

Introdução a Robótica

Relatório do Trabalho Prático 2

Grupo 07 – Corrida Maluca.

Componentes: Henrique Silva Chaltein de Almeida
Mauro Antônio da Costa Júnior
Otávio Cardoso Borges

Professor: Mário Fernando Montenegro Campos

1. Proposta

Agora que os grupos estão mais familiarizados com os métodos e ferramentas disponíveis, este trabalho visa desenvolver nossos conhecimentos sobre sensoriamento e processamento de informação. Assim, duas tarefas principais devem ser executadas:

- Adicionar um sensor ótico à montagem, de modo que o robô seja capaz de identificar cores em um conjunto de objetos conhecidos;
- Criar um sistema que permita ao robô identificar linhas escuras no piso (desenhadas sobre um fundo branco) e incorporar este ao sistema. Desenvolver uma lógica baseada neste sistema que torne o robô capaz de seguir trajetórias adequadamente especificadas.

2. Planejamento Inicial

O ponto inicial deste trabalho foi analisar nosso primeiro robô (a “carroça a vapor”) e decidir o que poderíamos aproveitar para este novo projeto. De fato, toda a estrutura básica foi reutilizada, conforme será descrito na seção relativa à montagem. Além disto, dada a natureza das atividades propostas, adotamos como fundamentos para este projeto os seguintes conceitos:

- Usar técnicas de medição diferencial sempre que possível;
- Criar um isolamento para os sensores ópticos, de modo que estes recebam estímulos significativos apenas em uma direção;
- Prover fontes de luz aos sensores ópticos (adequadas ao tipo de medição).

Estas três decisões de projeto se baseiam no mesmo fato: Medições que envolvem sensores de luminosidade são muito susceptíveis a variações de condições do ambiente onde são realizadas. Assim, o isolamento reduz a exposição do sensor a fontes de estímulos externas, a iluminação incorporada ao circuito garante uma quantidade mínima de sinal a ser detectado e a montagem diferencial permite eliminar interferências que atuam sobre todos os sensores envolvidos no mesmo processo. Outra vantagem desta última técnica é reduzir as calibrações que devem ser feitas, uma vez que as influências do ambiente serão reduzidas, não é necessário quantificá-la exaustivamente.

3. Implementação dos Sistemas de Sensoriamento

Para atender às especificações do trabalho, desenvolvemos dois sistemas de medição independentes, sendo um deles para a identificação de cores e o outro para a detecção de transições entre ambientes claros e escuros. Ambos são baseados em resistores fotossensíveis (LDR's) e foram montados em uma mesma placa de circuito impresso. A figura 1 mostra a parte correspondente ao sensor de cores



Figura 1: montagem do sensor de cores

Apesar da baixa resolução da imagem, podemos identificar os componentes principais deste sensor. No centro da figura vemos o LDR envolvido em um tubo termoretrátil, para minimizar a interferência externa. Ao redor foram instalados três LEDs, cada um destes fornece uma das cores primárias (o de cima é vermelho, o da esquerda é azul e o da direita é verde), de modo a tornar possível a medição independente da luminosidade externa.

A lógica de funcionamento deste sistema identifica as cores a partir de quatro medições com o LDR. As três primeiras são feitas com apenas um dos LEDs aceso, permitindo identificar como o objeto reflete cada um dos componentes que definem uma cor. A quarta medida é feita com os três LEDs apagados e subtraída dos resultados anteriores, eliminando a luminosidade ambiente das medidas. Foram feitas várias medidas com os blocos disponibilizados no laboratório, para determinar as faixas de valores que nosso sensor detectava para cada cor. Estas informações foram usadas para montar uma tabela, assim a identificação de cores é essencialmente obter os componentes de cor que o objeto reflete e compará-los com esta tabela. Note que esta implementação funciona apenas quando o conjunto de cores a ser identificado já é previamente conhecido.

Outro ponto a se destacar é a diferença de potência entre os LED's. Por exemplo, nota-se na figura 1 que os LEDs verde e azul são de alto brilho. Além disto, outros fatores como a qualidade das conexões elétricas pode levar a intensidades diferentes entre estes componentes. Para solucionar este problema foram atribuídos ganhos aos resultados de cada leitura de acordo com o LED ativado. Estes valores destes determinados empiricamente.

A figura 2 mostra o sensor para identificar a linha escura.



Figura 2: Sensor de transição claro-escuro

Este sensor foi posicionado na parte de baixo da placa e usa dois LDRs e um LED, conforme pode ser visto no centro da imagem. Como a estrutura do robô forma um plano sobre a montagem, e esta está bem próxima ao chão, não foi necessário isolar cada LDR. No entanto, como a variável a ser medida é a luz refletida pelo piso, foi necessário isolar as laterais do LED, para que ele não provocasse estímulo direto nos LDRs.

A idéia inicial era usar medição diferencial, porém além de ler a diferença de valores seria necessário checar qual dos sensores registrou o valor maior (ou menor). Uma solução mais simples foi baseada na seção 2.4, página 75 de [1], Veículos de Braintenberg. A idéia desta abordagem é criar sistemas puramente reativos, de modo que seu comportamento se assemelhe a uma criatura viva. Os exemplos dados são de montagens hipotéticas em que sensores de luminosidade são ligados diretamente aos motores do robô, de modo que a leitura define diretamente a potência. Desta forma é possível criar modelos que aparentam “fugir” ou “perseguir” fontes luminosas.

De modo semelhante, usamos a leitura de cada sensor para definir a potência de um dos motores. A saída dos sensores foi tratada de tal forma que o valor da saída cresça com a luminosidade. Feito isto, a leitura de um sensor foi normalizada para valores de zero a oitenta. Assim, o algoritmo para seguir linhas que implementamos consiste em acionar os dois motores a vinte por cento de sua potência máxima e somar a este valor a saída normalizada do sensor correspondente, ou seja o sensor direito atua no motor direito e o sensor esquerdo atua no motor esquerdo. Assim, se o robô sair da linha escura para qualquer um dos lados, o motor daquele lado aumentará sua potência, fazendo o sistema virar até que as leituras se igualem novamente. Uma vantagem desta abordagem foi permitir trajetórias suaves, pois a potência adicional é diretamente proporcional ao desvio. Caso os dois sensores parem de detectar a linha escura, implementamos uma lógica que fará o robô girar sobre seu próprio eixo até encontrar uma nova linha. A lógica deste trecho simplesmente aciona os motores com potências iguais em sentido diferente sempre que a leitura dos dois sensores apresenta valores altos e próximos (as faixas de valores que caracterizam se o sensor está sobre a linha escura ou não foram determinadas experimentalmente). Desta forma nosso robô pode, em teoria, seguir qualquer trajetória contínua, mesmo que haja curvas abruptas.

4. **Montagem**

Conforme já foi dito, este novo robô foi construído sobre a montagem desenvolvida no trabalho anterior. Não obstante, a necessidade de implementar novas funcionalidades e a melhoria de alguns problemas observados na última apresentação conferiram características bem distintas a esta nova montagem.

Nossos primeiros esforços foram no sentido de prepara um local adequado para a instalação da placa que contém os elementos sensores. Um ponto considerado foi montá-la sobre as hastes que suportavam o apoio para a caneta do trabalho anterior, visto que esta parte não seria mais necessária agora. Porém, como já havia a idéia de mudar a orientação do robô (de modo que o roll-on fosse o apoio traseiro), desmontamos toda a estrutura de suporte da caneta e remontamos parte dela do outro lado do robô. A figura 3 mostra a montagem atual e a anterior, vistas lateralmente.

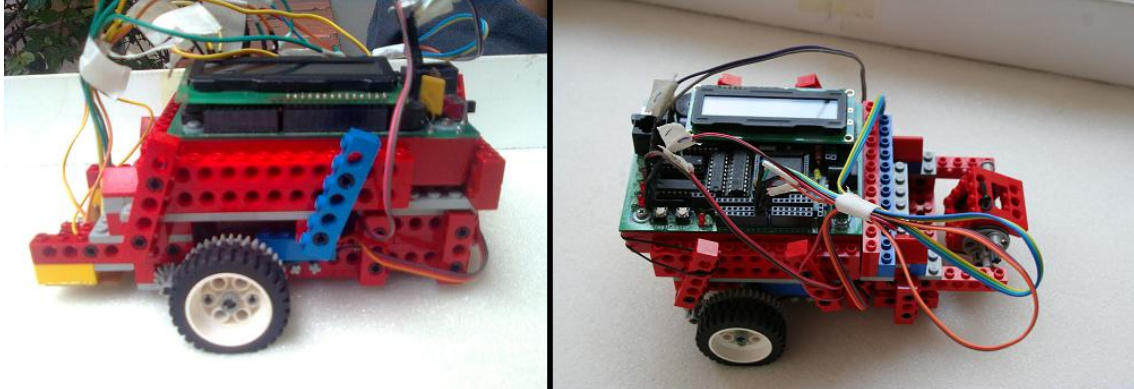


Figura 3: comparação entre os robôs dos tps 2 e 1 respectivamente

Ambas as montagens foram retratadas com suas respectivas regiões frontais voltadas para a esquerda. A placa com os sensores foi colada nas peças amarelas, visíveis na parte frontal do robô, de modo que o sensor de cores está alinhado com o plano de movimento e o sensor de linhas está voltado para o chão. A figura 4 mostra a parte de baixo de ambos os robôs, para fins de comparação.

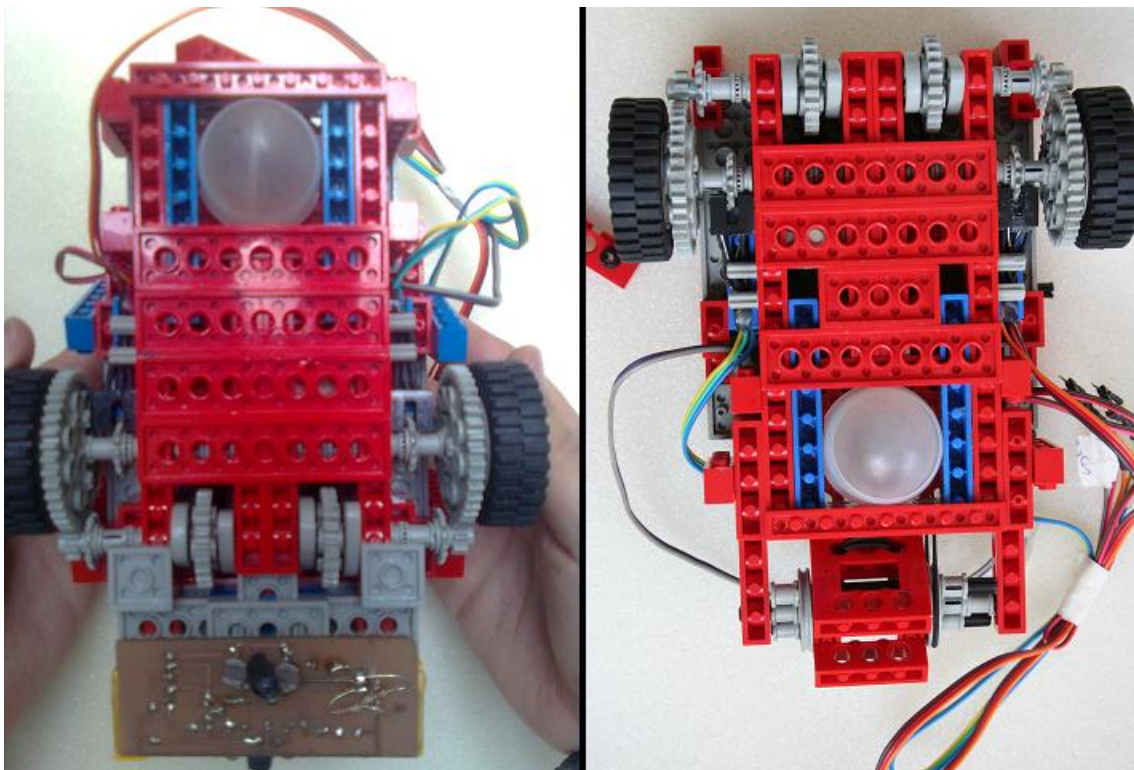


Figura 4: comparação entre a parte inferior dos robôs dos tps 2 e 1 respectivamente

As figuras 3 e 4 mostram que o robô teve um aumento significativo de tamanho e conseqüentemente em seu peso. De fato, além da estrutura de sustentação da placa, a região que contém a handyboard foi ampliada, passando a ocupar a região acima do roll-on. Desta forma foi possível apoiar todos os lados da handyboard com peças LEGO, dispensando a gominha que segurava um de seus lados. Além disto, foi necessário reforçar o vão entre a handyboard e o roll-on, além de travar verticalmente a traseira do robô. Em contrapartida, apenas a estrutura cúbica que sustentava a caneta foi removida. As figuras 5 e 6 mostram a frente e traseira do robô em sua forma definitiva.

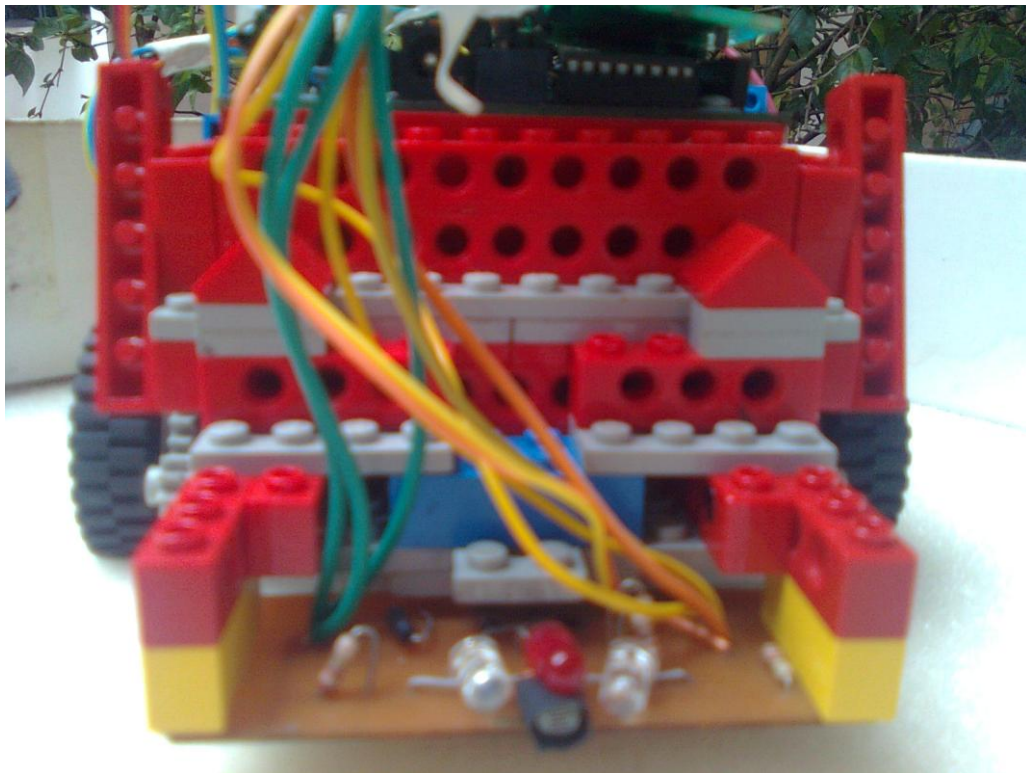


Figura 5: Frente do robô

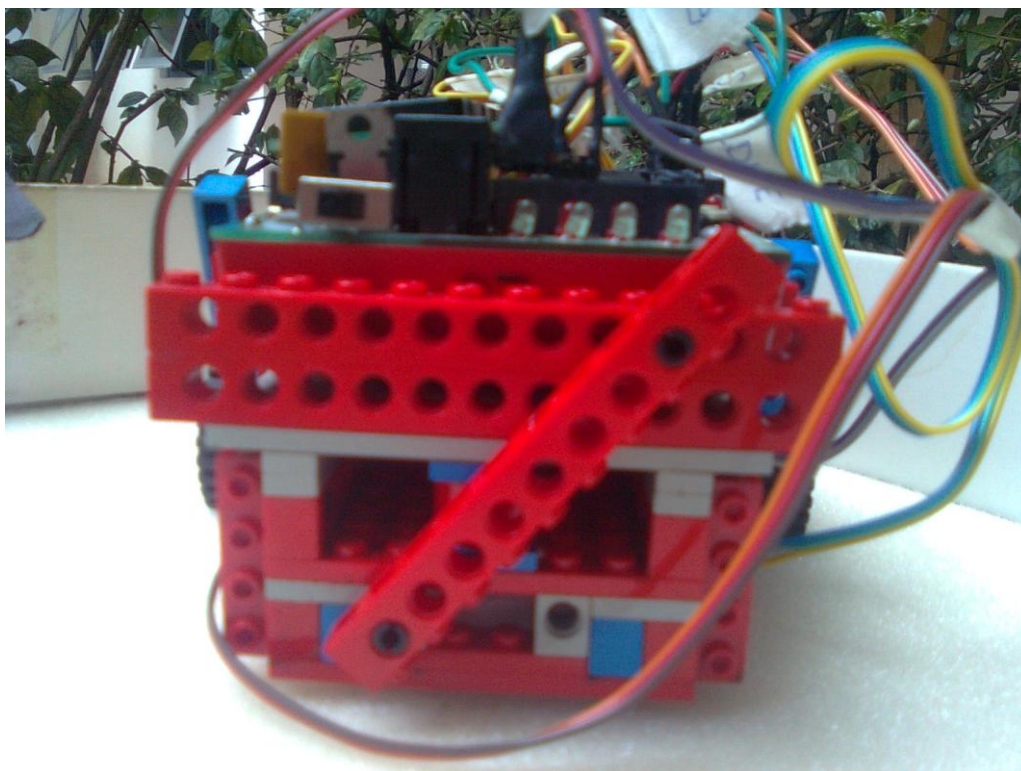


Figura 6: Traseira do robô

Nota-se que as peças adicionais também contribuíram bastante na robustez da estrutura. Os sensores de interrupção de feixe para monitorar a velocidade das rodas foram mantidos (conforme visto na figura 4), porém não foram usados neste trabalho. Apesar disto, decidimos acoplá-los a esta montagem porque provavelmente a usaremos como base para o próximo trabalho e a competição, e certamente estes sensores se farão necessários.

Neste estágio, já tínhamos a montagem pronta e calibrada, mas faltava nomeá-la. Originalmente todos os nossos robôs receberiam o nome de algum carro do desenho animado “Corrida Maluca”, porém devido aos recorrentes erros de identificação de cores nos primeiros testes, quebramos este paradigma e nomeamos nosso segundo robô Dalton.

5. **Testes e Resultados**

Conforme dito no enunciado do trabalho, os objetos cuja cor deveria ser identificada seriam cubos de isopor pintados, disponíveis no laboratório. Havia ao todo seis cores possíveis, das quais os alunos deveriam escolher três que o robô fosse capaz de identificar, e todos deveriam ser capazes de detectar o bloco preto. Nosso grupo escolheu os blocos azul, verde e vermelho para nosso conjunto de possibilidades.

Os primeiros testes mostraram que nosso sensor possuía boas medidas para objetos a até cinco centímetros de distância. Até dez centímetros ainda podíamos discriminar algum sinal, porém com baixa exatidão. O tratamento da informação segue a idéia descrita na seção 3. Uma consequência desta implementação é a incapacidade o robô diferenciar o bloco preto da ausência de blocos, pois em ambos os casos a luminosidade medida para cada componente é muito próxima da luminosidade ambiente. Um fato interessante foi que o robô se mostrou capaz de identificar as cores programadas não apenas nos blocos de isopor, mas também em

outros objetos, como as lixeiras plásticas do prédio e alguns papéis. No entanto, quando ele não foi eficaz em diferenciar cores além das primárias, principalmente as próximas do vermelho.

Para o teste de seguir linhas escuras, foi utilizada a plataforma disponível no laboratório. O sistema apresentou o comportamento esperado, com trajetórias suaves e sem se perder. Uma característica do traçado utilizado foi a existência de bifurcações em formato “T”, para as quais nosso robô sempre seguia pela esquerda, devido a rotação no próprio eixo imposta quando ambos os sensores perdiam a linha. Uma deficiência em nosso método foi a incapacidade do robô se orientar caso ele não esteja próximo a uma linha escura inicialmente. De fato, caso não haja nenhuma linha a ser detectada, o robô ficará girando indefinidamente.

6. **Conclusões e Propostas de Melhorias**

Nosso robô conseguiu realizar todas as tarefas propostas para este trabalho. Pontos de destaque foram a influência da calibração e das condições do ambiente sobre nossas medidas, especialmente no caso da identificação de cor. O conjunto de soluções adotadas para eliminar interferências externas se mostrou bastante eficiente, sobretudo o uso de fontes de luz própria na montagem e as múltiplas medições para determinação de cores. Apesar dos bons resultados, ainda há pontos que necessitam ser melhorados, dentre os quais citamos alguns que julgamos mais relevantes:

- Reavaliar a estrutura mecânica do robô, de modo a reduzir seu peso sem comprometer a rigidez;
- Usar LEDs de potências semelhantes no sensor de cores. Em especial, substituir o LED vermelho por um componente de alto brilho tão logo quanto possível;
- Acrescentar sistemas de isolamento aos LDRs de detecção de faixa escura, para reduzir ainda mais influências indesejadas;
- Substituir o sistema de detecção de velocidade atual por um que utilize elementos para a interrupção do feixe colocados externamente às rodas, possibilitando aproximá-las do corpo do robô, reduzindo a deformação sofrida pelo eixo das mesmas;
- Alterar a interpretação do sinal proveniente do LDR frontal, de forma a diferenciar um bloco negro da ausência de objetos;
- Introduzir no algoritmo de seguir linhas instruções que permitam ao robô procurar linhas na vizinhança quando nada for detectado apenas usando rotações. Algumas propostas são fazer o robô se mover em espiral ou executar aleatoriamente giros e trajetórias retas até encontrar algo para seguir.

Para o próximo trabalho, esperamos ter pelo menos algumas destas melhorias implementadas.

7. **Referências Bibliográficas**

1 – Fred G. Martin. Robotic Explorations, Prentice-Hall, United States of America, 2001.