

Universidade Federal de Minas Gerais
Introdução à Robótica
Trabalho Prático 0 - Movimentação
Documentação

Dimas Dutra
Leandro Maia
Leandro Marcolino
Luciano Borges

30 de agosto de 2007

Sumário

1	Introdução	3
2	Desafios e decisões	3
3	Funcionamento	5
4	Conclusão	6

1 Introdução

A robótica é um campo diverso e multidisciplinar. Uma de suas principais áreas é a robótica móvel, onde deseja-se criar máquinas capazes de mover de forma autônoma no ambiente. Diversos mecanismos podem ser utilizados para realizar essa movimentação. Eles estão diretamente associados ao meio em que o robô irá atuar. No caso de robôs terrestres, é muito comum ser utilizado rodas ou esteiras.

Nesse trabalho será desenvolvido um robô utilizando Lego, capaz de se movimentar em um ambiente terrestre. O robô não poderá utilizar rodas nem esteiras para se movimentar, deverá ser desenvolvido com no máximo 2 motores e não poderá utilizar nenhum controlador para coordenar o seu movimento. O robô deverá ser capaz de percorrer uma distância de pelo menos 30cm em um tempo menor que 4 minutos.

Nas próximas seções, o projeto desenvolvido será apresentado com maior riqueza de detalhes. Mais especificamente, na seção 2, mostra-se os desafios encontrados e as decisões de projeto e implementação. Na seção 3, detalhes sobre o funcionamento do robô são apresentados. Por fim, na seção 4, realiza-se uma conclusão do trabalho.

2 Desafios e decisões

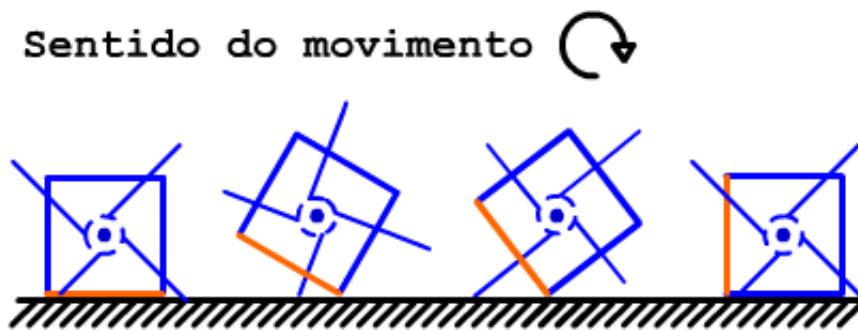
Antes de iniciarmos a discussão sobre o robô construído efetivamente, acreditamos ser relevante algumas informações a respeito das primeiras versões do robô.

Inicialmente optamos por construir um robô que utilizasse pernas como meio de locomoção, pois, mesmo sabendo das dificuldades, acreditávamos que a maneira mais eficiente seria essa. Após iniciarmos a construção do mesmo, verificamos que utilizando 1 motor (número de motores disponíveis no momento da construção) a sincronia das passadas seria de bastante dificuldade, e conforme observado, o robô mancava bastante fazendo com que seu centro de gravidade variasse enormemente, e que no ritmo observado, não seríamos capazes de cumprir com a meta de 30cm em 4 minutos. Diante do exposto, decidimos abandonar o projeto.

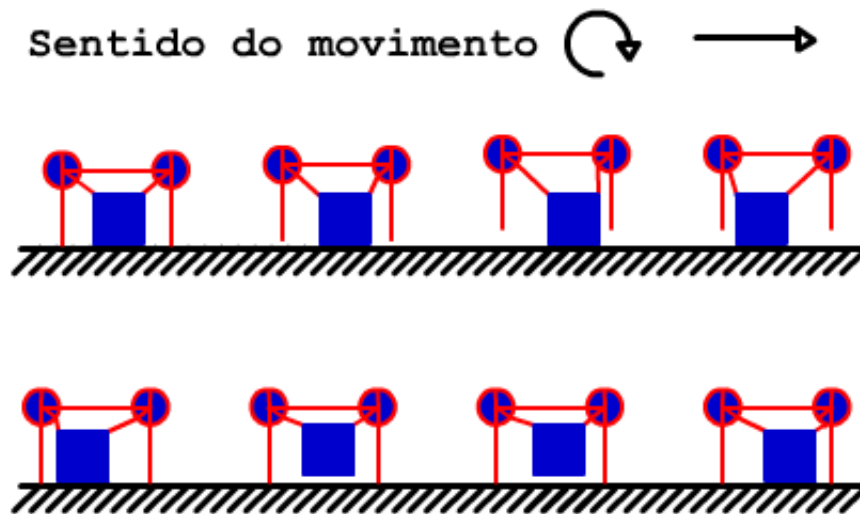
Enquanto discutíamos os motivos que fizeram a primeira idéia falhar, surgiram duas idéias, a princípio bastante plausíveis, e as mesmas foram sendo desenvolvidas em paralelo.

A primeira idéia seria construir um robô em forma de "cubo", onde o movimento seria caracterizado por fazer com que o robô girasse e caísse sobre a face adjacente à face em contato com o chão, face após face, produzindo assim um movimento semelhante à rotação de uma roda. Para que o robô girasse, eram necessárias astes que produzissem torque no robô até que seu centro de gravidade ultrapassasse o ponto pivô, no caso a quina apoiada

ao chão. Iniciamos a construção do robô, mas quando a montagem estava quase completa nos deparamos com a seguinte situação: Se o "cubo" fosse pequeno para que a aste fosse pequena e a queda fosse suave, não teríamos espaço suficiente para colocar todas as engrenagens, correias, braços, etc que precisaríamos; Se o "cubo" fosse grande de forma a acomodar tudo que fosse necessário, precisaríamos de uma aste bastante grande, e pior, o movimento do robô poderia ser brusco de tal forma que a queda sobre a face desejada poderia causar uma queda lateral, inviabilizando assim a conclusão dos objetivos. Por esses motivos, o robô foi colocado de lado, mas não descartado como a primeira versão. A figura a seguir sugere como seria a movimentação do robô em forma de "cubo".



A segunda idéia consistia simplesmente em manter uma parte do robô em contato com o solo enquanto eram feitas as movimentações com "braços". Assim que eles estivessem posicionados da maneira correta, desceriam e suspenderiam o robô que, por deslocamento do centro de gravidade, se deslocaria e os braços seriam novamente movimentados. Após alguns testes e planejamentos mais cuidadosos, chegamos a conclusão que para o robô não mancar os braços deveriam se mexer de forma sincronizada, e mais do que isso, os braços deveriam ter pontos de contato suficientemente longos de forma a evitar derrapagens e que pudessem sustentar todo o peso do robô sem que tombasse ou colocasse em risco o movimento sincronizado. Claramente esta foi a idéia mais bem fundamentada e, conseqüentemente, resultou no projeto do robô final. O principal desafio para este projeto era: Como fazer com que o robô mexesse para frente enquanto seus "braços" estivessem em contato com o solo. Na próxima seção serão apresentados detalhes de funcionamento do robô. A figura a seguir sugere como seria o movimento do robô.



3 Funcionamento

Antes de iniciarmos a descrição do movimento do robô, principal componente desta seção, apresentaremos alguns detalhes a respeito do funcionamento de certas partes em específico, estas que em conjunto geram o movimento do robô.

Iniciando pela caixa de engrenagens, vamos assumir que a rotação produzida pelo motor deverá ser, de alguma forma, transferida para as engrenagens na parte superior do robô, responsáveis por movimentar os braços. Os detalhes de porque as engrenagens estão localizadas desta forma são explicados posteriormente.

O motor do Lego possui uma rotação bastante elevada, no entanto, não possui "força" suficiente para movimentar o robô, por esse motivo reduções deveriam ser feitas de forma que essa "força" fosse suficiente, e mais, se todas as engrenagens girassem na mesma rotação que o motor, o "caminhar" do robô seria completamente descontrolado principalmente pela variação brusca nas direções de movimento. A redução foi feita com um conjunto de engrenagens ligadas ao pinão do motor e transferida via corrente para a parte superior do robô, sendo posteriormente transferida via engrenagens e corrente aos dois eixos responsáveis por movimentar os braços.

Os braços do robô estão firmemente ligados um ao outro por meio de dois eixos, um na parte dianteira e outro na parte traseira. Os eixos citados, além de fortalecer a estrutura do robô - os braços eram as partes mais frágeis do robô - funcionaram como ponto de apoio e aderência adicional enquanto o corpo do robô está sem contato com o solo.

Os eixos responsáveis por fazer com que os braços de movimentassem precisavam estar na parte superior do robô pois precisávamos de grande

área de movimentação das "polias" nas quais os braços estariam presos, e o posicionamento na parte inferior do robô faria com que a mesma encostasse no solo, impossibilitando assim a movimentação adequada.

A posição e direção das engrenagens foi feita de forma que a direção de rotação e deslocamento fosse o mesmo em qualquer um dos eixos de movimentação dos braços. Essa uniformidade foi feita através de reduções e ampliações sucessivas ao longo do robô.

A figura apresentada na seção anterior sugere o movimento apresentado pelo robô, no entanto uma base teórica explica porque o robô se movimenta da maneira apresentada. Ao estar com o corpo encostado no solo, o robô consegue movimentar seus braços livremente pois em uma faixa de aproximadamente 200 graus o braço não está em contato com o solo, e por estar ligado à "polias" de grande raio, possuem deslocamento significativo. Quando os braços tocam o chão, toda sua superfície de contato funciona como um grande aderente que dificulta o deslizamento do robô. Como o motor continua em movimento, uma força continua a ser aplicada pelo motor sobre o braço apoiado. De maneira simplificada, a parte dianteira do braço passa a funcionar como ponto pivô e uma rotação é aplicada ao robô, como o braço não sofre deformação e está devidamente apoiado, a tendência é que o corpo seja suspenso, e como está ligado às "polias", assim como todo o robô, o mesmo é deslocado para uma posição além do ponto central do braço, e a partir daí, mesmo sem a força ou resistência do motor, a rotação seria concluída pela força da gravidade. Ao tocar o corpo novamente no solo, o ciclo de movimentação é reiniciado. Note que a seqüência de movimentos sugere a movimentação interna (corpo) sustentada pela parte externa, e posteriormente a movimentação externa (braços) sustentada pela parte interna.

4 Conclusão

Nesse trabalho, foi desenvolvido um robô capaz de se movimentar em linha reta sem usar rodas ou esteiras. O projeto foi todo desenvolvido em Lego, utilizando apenas um motor. O robô possui duas partes: um corpo interno, com o motor e as engrenagens e uma base externa. A movimentação do robô é realizada movimentando-se alternadamente essas duas partes. Nenhum controlador é necessário para realizar essa movimentação.

Com esse trabalho, desenvolveu-se a capacidade de criar estruturas em Lego, habilidade essencial para a realização dos próximos trabalhos práticos, quando deverá ser desenvolvido tanto a estrutura física quanto a inteligência do robô. Foi interessante notar como é rápido montar (e desmontar) utilizando o Kit do Lego, e consideramos o mesmo como um material muito prático para a experiência e o aprendizado.