

Robótica Educacional – Geometria da direção de triciclos com “drive go- vernor”

Fred Santos

Docente do curso de Sistemas da Informação do Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi e
do Plano de Apoio Pedagógico da UniverCidade.

fredsantos@bol.com.br

Resumo *Esse artigo aborda o projeto de robô móvel em forma de triciclo revelando características peculiares da sua geometria de direção permitindo compreender detalhes de seu dimensionamento a partir do conhecimento do ambiente com o qual ele irá interagir.*

Palavras-Chave: *Informática Educativa, Robótica Educacional, Lego e Robolab*

Abstract *That article approaches the project of movable robot in peculiar characteristics revealing tricycle form of his geometry of direction permitting understand details of its dimension from the knowledge of the environment with which he is going to interact.*

Keywords: *Educational data processing, Educational Robotics, Lego and Robolab*

1 Introdução

Apesar da Robótica Educacional baseada nos kits da LEGO (Foto 1) se utilizar de componentes mecânicos como engrenagens, eixos e polias padronizados, isso não significa que todos os problemas relacionados à mecânica dos robôs sejam resolvidas com simplicidade. Um dos desafios está no dimensionamento de um robô móvel em forma de triciclo com sistema de direção do tipo “drive governor”.

Neste sistema o robô é guiado pela roda de direção, que geralmente é montada a frente das duas rodas de tração e acionadas por um dos motores[2].

Neste trabalho mostraremos uma forma simples de dimensionar um robô partindo do conhecimento do ambiente onde ele vai interagir.

2 Um pouco de robótica

Antes de começar uma palestra, gostamos de nos infiltrar na platéia procurando conversar sobre robótica para sondar o que as pessoas conhecem sobre o assunto. Essa atitude geralmente dá o tom que usamos na introdução.

O que temos percebido é que as pessoas relacionam a robótica ao que vêm no cinema e esta percepção faz com que acreditem que a robótica será de grande utilidade num futuro distante.

Ledo engano. A robótica está presente em nossos lares e cada um de nós tem vários robôs em casa.

O grande problema é que em nossa formação regular, não fomos apresentados a uma disciplina que nos contemplasse com o conhecimento básico que nos permitisse reconhecer e aproveitar melhor o que um robô pode proporcionar [1].

E vamos além, pois acreditamos que o conhecimento de robótica é uma forma de proporcionar cidadania plena.

Para amenizar esta questão fazemos sempre um breve comentário procurando familiarizar os presentes com as seguintes informações:

Os robôs são classificados de acordo com sua semelhança com o corpo humano ou parte deste (vide tabela 1).

Quanto mais alta a classificação maior a proximidade com o ser humano.

Dessa forma, a classe 1, denominada de autômato é um tipo de robô concebido para realizar uma única tarefa de forma automática. Um exemplo desse tipo de robô são as portas automáticas usadas em alguns supermercados que detectam a aproximação das pessoas e permanecem abertas apenas o tempo suficiente para que elas passem, fechando-se em seguida para isolar o ambiente refrigerado da loja do calor externo.

Na classe 2 está a máquina flexível que é um robô com capacidade de fazer tarefas de um mesmo tipo mas se adaptando a ligeiras particularidades de cada uma. Um exemplo disso são as atuais lavadoras de roupa onde se pode escolher programas de lavagem para 2 kg, 4 kg, 6 kg até 10 kg podendo também escolher entre um ou dois enxágües e água fria ou morna.



Foto 1 - Kit de robótica da Lego

Na classe 3 fica o robô móvel. A mobilidade apregoada nesta classe não se refere apenas ao robô que possui meios próprios de locomoção mas também àqueles que são portáteis e assim também podem se mover.

Na verdade a principal evolução desta classe de robô não é a mobilidade mas sim a capacidade de se comunicar com outras máquinas e com o homem[7]. Nesta classe estão os celulares, os relógios de pulso digitais os MP3,4,5...

A classe 4 pertence ao andróide ou humanoide. Nesta classe se enquadram os braços robóticos que vemos sendo usados nas linhas de montagem de veículos automotores.

Na classe 5 ficam os *cyborgs*, acronismo da expressão que, em inglês significa organismo cibernético. Nesta classe de robôs coexistem sistemas mecatrônicos e biológicos. A indústria cinematográfica nos mostrou um exemplo fictício no filme Robocop e de certa forma, isso contribuiu para que as pessoas acreditassem que ainda não seja possível a criação desse tipo de robô mas, uma universidade da Califórnia está desenvolvendo um protótipo, batizado de chow-chow, com o propósito de inspecionar os extensos laranjais americanos e que será capaz de obter energia recolhendo e moendo as laranjas que caem no chão (seu nome é devido ao ruído que faz ao moer as laranjas). Isso será possível a partir da simbiose com uma bactéria especial que transforma a energia do açúcar contido nas laranjas em energia elétrica. Dessa forma ele poderá ter autonomia suficiente para percorrer toda a região para a qual foi designado enviando por telemetria informações como temperatura, umidade, ocorrência de pragas, etc...

Classificação dos robôs	
Classe	Especificação
1- Autômato	Capaz de realizar uma tarefa automaticamente (abrir uma porta, acender a luz se entra alguém no ambiente).
2- Máquina flexível	Pode se adaptar a variações de um mesmo tipo de tarefa (lavadora de roupas com vários programas para tipos específicos de tecido).
3- Robô móvel	Podem ser movidos (por meios próprios ou, portáteis). Sua principal característica é a capacidade de comunicação.
4- Humanoide ou andróide	Construídos a semelhança do corpo humano ou parte deste (como os braços robóticos).
5- Cyborg	Sistemas mecatrônicos e biológicos coexistindo.

Tabela 1 - Resumo da classificação dos robôs

3 Manobras

Em teoria, um triciclo com tração nas rodas traseiras pode realizar dois tipos de manobras: curva e giro. A curva é uma manobra suave onde ambas as rodas traseiras se movimentam com rotações diferentes. Se a curva é para a direita, a roda (traseira) desse lado tem rotação maior que a da esquerda e vice-versa.

O giro é uma manobra mais radical e nela uma das rodas fica parada e serve de centro de rotação para a outra.

Como em ambas as manobras as rodas adquirem rotações diferentes, os triciclos necessitam que se inclua um diferencial [4] entre as rodas tratoras de forma a permitir uma redistribuição adequada da energia fornecida pelo motor/propulsor (vide Figura 1).

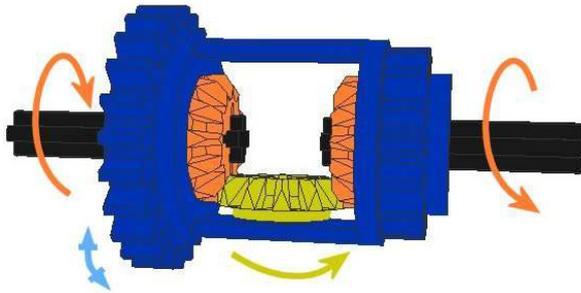


Figura 1 – Diferencial

Na prática apenas a manobra de curva é executada visto que o giro submete o motor a grande esforço pois o diferencial oferece resistência proporcional à diferença de rotação entre as rodas.

4 O ambiente

Para que possamos dimensionar um robô, precisamos primeiro conhecer o ambiente com o qual ele irá interagir. A partir dos obstáculos nele existentes poderemos medir o raio das curvas que o robô terá de fazer para contorná-los.

Uma aplicação bastante comum e incluída quase que obrigatoriamente nas ementas de robótica é o desenvolvimento de um “line tracker” (seguidor de trilha), este tipo de robô usa um sensor de luminosidade[5] para guiar-se por uma trilha (linha grossa que indica a trajetória que o robô deverá seguir).

A própria LEGO fornece como parte integrante do seu kit de robótica, uma pista retangular com os cantos arredondados porém, preferimos usar a pista desenvolvida pela equipe da revista Mecatrônica Fácil, publicada pela Editora Saber (Figura 2).

www.mecatronicafacil.com.br

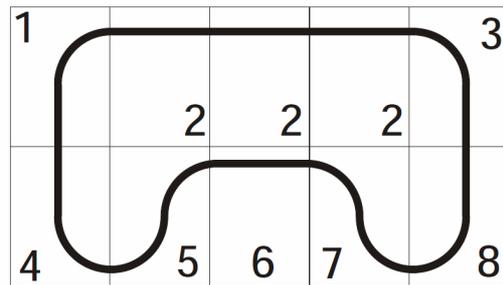


Figura 2 – Lay-out da pista

Nesta publicação a pista é formada por um conjunto de 10 folhas tamanho A4 montadas como mostra o esquema acima.

Para nossos experimentos, colamos a pista em uma placa de isopor com espessura de 25 mm.

Após medirmos a pista constatamos que o raio interno das curvas é de 100 mm.

5 O robô (hardware)

O principal componente para a construção de robôs do kit Mindstorm da Lego é o RCX (Robotic Computer eXplorer), mostrado na Foto 2.

O RCX é na verdade um controlador lógico programável baseado em CPU Hitachi H8/3292.



Foto 2 – O RCX (Robotic Computer eXplorer)

O RCX tem sua autonomia garantida por 6 pilhas alcalinas que lhe confere muitas horas de funcionamento. Examinando a figura acima podemos observar a existência de três entradas, numeradas de 1 a 3, para conexão com os sensores e três saídas identificadas por letras de A a C, onde podem ser conectados motores e lâmpadas. O RCX conta também com um visor de cristal líquido para controle do processamento e informações sobre a leitura dos sensores.

Na face superior tem ainda quatro teclas com as funções abaixo relacionadas:

- Vermelha: *On/Off*
- Verde: *Run*
- Cinza: *Program*
- Preta: *View*

A tecla vermelha liga/desliga o RCX que conta ainda com um time out configurado via software onde o usuário pode selecionar após quanto tempo de inatividade o equipamento desligará automaticamente.

A tecla verde faz “rodar” o programa que estiver selecionado.

A tecla cinza seleciona um dos cinco programas transferidos para a memória do RCX.

E finalmente, a tecla preta ativa/desativa a exibição dos valores lidos pelos sensores em operação.

O kit conta ainda com vários elementos mecânicos tais como eixos, polias, engrenagens, vigas, blocos pinos rodas e muitas outros elementos com os quais podemos construir robôs de vários tipos.

A preocupação maior no projeto do robô diz respeito a geometria de sua direção (Figura 3) pois, em curvas muito fechadas os triciclos costumam não funcionar muito bem.

O ideal é que o robô consiga fazer a curva com a roda dianteira girando em um ângulo máximo próximo de 60°.

Em nosso robô esse ângulo ficou próximo de 54°.

Partindo das informações dimensionais da pista e da informação acima podemos então determinar os valores de C (comprimento nominal do robô) e L (largura nominal do robô).

A determinação de L depende do tipo de roda selecionada para tracionar o conjunto e das dimensões do diferencial instalado.

Em nosso projeto o comprimento C ficou com 81 mm enquanto a distância entre as rodas traseiras (largura da rodagem) L é de 51 mm.

A distância X (raio médio de rotação das rodas traseiras), calculado em função do menor raio de curvatura necessário para o ambiente para o qual foi projetado o triciclo (neste caso 100 mm), não deve ser menor do que a distância entre as rodas traseiras, sob pena de termos resistência (atrito) no diferencial, que pode fazer o robô “travar” nas curvas.

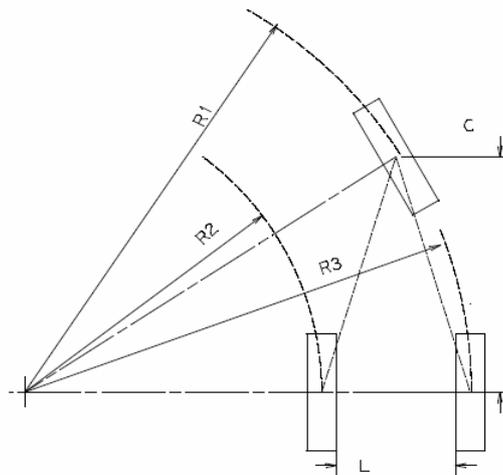


Figura 3 – Geometria da direção do triciclo

O termo “travar” aqui usado refere-se ao fato de que quando o robô faz curvas muito fechadas, seu movimento, que em linha reta é uniforme, passa a ser executado sob a forma de pulsos, ou seja, ele anda e para seqüencialmente dando “pulinhos”.

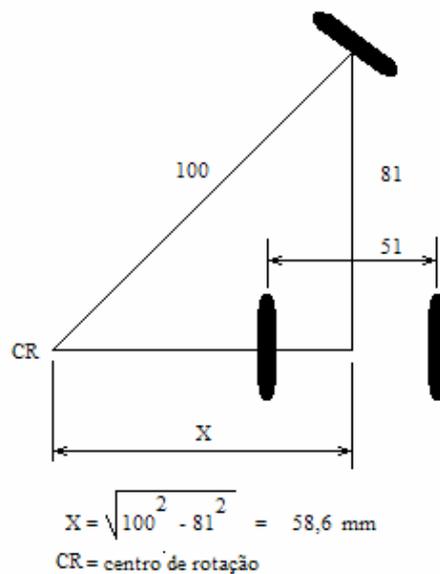


Figura 4 – Cálculo de X

Após algumas dezenas de montagens, observamos que este problema não surgia se o triciclo tivesse sua geometria de direção construída com base nessas proporções.

Como se pode notar na figura 4, o robô que construímos, atende a essa exigência e, portanto seu movimento deverá ser uniforme mesmo durante a curva mais fechada. Em casos excepcionais podemos admitir exceções a essa regra mas, os robôs construídos desse jeito necessitam que todo o seu sistema de transmissão seja lubrificado. O lubrificante usado nestes casos é vaselina líquida, que não danifica a matéria plástica usada na construção das peças Lego e que pode ser facilmente removida.

6 O programa Robolab (software)

Desenvolvido pela National Instruments, a partir do programa LabView que foi usado pela NASA para comandar o robô Sourjourner em sua missão exploratória em Marte.

O Robolab é uma linguagem iconográfica, o que facilita sua compreensão por parte do corpo discente, principalmente no Ensino Básico. Nele a aprendizagem de programação é ainda mais facilitada por sua divisão em dois níveis de programação, Piloto e Inventor [3], cada um com quatro sub-níveis cuja capacidade progressiva de controle tento relatar nas tabelas a seguir:

Nível	Capacidade
Piloto	O aluno recebe gradativamente poderes de controle sobre o robô usando exclusivamente a estrutura de programação "espere por" (repeat until).
Piloto 1	Controla somente uma saída usando o temporizador.
Piloto 2	Controla as saídas A e C permitindo o controle através do temporizador ou do sensor de toque.
Piloto 3	Controla as saídas A, B e C formando programas com duas estruturas fixas onde o elemento de controle pode ser o temporizador, o sensor de toque ou sensor de luminosidade.
Piloto 4	Controla o robô em programas mais extensos permitindo a partir de uma estrutura a criação quantas forem necessárias para controlar a tarefa em questão.

Tabela 2 - Resumo do nível Piloto

Como se pode ver na tabela 2, o nível Piloto libera para o programador poderes básicos de forma a habitua-lo com o controle dos periféricos mais simples do robô (motores, lâmpadas, temporizador, sensor de toque e de luminosidade).

Essa liberação é gradual e permite o amadurecimento de conceitos de programação que serão importantes para que o usuário possa adquirir segurança para experimentar os recursos avançados que só estarão disponíveis a partir do

nível Inventor. Além disso, no sub-nível Piloto 4 o Robolab permite a construção de programas mais longos o que contribui ainda mais para o seu conhecimento. Outro efeito colateral observado no trabalho com robótica é o aumento da percepção de propriedades matemáticas tais como as relacionadas com razões e proporções, necessárias ao projeto das caixas de engrenagens necessárias para transformar a rotação do motor propulsor que se situa em torno de 300 rpm (rotações por minuto) até a rotação adequada ao funcionamento do robô, que varia em função do diâmetro da roda escolhida para a propulsão.

Como se pode constatar na tabela 3, no nível Inventor

Nível	Capacidade
Inventor	Libera gradativamente a utilização de outras estruturas de programação (loop, for, if, etc..).
Inventor 1	Estruturas: seqüências e "espere por" Controles: temporizador, toque Som: bip padrão (nº 4)
Inventor 2	Estruturas: seqüência, "espere por" e um loop (desvio incondicional) Controles: temporizador, toque e luminosidade, nível de potência das saídas (1 a 5). Som: 7 bips disponíveis
Inventor 3	Estruturas: Condição (toque e luz), para (for), 5 loops, multiprogramação Controles: temporizador randômico, nível de potência randômico Som: 7 bips disponíveis, teclado com 5 oitavas
Inventor 4	Estruturas: Condição (toque, luz, temperatura Celsius, temperatura Fa-reinheit, temporizador, contador, caixa postal e ângulo), ângulo Controles: temperatura (Celsius e Fahrenheit), ângulo, rotação, contador, correio, múltiplos contadores Som: idêntico ao nível anterior.

Tabela 3 - Resumo do nível Inventor

estão disponíveis todas as estruturas de programação que compõem o repertório clássico da programação estruturada. Dessa forma, nos cursos superiores da área de sistemas o estudo da programação de robôs a partir do Robolab serve também para reforçar os conhecimentos adquiridos na disciplina Algoritmos. Além disso o trabalho em equipe ajuda a potencializar o espírito de equipe [6], hoje tão desejado no perfil de um profissional de sistemas.

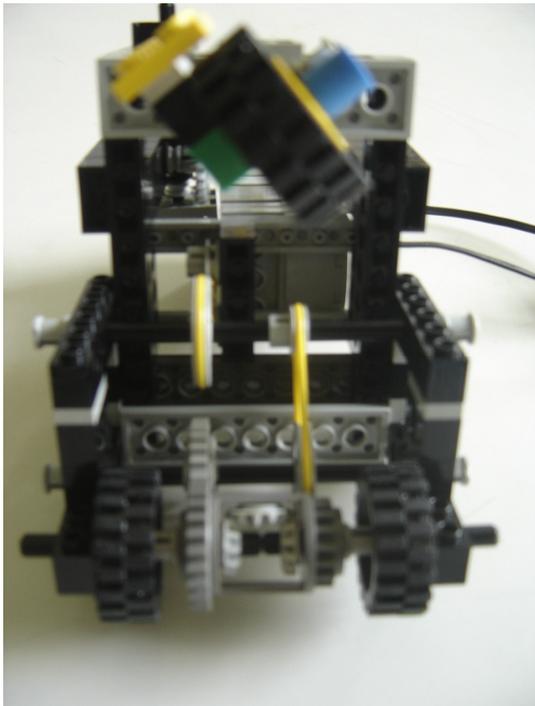


Foto 3 – Vista inferior do robô.

Na foto 3 podemos notar o aspecto final das rodas vistas por baixo e, na foto 4, o triciclo percorrendo a trilha para a qual foi construído.

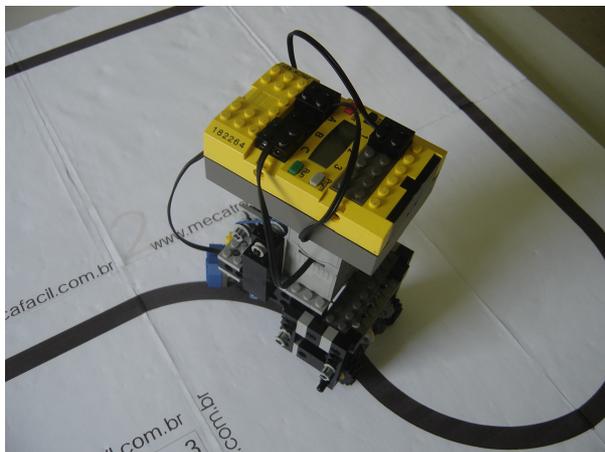


Foto 4 – O robô executando sua tarefa na pista.

Esperamos que este trabalho tenha despertado a curiosidade dos leitores para os quais nos colocamos a disposição para outros esclarecimentos.

Outros detalhes também podem ser vistos nos sites:

www.lego.com/dacta/robofab,

www.legomindstorms.com,

www.cceo.tufts.edu

Referências

- [1] CASTRO, M. R. ; SANTOS, F. F.. Estratégia de alguns professores na construção de conceitos científicos em ambientes tecnológicos de aprendizagem. In: XII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2004, Curitiba. Conhecimento Local e Conhecimento Universal, 2004. p. 1806-1819.
- [2] CRAIG, J. J. Introduction to Robotics – Mechanics and Control. 2nd edition, New York: Addison-Wesley, 1989.
- [3] CYR M.N. Guia do Programa Robolab, Girassol, 2003
- [4] LEGO, Constructopedia (3804), Guide for the Robotics Invention System 2.0
- [5] LEGO, Subassembly Constructopedia (9790), Guide for the Robotics Invention System 1.0
- [6] SANTOS, F. F. . Robótica Educacional com LEGO e ROBOLAB. In: IV Congresso Estadual de Informática na Educação, 2000, Rio de Janeiro. Anais do IV COINFE. Rio de Janeiro : UERJ, 2000.
- [7] SANTOS, F. F. ; BASTOS, S. . Apon-tando Semelhanças entre as Robóticas Educacional e Industrial. In: V COINFE - Congresso Estadual de Informática na Educação, 2001, Rio de Janeiro. Anais do V COINFE. Rio de Janeiro : UERJ, 2001.
- [8] SANTOS, F. F. ; CASTRO, M. R. . A Robótica Educacional Construindo Conceitos Científicos no Ensino Médio: Estratégia de Alguns Professores. In: II HTEM - 2º Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática, 2004, Rio de Janeiro. Anais do II HTEM. Rio de Janeiro : UERJ, 2004.