

Utilização de um carro-robô construído com componentes de baixo custo como ferramenta de apoio ao aprendizado dos conceitos de orientação a objetos

Haetinger Werner, Graziola Paulo Gaspar Jr.

Resumo—A robótica vem encontrando cada vez maior aplicação em diversas áreas do conhecimento. Este trabalho propõe a utilização de um robô como ferramenta de apoio à aprendizagem do conceito de orientação a objetos, visando tornar o processo de ensino-aprendizagem mais rico, dinâmico e prazeroso. Além da programação no computador são introduzidos novos conceitos relacionados a diferentes áreas do conhecimento, como a Física, levando o aluno a buscar soluções para a resolução dos problemas, resultando assim em uma aprendizagem significativa e eficaz. Este artigo descreve o processo de planejamento e construção do robô, da placa controladora e do software.

Palavras-chave — ensino-aprendizado, orientação a objetos, programação, robótica.

I. INTRODUÇÃO

TORNAR o processo ensino-aprendizagem mais interessante é um desafio enfrentado pelo professor em qualquer nível de ensino. A redução dos custos da eletrônica vem permitindo fazer a aplicação da robótica nas diferentes áreas do conhecimento, tornando viável a construção de dispositivos de movimentação autônoma de baixo custo para dar suporte ao ensino-aprendizagem. A idéia principal deste trabalho é utilizar um veículo movido a motor (carro-robô) que foi desenvolvido na UNISC, o qual se desloca sobre uma superfície plana e tem sua trajetória controlada pelo computador. Uma interface de hardware converte em efeito todas as informações contidas em um programa escrito na linguagem C⁺⁺.

Através da programação do veículo explora-se, em sala de

aula, os conceitos da orientação a objetos. Como objetivo geral, o trabalho visa a empregar novo método de ensino-aprendizagem para as aulas de programação orientada a objetos ministradas na UNISC, utilizando o carro-robô como ferramenta de apoio. Assim pretende-se trazer à sala de aula uma aprendizagem mais prazerosa e rica em desafios através da robótica [1]. Os equipamentos de robótica permitem criar ambientes de aprendizagem atrativos onde os alunos interagem com materiais concretos e computadores [2].

O trabalho consistiu em desenvolver o veículo, a placa de interface e o software. Segundo Petry [3] robótica educacional caracteriza-se por criar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados.

O trabalho com robótica permite lidar com problemas diferentes dos problemas tradicionalmente apresentados na escola. A maioria dos problemas escolares são irreais uma vez que desprezam variáveis importantíssimas presentes nos problemas do dia-a-dia [4].

A essência do projeto reside em elaborar atividades e momentos em sala de aula em que se propicia a ação do aluno frente a um problema desconhecido, fazendo com que ele busque com isso a informação e construa conceitos e idéias.

Neste artigo serão usados os termos robô, carro-robô, veículo e protótipo de forma intercambiável. O artigo é organizado da seguinte forma: na seção II é descrita a construção do protótipo; na seção III é descrita a placa de interface; na seção IV é apresentada a abordagem em sala de aula; na seção V são mostrados os resultados e na seção VI são apresentadas as conclusões.

II. A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

A. A Escolha do Robô

Para implementar o robô foi escolhida a forma de um veículo, por ser de construção simples devido a não possuir tantas peças móveis como um braço mecânico. Veículos em robótica geralmente servem para fazer estudos em inteligência artificial, como desviar de obstáculos, escolher trajetórias alternativas, etc. Porém nesta aplicação o veículo é usado apenas para executar os comandos enviados pelo computador.

Artigo submetido em 14, junho, 2002. Este trabalho foi desenvolvido na UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul - Brazil, Departamento de Informática.

Haetinger, Werner é professor do Departamento de Informática da UNISC, Av. Independência, 2293, Bairro Universitário, CEP. 96815-900, Fone: (051)717-7300, Fax: (051)717-1855, e-mail: werner@dinf.unisc.br.

Graziola, Paulo Gaspar Jr. é professor da Escola de Educação Básica Educar-se da UNISC, Av. Independência, 2293, Bairro Universitário, CEP. 96815-900, Fone: (051)717-7300, Fax: (051)717-1855, e-mail: pauloj@educar-se.unisc.br.

B. O Processo de Planejamento do Robô

A equipe envolvida no processo de planejamento e construção do robô é constituída por 4 alunos do curso de Ciência da Computação e pelo professor. Os alunos possuíam pouca experiência nas áreas de mecânica e eletrônica, porém sentiram-se desafiados pela proposta e a adotaram. O trabalho de construção do robô e da placa durou 1 ano.

As características desejáveis para o carro-robô são baixa velocidade, possibilidade de realizar movimentos para os lados, dar marcha à frente e a ré, boa manobrabilidade. Um veículo demasiadamente veloz torna-se difícil de ser controlado em sala de aula, pois as dimensões do ambiente são pequenas, podendo atravessar toda a extensão da sala de aula em poucos segundos.

O veículo desenvolvido pela equipe tem duas rodas e um sistema de tração diferencial [5], onde cada roda é controlada por um motor independente, o que possibilita executar movimentos para frente, para trás e para os lados, dispensando o uso de mecanismos complicados para fazer o controle de direção. Até mesmo curvas bastante fechadas, com ângulo de 90 graus, são possíveis de realizar, visto que o robô pode girar em torno do seu eixo central.

Os motores adotados são de corrente contínua e baixa rotação, do tipo usado na linha automotiva em limpadores de pára-brisas, os quais foram adquiridos em um comércio de ferro-velho a um custo baixo. Esta primeira versão do veículo não possui nenhum tipo de realimentação (feedback), sendo controlado apenas pelo tempo de acionamento dos motores.

C. A Fonte de Energia

Todo robô precisa de uma fonte de energia que é importante para acionar seus motores. A fonte de energia pode estar a bordo do robô (geralmente são do tipo baterias recarregáveis) ou pode ser externa a ele. As baterias apresentam um custo relativamente elevado e exigem cuidados periódicos. A vantagem das baterias é dispensar um fio condutor que se estende desde uma rede elétrica até o veículo. Já as fontes de alimentação externas são baratas e não exigem manutenção, além de tornarem o veículo mais leve e de menor tamanho, porém é necessário haver um par de fios elétricos ligando a fonte e o robô.

No nosso caso optou-se por empregar uma fonte de alimentação externa do tipo encontrada em computadores, que fornece 12 V para os motores e 5 V para a placa de controle.

III. A PLACA CONTROLADORA

A placa de controle é o dispositivo de interface que fica interposto entre o computador e o carro-robô, fazendo a conversão dos sinais de baixa intensidade vindos do computador em sinais de maior intensidade que são enviados ao veículo. Esta placa recebe as instruções em hexadecimal fornecidas pelo programa no computador e as converte em sinais de acionamento que são enviados aos motores do veículo. A placa de controle foi desenvolvida na Unisc usando

como base [6], [7] e [8] que abordam os princípios da comunicação de computadores e da eletrônica digital.

Para enviar dados ao robô foram utilizados apenas 5 pinos da porta paralela do computador [9], que é bastante simples de ser usada porque fornece os sinais em paralelo.

Resumidamente a placa consiste de um banco de acopladores ópticos do tipo TIL111 ou 4N25 que recebem os sinais da porta paralela e os conduzem para o interior da placa, além de isolar eletricamente o computador da placa, Figura 1.

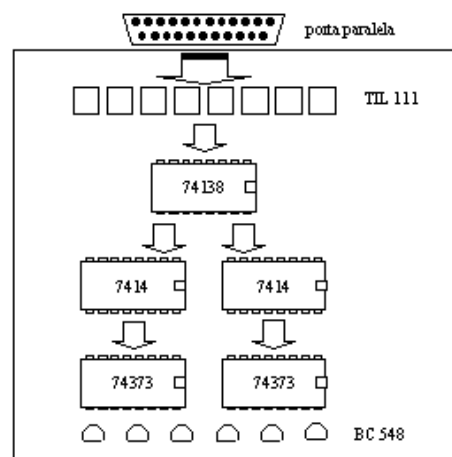


Fig. 1. Esquema da placa controladora.

Após passar pelos acopladores ópticos o sinal segue para um circuito integrado 74138 que seleciona um dentre os CI's 74373 ativando-o. Os inversores 7414 servem para converter um pulso de descida em um pulso de subida e vice-versa.

Os sinais que saem do 74373 passam para um banco de transistores do tipo BC 548 cuja finalidade é aumentar a intensidade do sinal que em seguida vai para o banco de relés e então segue para os motores, figura 2.

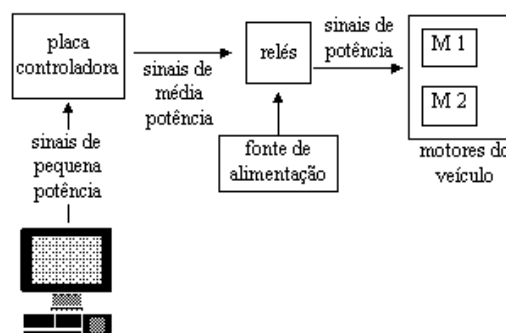


Fig. 2. Esquema geral do controle.

Apenas um CI 71373 está habilitado a receber comandos em cada instante, fazendo com que apenas um motor seja controlado de cada vez. O comando enviado pelo computador permanece memorizado no 74373, até que outro comando modifique o seu estado.

Cada motor pode assumir os seguintes estados conforme o valor hexadecimal enviado a ele pelo programa: ligado em sentido horário, ligado em sentido anti-horário e desligado. Os

circuitos integrados são todos do tipo TTL, que são alimentados com a tensão de 5 V fornecida pela fonte externa.

IV. A PROGRAMAÇÃO

A etapa de programação do robô foi desenvolvida ao longo da disciplina de programação III do curso de Ciência da Computação da UNISC, na forma de trabalho prático de programação no modelo de objetos [10].

Nos dois primeiros meses de aula foram abordados os conceitos gerais da orientação a objetos. Em meados do semestre o veículo foi apresentado aos alunos em aula sendo-lhes explicado o funcionamento da placa de controle e do quadro de relés, bem como os valores hexadecimais que devem ser enviados à porta para fazer os motores funcionarem. Então foi entregue aos alunos um enunciado do trabalho contendo as informações gerais sobre o programa: deve ser orientado a objetos e deve ter uma interface amigável com o usuário e um controle fácil do robô.

Esta atividade colocou os alunos diante de novos desafios, levando-os a pesquisar as equações da Física, a comunicação em baixo nível (hexadecimal) e a utilizar os conhecimentos de programação orientada a objetos já adquiridos.

O conhecimento dos alunos em Física é importante para expressar, através de formulações e cálculos, a velocidade linear do robô em função da velocidade angular de rotação dos motores e do diâmetro das rodas. Através da medida do tempo de acionamento de cada motor os alunos desenvolvem as funções (métodos) que fazem o veículo percorrer a distância desejada.

Na área de programação orientada a objetos são trabalhados diversos conceitos:

Abstração: a abstração do sistema do robô é feita pelos alunos através de uma descrição simplificada que enfatiza alguns dos detalhes ou propriedades que são importantes ao usuário, enquanto suprime outros que são imateriais [11],[14]. A abstração é uma das maneiras fundamentais com que nós humanos, lidamos com a complexidade, é o processo de focalizar sobre as características essenciais de um objeto.

Modelagem: a modelagem das entidades (classes) é realizada pelos alunos dando-lhes a liberdade para fazê-la à sua maneira.

Classes: por sua própria natureza, o carro-robô é ideal para trabalhar o conceito de classes: um conjunto de dados com procedimentos que podem agir sobre estes dados [12]. O veículo possui uma parte privada e uma interface pública. A parte privada de um objeto trata do seu estado interno e das suas operações internas e a parte pública trata da comunicação com o mundo exterior [14].

Encapsulamento: o aluno identifica quais são os atributos do robô que podem ser encapsulados. O encapsulamento serve para separar a interface contratual de uma abstração de sua implementação, é a ocultação de informações que não contribuem para suas características essenciais. O aluno é levado a perceber que o encapsulamento permite modificar a representação de uma abstração sem perturbar nenhum de

seus clientes. Encapsulamento ajuda a administrar a complexidade escondendo a visão interna das nossas abstrações.

Objeto: explora-se o conceito de objeto uma vez que o carro-robô é um objeto e portanto tem uma identidade própria, um estado interno e executa um papel bem definido. Objeto (o robô) pode ser visto como uma unidade singular de serviço [14].

Métodos: o aluno precisa desenvolver as ações que o objeto deve executar. Objeto é uma bolha de inteligência que sabe como agir numa determinada situação e entra em ação quando recebe uma mensagem. Cada objeto (motores e o veículo como um todo) deverá ter um comportamento programado (andar para frente, para trás, fazer curvas, parar, etc) utilizando os conceitos de métodos públicos e privados.

Agregação: o conceito de agregação permite fazer o agrupamento físico de estruturas logicamente relacionadas, quando o aluno modela o veículo como um objeto maior, que por sua vez é constituído de objetos internos a ele (os dois motores).

Herança: herança simples é usada para estabelecer um relacionamento entre classes onde uma classe compartilha a estrutura ou os procedimentos definidos em outra. O aluno é levado a perceber que a herança faz com que as subclasses não aumentam de tamanho por utilizarem a estrutura e procedimentos da sua superclasse.

Através deste trabalho de programação diversos conceitos de orientação a objetos foram pesquisados e utilizados pelos alunos, que puderam verificar o uso destes conceitos numa aplicação prática.

V. RESULTADOS

A robótica permite que os alunos se deparem com problemas sistêmicos onde várias partes interagem e várias soluções são possíveis.

Conseguiu-se atingir o objetivo geral onde buscou-se utilizar um novo método para o ensino-aprendizagem da programação orientada a objetos, contribuindo para um melhor aprendizado do aluno e complementando a prática do professor com uma nova ferramenta.

Explora-se a robótica não somente pela parte estética do material, mas pelas atividades que dela se originam fazendo com que o aluno pense, desafie e aja, construindo, com isto, conceitos e conhecimento.

Do ponto de vista dos alunos, a atividade trouxe uma maior interação e dinamismo à sala de aula, permitindo que o aprendizado ocorresse de forma mais participativa. O material disponibilizado, o carro-robô, permite criar um ambiente de aprendizagem mais rico, onde os alunos interagem com materiais lúdicos e computadores [2]. Este cenário permite aos alunos confrontarem diversos conceitos com a própria realidade, estimulando novos raciocínios, possibilitando o “construir” soluções para problemas concretos.

O aluno torna-se agente do seu próprio conhecimento e a

atitude ativa frente aos desafios faz com que procure informações (em fontes diversas) sobre o tema em que está trabalhando, gerando espontaneamente uma integração com diferentes disciplinas, como a Física e a robótica.

O aluno passa de um nível de abstração que antes era centrado apenas numa imagem bidimensional exibida na tela, para um nível concreto, o robô, onde o resultado do processo de programação se materializa em um protótipo real e tridimensional.

A figura 3 mostra os alunos utilizando o carro-robô em sala de aula.



Fig. 3. Uso do carro-robô em sala de aula.

O resultado do trabalho forneceu uma ferramenta, um robô, que futuramente poderá encontrar aplicação em outras áreas da informática como inteligência artificial, tolerância a falhas e informática na educação.

Como trabalho futuro está sendo desenvolvida uma atividade com alunos de Pré-Escola na faixa etária de cinco anos, que consiste em comandar o carro via teclado, possibilitando desenvolver na criança o raciocínio lógico, a capacidade de resolução de problemas, as noções básicas de lateralidade e as relações intra e interpessoais, além de estimular a criatividade [13].

VI. CONCLUSÃO

O uso de um robô como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem é uma proposta interessante porque permite aos alunos confrontarem diversos conceitos com a própria realidade.

Destaca-se ainda que o uso de materiais recicláveis e de baixo custo é uma proposta viável para desenvolver equipamentos mais complexos, como um robô, que é utilizado como material de apoio ao ensino-aprendizagem.

O novo método de trabalho utilizado tornou a aula mais atrativa, participativa e o conteúdo foi assimilado pelos alunos de forma mais prazerosa.

A ferramenta desenvolvida, o robô, também oferece condições para que professores possam planejar outras atividades, organizar os materiais, testar idéias originais, comprovar hipóteses, executar experiências, observar as

situações criadas e finalmente sistematizar a aprendizagem através de roteiros de atividades.

Observou-se que esta atividade prática foi um diferencial importante acrescentado às aulas da graduação e que aumentou o interesse e a motivação pela aula por parte dos alunos, que acharam a atividade muito interessante e enriquecedora, uma vez que raramente têm acesso a tal tipo de equipamento.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul e à Escola de Educação Básica Educar-se pelo apoio logístico e financeiro dado à esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] JANE, Ana Maria Ângela; MAURÍCIO, Jarina, “Robótica Pedagógica”, Pontifícia Universidade Católica / III Milênio, São Paulo, agosto, 1998.
- [2] PETRY, Paulo Padilla, “Processos Cognitivos de Professores num Ambiente Construtivista de Robótica Educacional”, dissertação de mestrado, UFRGS: Curso de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento, Porto Alegre, 1996.
- [3] PETRY, Paulo Padilla, “O que é robótica educacional”, disponível em <http://www.psico.ufrgs.br/lec/repositorio/robot/rob2.html>, acessado em março de 2001.
- [4] PETRY, Paulo Padilla, “Objetivos para o trabalho com Robótica Educacional”, disponível em <http://www.psico.ufrgs.br/lec/repositorio/robot/rob4.html>, acessado em março de 2001.
- [5] LIMA, Luis Eduardo Martins de, “Modelagem e Controle de um Robô Móvel a Rodas”, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 1995.
- [6] NORTON, Peter, “Desvendando o PC”, Campus, Rio de Janeiro, 1996.
- [7] BRANDASSI, Ademir E., “Eletrônica Digital”, Livraria Nobel S/A, Siemens, São Paulo, 1983.
- [8] DOKTER, F.; STEINHAEUER, J., “Eletrônica Digital”, ed. Paraninfo, Philips, Madrid, 1977.
- [9] FAGUNDES, Dione; SARTORI, Josimar; CATUNDA, T.; NUNES, L. A. O.; “Usando a Porta Paralela do Micro PC”, Revista Brasileira para o Ensino de Física, vol. 17, no. 2, pp. 196-201, Junho, 1995.
- [10] COAD, Peter, “Desenvolvimento Orientado a Objetos”, Rio de Janeiro, Campus, 1986.
- [11] BOOCH, G., “Object-Oriented Analysis and Design With Applications”, 2a ed. Redwood City-California: The Benjamin/Cummings, 1994.
- [12] MARTIN, James, James, Odell, “Análise e Projeto Orientados a Objeto”, Makron Books, São Paulo, 1996.
- [13] LOLLINI, Paolo, “Didática e Computador”, Loyola, São Paulo, 1991.
- [14] LISBÔA, Maria L. Blanck, “MOTF: Meta-objetos para Tolerância a Falhas”, Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1995. Tese de Doutorado.