MARGOLIS, 2011).

## Metodologia

Para alcançar os objetivos do projeto e produzir um protótipo funcional, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos de trabalho. Primeiramente, foi realizada uma análise sobre os componentes e materiais necessários para a construção do sistema. Foi levado em consideração o orçamento e disponibilidade do mercado.

Todo o sistema é alimentado por uma bateria recarregável de UPS (uninterruptable power system) 12V e 9A, sendo o suficiente para energizar os módulos e motores. A função locomotiva do sistema robótico é constituída por dois Motores de Vidro Elétrico de Carro que apresentam um sistema de engrenagens com torque suficiente para movimentar toda a estrutura do robô. Esses motores são controlados por um módulo L298N, que controla o seu sentido de rotação, permitindo a manobra do robô.

Para que seja possível a navegação por satélite, utiliza-se o módulo GPS Neo-6m que possui uma precisão de no máximo 2.5m e usa comunicação serial para transmissão de seus dados coletados. Para que o robô possa comparar a sua posição com a de seu operador, é necessário que o sistema tenha uma conexão via Bluetooth com o smartphone do proprietário, através do módulo HC-05. A bússola magnética, módulo GY-273 HMC5883, identifica o norte magnético da Terra e determina a direção do sistema robótico enquanto estiver se locomovendo até o seu destino.

Para integrar todas essas funções, foi utilizada a placa de prototipagem microcontrolada programável, Arduino UNO, que apresenta 14 pinos de entradas/saídas digitais e 6 entradas analógicas, sendo o suficiente para processar todos os dados coletados e transmitir os comandos aos módulos.

A Estrutura física do protótipo é formada por uma caixa de madeira resistente de proporções: 32 x 22 x 13 cm, onde foram fixados os motores (conectados as rodas traseiras), duas rodas frontais, e os componentes que compõem o sistema elétrico, posicionados dentro da caixa.

Para que o dispositivo possa cumprir com seu objetivo, foi instalada uma adaptação na sua parte superior externa, que conta com uma bandeja para encaixar mercadorias, sacolas e outros objetos.

O desenvolvimento do software do sistema foi implementado em C++, uma linguagem de programação de alto nível com uma vasta disponibilidade de bibliotecas e frameworks úteis para a portabilidade entre módulos como o próprio GPS. O programa desenvolvido coleta e compara as informações de localização do robô fornecidas pelo módulo de GPS, as informações de localização do smartphone através do módulo Bluetooth e a orientação da bússola eletrônica. Em seguida usa o módulo L298N para controlar os motores que deslocam o robô para uma localização próxima a do smartphone.

As informações de localização do smartphone do portador, são transmitidas através do aplicativo desenvolvido na plataforma AppInventor, que é responsável por efetuar a simples, porém, muito importante comunicação entre aparelho celular e o módulo bluetooth, fornecendo ao robô as coordenadas do usuário.

A lógica de funcionamento do robô e suas etapas, desde a aquisição das informações de GPS até a tomada de decisão para se deslocar estão representadas na figura 1.

Figura1 – Desenho Esquemático

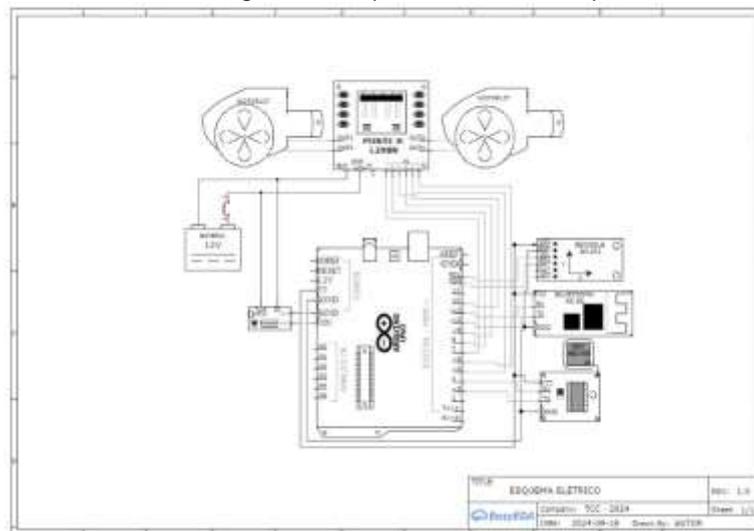


Fonte: O Autor (2024).

## Resultados

O módulo de GPS conectado aos pinos 3 e 4, assim como o de Bluetooth conectado aos pinos 10 e 11, requerem comunicação serial com o Arduino e para isso foi utilizada a biblioteca “SoftwareSerial” em sua programação, permitindo a utilização dos pinos digitais como portas seriais. Os motores foram conectados aos terminais do L298N, que por sua vez precisa de quatro pinos digitais para controle de rotação (pinos 7,8,9 e 12) e dois pinos PWM (5 e 6) para controle de velocidade. A bússola magnética usa da comunicação I2C e por isso é conectada aos pinos SDA e SCL do Arduino. A bateria de 12V é conectada ao L298N para alimentar os motores e também à um regulador de tensão de 9V que permite uma alimentação segura para o arduino e seus módulos. A figura 2 apresenta o esquema elétrico detalhado feito na plataforma EasyEDA.

Figura 2 – Esquema Elétrico Principal



Fonte: O Autor (2024).

Com uma força de torque de 9.12N.m, os motores utilizados apresentaram uma ótima performance nos testes de carga, o robô se mostrou capaz de suportar até 7.5 kg de carga no bagageiro além dos seus próprios 6 kg. De acordo com o cálculo da autonomia da bateria, em uma situação onde todos os módulos estejam sendo usados e os motores funcionando sem cessar em potência máxima, a bateria poderia sustentar o robô por 1 hora e 40 minutos, no entanto, os testes preliminares permitiram uma estimativa de que, em situações reais onde os motores são usados de forma intermitente realizando paradas e com metade da capacidade de peso, o robô seja capaz de operar por mais de 5 horas. Dependendo do ambiente em que se encontra e a qualidade da conexão com os satélites, o protótipo tem como destino uma posição dentro da margem de erro de 2,5 metros especificada pelo fabricante do módulo GPS NEO-6M. O robô atualiza seus dados de localização e de destino periodicamente a cada segundo, sendo o suficiente para processar os dados e realizar os cálculos para o deslocamento.

A figura 3 apresenta o protótipo funcional com seu circuito interno exposto, sem a tampa superior que serve de base para o bagageiro adaptável.

Figura 3 – Sistema robótico com circuitos à mostra



Fonte: O Autor (2024)

## Discussão

Foi observado que módulo NEO-6M possui uma precisão limitada de até 2,5 metros, não apresenta um bom desempenho em ambientes fechados onde a conexão com os satélites não é estável e se mostrou sensível a interferência eletromagnética de outros dispositivos, como a do próprio arduino MEGA utilizado em testes anteriores. Além disso, o uso de dois módulos de comunicação serial dificulta uma leitura constante das informações pois necessita interromper a leitura de um para que possa ler o outro, afetando sua eficiência no deslocamento. O projeto possui uma alta versatilidade devido ao seu chassi, permitindo a conexão de periféricos e o aprimoramento das estruturas de armazenamento, sendo possível a adaptação para diferentes cargas e situações. Alguns exemplos de estruturas incluem caixas, bandejas e ganchos para pendurar sacolas. Assim o robô é capaz de transportar os itens de maneira adequada.

## Conclusão

O protótipo cumpre com o objetivo de transportar objetos de forma autônoma, usando um sistema de comparação de coordenadas fornecidas via satélite e o direcionamento do dispositivo em relação ao norte da Terra para seguir o operador que porta um smartphone vinculado ao robô com uma conexão Bluetooth, podendo assim, dispensar o esforço físico humano. Dessa forma, para que seja aplicado em ambientes como shoppings, supermercados, aeroportos e outros grandes estabelecimentos que envolvam a movimentação de seus clientes e sua bagagem, é necessária a instalação de um módulo GPS mais preciso e sensores de distância para desviar de obstáculos e evitar colisões. Essas melhorias podem contribuir para a inserção da tecnologia de maneira segura em situações do cotidiano.

## Referências

ALBUQUERQUE, Paulo César; SANTOS, Cláudia Cristina dos. **“GPS para iniciantes. Mini Curso – XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento”**. INPE: São José do Rio Preto, 2003.”

CRUZ, Cristiano Cordeiro. **“Desbravando a tecnologia”**. Scientele Studia, São Paulo, v.12. n.3. p. 601-5, 2014.

DANTAS, Tiago. **“Bluetooth”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/bluetooth.htm>. Acessado em 25 de abril de 2024.

NOCKS, Liza. **“Robot: The Life Story of a Technology”** Johns Hopkins University Press, 2007.

MARGOLIS, Michael. **“Arduino Cookbook”**. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.