O ENSINO E APRENDIZADO DE TÉCNICAS DE PROGRAMAÇÃO EM TEMPO REAL UTILIZANDO O KIT LEGO MINDSTORM

Cleber Albert Moreira Marques[1], Euclério Ornellas Filho[1], Murilo Plínio Nogueira Ribeiro[1], Rafael G. Bezerra de Araújo[1]

[1]Escola de Engenharia e TI – Universidade Salvador (UNIFACS)
Rua Vieira Lopes, nº. 2 - Rio Vermelho - CEP: 41.940-560 - Salvador - Bahia – Brazil

{cleber.amm, euclerio}@gmail.com, murilo.ribeiro@pro.unifacs.br, Rafael.araujo@ unifacs.br

Abstract. *During the Real-Time Systems subject of the Engineering courses at the Universidade Salvador - UNIFACS, students are invited to develop prototypes using the LEGO MINDSTORM NXT kit and real-time programming techniques. The prototypes are unified to be part of an integrated manufacturing system (IMS) composed by six (6) parts wherein each of these, maneuvers and carries the same cargo through different routes and methods. The integrated manufacturing system was developed to provide for the designers the experience to develop prototypes able to move, react to colors and communicate with others prototypes autonomously. The article shows the importance of the subject in the skills and abilities development within the engineering ambit and assembly from the perspective of a carrier prototype, part of the IMS. The Carrier was mounted with a set of smart bricks, light sensors, programmable logic controller (PLC), MINDSTORMS proprietary software, and was programmed using NXC programming language with techniques of shared resource management, interprocess communication, multithreading and good programming practices; topics studied in the Real-Time System subject of the undergraduate courses of Computer Engineering, Electrical Engineering and Mechatronics Engineering of the Escola de Engenharia e Tecnologia da Informação (EETI) at the Universidade Salvador (UNIFACS).*

Resumo. *Durante a disciplina de Sistemas de Tempo Real dos cursos de Engenharia da Universidade Salvador – UNIFACS, os estudantes são convidados a desenvolver protótipos utilizando o kit LEGO MINDSTORM NXT e técnicas de programação em tempo real. Os protótipos são unificados para fazerem parte de um sistema integrado de manufatura (SIM) composto por 6 (seis) partes em que cada um destes manobra e transporta a mesma carga, por trechos e com métodos distintos. O sistema integrado de manufatura foi desenvolvido a fim de proporcionar aos estudantes a experiência de desenvolver protótipos capazes de move-se, reagir a cores e comunicar com outros protótipos, autonomamente. O artigo apresenta a importância da disciplina no desenvolvimento de competências e habilidades no âmbito da engenharia e a montagem sob a perspectiva de um protótipo transportador, parte do SIM. O transportador foi montado com um conjunto*

de blocos de encaixe, sensores de luz, controlador lógico programável (CLP), software proprietário da MINDSTORMS, e foi programado utilizando a linguagem de programação NXC com técnicas de gerenciamento de recurso compartilhado, comunicação interprocessual, multithreading e boas práticas de programação; temas estudados na disciplina de Sistemas de Tempo Real nos cursos de graduação em Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecatrônica da Escola de Engenharia e Tecnologia da Informação (EETI) da Universidade Salvador (UNIFACS).

1. Introdução

Atualmente diversas aplicações apresentam comportamentos seguindo restrições temporais sendo identificadas como Sistemas de Tempo Real. As necessidades de correção temporal em aplicações para controle de plantas industriais, de tráfego, telecomunicações, robótica, etc. requerem novas metodologias e ferramentas para evitar perdas financeiras, ambientais ou humanas. Essas aplicações demandam recursos computacionais e metodologias que ultrapassam as ferramentas até então utilizadas. Esse novo cenário compreende o desafio para os engenheiros que projetam, fabricam, operam e mantêm esse tipo de sistema.

A disciplina Sistemas em Tempo Real está presente na matriz curricular de diversos cursos aparecendo normalmente no núcleo de conteúdo específico para os cursos de Eng. de Computação, Eng. Elétrica, Eng. Mecatrônica, entre outros. É uma componente curricular muito importante para a formação destes estudantes, uma vez que juntamente com a disciplina de sistemas embarcados e programação de microcontroladores completa o ensino de linguagens de programação, em especial, com uma visão do paradigma de automação. A disciplina de Sistemas de Tempo Real proporciona ao estudante o primeiro contato com a programação de sistemas computacionais para aplicações de tempo real. [Araújo 2014]

Neste contexto, a proposta aqui apresentada foi desenvolvida com o objetivo de envolver o estudante no estudo dos temas relacionados aplicando-os na prática. A proposta aplicada em sala de aula, que em muitos momentos acontece no laboratório de dispositivos móveis e sistemas embarcados da UNIFACS, compreende-se em um desafio que é passado aos alunos logo na quarta aula, após contextualizações e conceituações. Os estudantes devem se organizar em equipes para desenvolverem cada protótipo do Sistema Integrado de Manufatura (SIM).

Para um desenvolvimento uniforme, são distribuídos às equipes KITs LEGO MINDSTORMS NXT que utiliza vários eletrônicos avançados para proporcionar um sistema com ampla funcionalidade e de fácil montagem, através dos blocos de encaixe. O kit é composto pelos blocos, por sensores ativos, sensores passivos, atuadores, controlador lógico programável (CLP), fonte de alimentação e miscelâneas. O objetivo em utilizar estes kits é desvencilhar a diversidade de habilidades trazidas pelos estudantes, numa tentativa de homogeneizar os grupos, fixando às atividades mesmo aqueles alunos que não trazem uma bagagem no desenvolvimento de sistemas embarcados ou sistemas computacionais. [Benedettelli 2007]

A turma é dividida em 6 equipes, cada uma responsável pelo desenvolvimento de uma parte do SIM, que deve funcionar separadamente e conjuntamente. Os estudantes de cada protótipo, projetam as dimensões físicas e definem as características da comunicação em conjunto, durante a fase de projeto, para garantir que os sistemas que interagem durante o transporte sejam compatíveis. Nesta etapa os estudantes aplicam os assuntos estudados em sala de aula ao protótipo, tais como sistemas operacionais em tempo real (RTOS), programação em multitarefa (Threads e exclusão mútua) e algoritmos de escalonamento.

2. Considerações

Para a elaboração do protótipo transportador apresentado, são levadas em consideração as dimensões físicas e a compatibilidade física e de comunicação com os demais protótipos envolvidos no SIM. As técnicas de tempo real empregadas garantem o funcionamento esperado, estável e sem falhas do transportador. O projeto transportador deve atender as exigências de prazos de entrega e deslocamento seguro, fazendo com que o transporte de cargas acontecesse no tempo esperado e com a capacidade de interação com os outros protótipos que compuseram o SIM.

A utilização do kit LEGO MINDSTORMS NXT é importante para a utilização de técnicas de projeto e programação em tempo real permitindo a abordagem prática dos conteúdos estudados na disciplina nos cursos de graduação em Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecatrônica da Escola de Engenharia e Tecnologia da Informação (EETI) da Universidade Salvador (UNIFACS), servindo de elemento motivador para o bom aproveitamento da disciplina por parte dos estudantes.

Referencias

Araújo, Rafael (2013) “Aulas de Sistemas de Tempo”. Disponível em: <http://www.harpia.eng.br/str.html>. Acesso em: 15 novembro 2013.

Benedettelli, Daniele (2007) “Programming LEGO NXT Robots using NXC”, 2007. Disponível em: <http://www.bricxcc.sourceforge.net/nbc/nxcdoc/NXC_tutorial.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro 2014.

Referencias Complementares Sugeridas

Lejos, osek. (2009) “What is nxtOSEK?”. Disponível em:

<http://lejos-osek.sourceforge.net/whatislejososek.htm>. Acesso em: 15 novembro 2013.

Toppers, Toyohashi (2003) “OPen Platform for Embedded Real-Time Systems”. Disponível em: <http://www.toppers.jp/en/jsp-kernel-e.html>. Acesso em: 15 de novembro 2013.

The University of Texas (2011). A User-Level Thread Package, 2011. Disponível em: <http://www.cs.utexas.edu/users/dahlin/Classes/UGOS/labs/labULT/proj-ULT.html>. Acesso em: 8 abril 2013.

Shaw. Alan C (2003) “Sistemas e software de tempo real”, Porto Alegre: Bookman, 2003. 240 p.

Tron Association (2002) “µLTRON4.0 Specification”. Disponível em: <http://www.ertl.jp/ITRON/SPEC/FILE/mitron-400e.pdf>. Acesso em: 04 de janeiro 2014.

Laplante, Phillip A. (2004) “Real-time systems design and analysis”. 3rd ed. Estados Unidos da América: Instutute of Electrical and Electronics Engineers, 2004. 505 p.

Burns, Alan (2009) “Real-time systems and programming languages: Ada”, Real-time Java and C/Real-time POSIX. 4rd ed. Inglaterra: Pearson Education Limited, 2009. 602 p.

Farines, Jean-Marie (2000) “Sistemas de Tempo Real”. Disponível em: <http://www.das.ufsc.br/~romulo/livro-tr.pdf>. Acesso em: 11 de junho 2014.

Silberschatz, Abraham (2000) “Sistemas Operacionais”. Rio de Janeiro: Campus Ltda, 2000. 585 p.