



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Pesquisa, Ensino e Extensão por meio de Competições Robóticas

Tomas Partel Dambroski¹, Marilza Antunes de Lemos², Márcio Alexandre Marques³, Galdenoro Botura Jr⁴, Eli Tadeu Gonçalves Nunes⁵, Rodrigo Lemos Del Poço⁶, Lucas Arna Matos dos Santos⁷, Bianca de Oliveira Schmidt⁸, Ivan Luiz de Oliveira⁹

Unesp Campus Sorocaba, Engenharia de Controle e Automação^{1,2,3,4,7,8,9}, Senai Sorocaba⁵, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica⁶, tomas.partel@gmail.com¹, marilza@sorocaba.unesp.br², marciomq@sorocaba.unesp.br³, galdenoro@sorocaba.unesp.br⁴, eli.nunes@sp.senai.br⁵, irlemos@gmail.com⁶, lucas.arna@gmail.com⁷, bianca.oliveirasc@gmail.com⁸, ivan.lui.oliveira@hotmail.com⁹, bolsista PROEX¹

Eixo 3: Novas Tecnologias: Perspectivas e Desafios

Resumo

Um problema comum a ser enfrentado quando se deseja manter, numa instituição de ensino, um time de alunos treinado para competições robóticas anuais é a rotatividade. A equipe RoboSamba é formada por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, campus Sorocaba. A cada ano novos alunos se agregam à equipe e outros partem para atividades de fim de curso como estágios e trabalhos de conclusão de curso. Apesar da transferência de conhecimento ser uma ação constante realizada dentro da equipe, uma boa parte da experiência adquirida é perdida com a rotatividade do grupo. Neste artigo é descrita uma proposta para manter o conhecimento do time atualizado e vivo, promovendo integração e aquisição de conhecimento através de uma parceria entre duas instituições: UNESP e SENAI.

Palavras Chave: robotino, robótica movel, Senai

Introdução

Um problema comum a ser enfrentado quando se deseja manter, numa instituição de ensino, um time de alunos treinado para competições robóticas anuais, é a rotatividade. A equipe RoboSamba é formada por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, campus Sorocaba. A cada ano, novos membros (alunos) se agregam à equipe e outros partem para atividades como estágios, intercâmbios e trabalhos de conclusão de curso. Apesar da transferência de conhecimento ser uma ação constante realizada

Abstract

A common problem to be addressed when one wants to maintain a team of students trained for annual robotics competitions is turnover. The RoboSamba team consists of students of the Control and Automation Engineering of the São Paulo State University "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, campus Sorocaba. Each year, new students are added to the team and others leave for activities such as internships, educational exchanges and course conclusion work. Despite the knowledge transfer is a constant action performed within the team, a lot of the experiences is lost with the group's turnover. In this paper it is described a proposal to assist in the maintenance and updating of knowledge in the team, promoting integration and knowledge acquisition through a partnership between two educational institutions: UNESP and SENAI.

Keywords: robotino, mobile robotic, Senai

dentro da equipe, uma boa parte da experiência adquirida é perdida com a rotatividade do grupo. Neste ano, um projeto de extensão foi proposto na Unesp, campus Sorocaba, em parceria com a unidade Senai Sorocaba a fim de motivar novas ações para fomentar a descoberta e a troca de conhecimentos sobre robótica móvel com o Robotino entre os alunos das duas instituições. No ano passado, a equipe do Senai Sorocaba foi campeã na 8a. Olimpíada do Conhecimento, em nível estadual e nacional, na categoria Robótica Móvel com o Robotino. A dupla do Senai, Guilherme Vale dos Santos e Lucas de Souza Rodrigues (figura 1), conquistou duas medalhas de ouro: uma



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



na modalidade Robótica Móvel e uma por serem os melhores competidores do Estado de São Paulo. Também receberam um troféu como prêmio especial por serem os melhores alunos entre todos os participantes da Olimpíada do Conhecimento do Brasil. Eles foram treinados pelo Professor Eli Tadeu Gonçalves Nunes, professor integrante do projeto de extensão em parceria.



Figura 1. Equipe campeã do SENAI

Por outro lado, a equipe RoboSamba acumula também uma série de participações em competições robóticas da liga Robotino, tanto nos eventos LARC/CBR como Robocup, tendo conquistado 1º lugar na competição do evento CBR2010 (figura 2) e 3º lugar no evento CBR2011.



Figura 2. Equipe campeã da UNESP

Neste artigo é descrita uma proposta para auxiliar na manutenção e atualização do conhecimento na equipe, promovendo integração e aquisição de conhecimento por meio de uma parceria entre as duas instituições de ensino: UNESP e SENAI. Dentre os principais objetivos do projeto de extensão pode-se citar:

- Fomentar a troca de conhecimentos em robótica móvel aplicada à logística industrial, utilizando a plataforma Robotino, entre UNESP e SENAI.
- Propiciar condições para que os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação e SENAI desenvolvam atividades de pesquisa, ensino e extensão de forma articulada onde a participação em competições tanto internas às duas instituições, promovidas dentro do projeto, como externas (CBR, Robocup, Olimpíadas do Conhecimento) seja o elo de ligação entre o tripé pesquisa-ensino-extensão, como complemento e estímulo à formação acadêmica dos alunos envolvidos.

Objetivos

Os principais objetivos do projeto são: a) fomentar a troca de conhecimento em robótica móvel aplicada à logística industrial entre UNESP e SENAI; b) desenvolvimento de uma aplicação em robótica móvel para automação de logística industrial a ser apresentada em competição do evento CBR2015 (Competição Brasileira de Robótica) para centenas de estudantes de vários níveis escolares, entre participantes e visitantes dos eventos, estimulando estes últimos a seguirem carreira nas áreas das engenharias e da ciência da computação; c) propiciar condições para que os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação e SENAI desenvolvam atividades de pesquisa, ensino e extensão de forma articulada onde a participação em competições tanto internas às instituições como externas (CBR e Robocup) seja o elo de ligação entre o tripé, funcionando como complemento e estímulo à formação acadêmica dos alunos envolvidos.

Materiais e Métodos

O desenvolvimento do projeto de extensão conta com um conjunto de quatro robôs do tipo Robotino (três da UNESP e um do SENAI) de fabricação Festo, dotados de toda tecnologia necessária à pesquisa e desenvolvimento na área de robótica móvel, especialmente para automação de logística industrial.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Em termos de recursos humanos, o projeto envolve a participação de docentes e alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação do campus Sorocaba e da Faculdade de Tecnologia e Curso Técnico do SENAI Sorocaba. Docentes e alunos das duas instituições estão engajados na promoção de atividades em conjunto com vistas a realizar trocas de conhecimento e aprimoramento deste entre todos. As atividades em conjunto envolvem realização de seminários, minicursos, competições robóticas entre as duas instituições e também participação em competições nacionais e internacionais. Os alunos bolsistas são responsáveis também pelas tarefas que envolvem a organização dos eventos: seminários, mini-cursos, montagem de cenários em arena, competições internas, entre outros, com orientação dos professores das duas instituições.

Por tradição, os alunos do SENAI utilizam a linguagem RobotinoView para desenvolvimento de seus algoritmos e os alunos da UNESP já utilizaram diversas linguagens: RobotinoView, linguagem C, Lua Script e outras. Nesta primeira versão do projeto de extensão, optou-se por padronizar a comunicação entre os alunos por meio da adoção da linguagem RobotinoView. Porém, conceitos sobre métodos da Inteligência Artificial, já utilizados pela equipe RoboSamba, são difundidos à equipe do SENAI.

Resultados e Discussão

O primeiro seminário foi realizado no campus da UNESP onde foram apresentados os temas de pesquisa em robótica móvel vinculadas ao grupo de alunos da equipe RoboSamba. O tema principal do seminário foi "Planejamento Automático de Tarefas" (*Task Planning*) [2] exposto pela orientadora do grupo RoboSamba. Na sequência, o bolsista de iniciação científica Felipe Guerra Soares, apresentou o modelo desenvolvido na ferramenta itSIMPLE [6][7] utilizando conceitos de planejamento automático, para um domínio idealizado, o qual envolve a manufatura de peças industriais e que está baseado na competição *Logistics League Sponsored Festo* (LLSF) que ocorre nos eventos Robocup.

A. 1º Seminário: Planejamento Automático de Tarefas

O modelo apresentado levou em conta as principais necessidades do domínio simulado da competição, que muito se assemelha a uma planta industrial onde uma equipe composta por três Robotinos tem que resolver os desafios logísticos de um sistema de produção. O desafio principal é realizar planos

de produção que contém pedidos de diferentes produtos. Para produzir, os robôs precisam mover-se na arena em direção às máquinas, na sequência e tempos corretos definidos pelo tipo de produto.

Isto requer um plano solução que atenda da melhor forma uma série de restrições como máquina ocupada, máquina em manutenção, disponibilidade dos robôs, tempos de subprocessos, entre outros. A tarefa básica é o transporte de materiais, visando não só o cumprimento do plano de produção estabelecido como desafio às equipes, mas também a minimização do tempo da tarefa e da otimização da utilização dos robôs.

O modelo foi apresentado na linguagem UML [3], a qual é automaticamente convertida por ItSIMPLE para a linguagem PDDL (*Planning Domain Definition Language*) [5], linguagem padrão para os softwares planejadores de tarefas. Os modelos UML apresentados foram: diagramas de casos de uso, diagrama de classes, diagramas de objetos e diagramas de estado (figura 3).

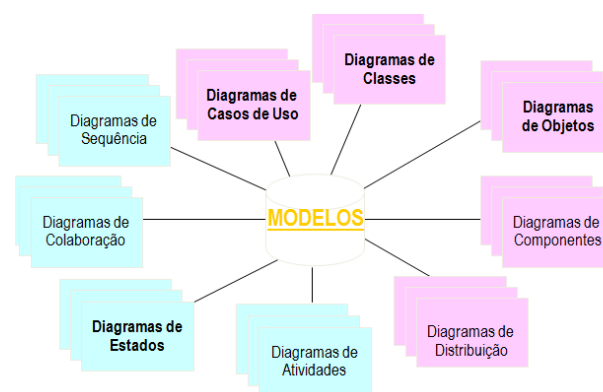


Figura 3. Diagramas da Linguagem UML

Como exemplo, a figura 4 apresenta a ação *locomover()* de um diagrama de caso de uso para o domínio modelado. Os casos de usos contém as ações que os atores (robôs) podem executar para modificar os estados dos objetos do mundo (ações sobre a arena). Para que os robôs possam transportar as peças é necessário que estes tenham disponíveis ações como: *movimentar()*, *descarregar_peça()*, *carregar_peça()*, *locomover()*, *recolher_resíduo()*, entre outras. No que se referem às máquinas de produção, elas podem executar ações como: *reciclar_resíduos()* e *processar_peça()*. Ao fim da apresentação, um planejador foi executado em itSIMPLE com o modelo apresentado e o plano gerado foi explicado aos participantes. O segundo seminário, ocorrido também na UNESP, abordou o tema Planejamento de Movimento (*Motion Planning*) [2].



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Use Case: Locomover

Actors: Robo

Description: Este caso de uso eh responsavel pela locomocao do robo na fabrica.

Constraints:

Pre-conditions

- Robo esta em um lugar de origem
- se o lugar de destino for uma maquina, ela deve estar livre
- lugar de origem esta ocupado

Post-conditions

- robo esta no lugar de destino
- lugar de destino esta ocupado
- lugar de destino esta livre

Figura 4. Ação Locomover() de um diagrama de caso de uso

B. 2º Seminário: Planejamento de Movimento

Esse seminário foi conduzido pelo aluno Carlos Alberto Vilaça Junior [8][9], bolsista de iniciação científica, que realizou um amplo estudo sobre o tema. A navegação envolve três tarefas básicas: mapeamento, planejamento de caminho e direção. O planejamento de tarefa (processo de mais alto nível) especifica dados de entrada para o planejador de caminhos tais como: o destino, o agente (Robotino) e restrições do sistema.

A primeira parte da navegação, o mapeamento, é realizada através do uso de mapas pré-armazenados ou de mapas aprendidos pelo sistema sensorial à medida que o robô atravessa o ambiente. A modelagem do ambiente é realizada pela análise dos dados sensoriais para a construção e modificação dos mapas. No caso dos desafios das competições já mencionadas, as arenas são previamente conhecidas (mapas pré-armazenados). A segunda parte da navegação, o planejamento de caminhos, consiste em determinar caminhos possíveis no mapa do ambiente. A melhor alternativa é então escolhida de forma a atender às restrições impostas pela tarefa. Devido às características do ambiente das competições, optou-se por utilizar o algoritmo de Dijkstra [1] para essa tarefa. A terceira tarefa realizada na navegação é o controle do deslocamento do robô através do caminho definido anteriormente, processo denominado gerador de trajetória. O movimento do robô é então controlado utilizando-se de seu modelo cinemático e dinâmico. Durante o movimento do robô, o processo de percepção examina continuamente os dados sensoriais a fim de detectar possíveis colisões inesperadas.

A representação computacional da arena da competição para o algoritmo Dijkstra baseia-se no uso de funções de grafo da biblioteca Dijkstra Shortest Paths [1]. Os parâmetros essenciais para a construção do modelo são: número de pontos, altura e largura do mapa, deslocamento entre os pontos no mapa, presença ou ausência de adjacências entre pontos e seus custos equivalentes, caso existam. Todos esses dados são

armazenados numa estrutura de dados tipo grafo que representa a arena. É possível ainda indicar os caminhos escolhidos pelo algoritmo utilizando cores diferentes, como por exemplo, ter como padrão a cor branca para os pontos inalterados, cor cinza para pontos que podem ser escolhidos na trajetória e a cor preta para indicar o melhor caminho. Como anteriormente citado, para o planejamento de caminho optou-se pelo algoritmo Dijkstra.

O algoritmo é aplicado na seguinte forma: define-se que todos os pontos possuem um custo interno ou distância, igual a infinito, exceto o ponto de origem que tem custo 0 (ponto de partida). Em seguida, o algoritmo calcula trajetórias da origem até todos os pontos adjacentes, adicionando o custo do ponto de saída com o custo do caminho. Fazendo isso sucessivamente e, considerando que existe pelo menos um caminho que interliga o ponto de origem até o ponto desejado, o algoritmo informa o caminho de menor custo. O algoritmo possui estratégias para evitar trajetórias infinitas e caminhos de custo excessivo. O custo das trajetórias é definido na construção do grafo que representa o mapa do ambiente. Porém, é interessante a alteração de alguns custos antes do planejamento de caminho. Para evitar a colisão de dois ou mais robôs, pode-se atribuir um caminho exclusivo para o primeiro Robotino que executará uma trajetória. Assim, o algoritmo Dijkstra irá escolher caminhos alternativos para os planejamentos seguintes, enquanto a trajetória exclusiva estiver sendo utilizada.

C. 1º Mini Curso: Introdução à Programação para o Robotino com RobotinoView

Posteriormente foi realizado um mini-curso, também na UNESP, sobre introdução à programação com RobotinoView para novos integrantes do grupo RoboSamba. Tratou-se de uma apresentação básica, focada nos seguintes tópicos:

- Ambiente RobotinoView
- Atuação dos motores no Robotino
- Navegação com uso de sensores de distância

Após os novos alunos estarem familiarizados com o Robotino, foi marcado um segundo seminário, realizado no SENAI, descrito a seguir.

D. 3º Seminário: Programação com WebCam e Estratégias de Localização e Posicionamento com o Robotino

O terceiro seminário foi realizado no SENAI Sorocaba, onde o aluno campeão Guilherme Vale dos Santos apresentou aos alunos da UNESP, tópicos de programação com enfoque em processamento de imagens e estratégias de localização e posicionamento do Robotino na arena,



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



sob a coordenação do Prof. Eli Tadeu Gonçalves Nunes (figuras 3 e 4). Nessa ocasião, um novo encontro ficou estabelecido para os alunos da UNESP acompanharem um dia de treinamento da equipe do SENAI, numa ampla arena montada no pátio externo da instituição.



Figura 5. Seminário SENAI Sorocaba: Guilherme V. dos Santos



Figura 6. Seminário SENAI Sorocaba: Prof. Eli Tadeu G. Nunes

Conclusões

O desenvolvimento deste projeto vem permitindo que os alunos de ambas instituições vivenciem oportunidades novas a serem incorporadas na sua formação pois assumem o papel de transmissor de conhecimento, ampliando suas possibilidades de comunicação e consolidando o conhecimento obtido em seus cursos e/ou em sua pesquisa de iniciação científica aplicando-os nas atividades práticas deste projeto.

A troca de conhecimentos gerada tem mostrado ganhos no processo de ensino-aprendizagem dos alunos participantes, que por sua vez, repassam a experiência adquirida às turmas ingressantes, seja pela execução de minicursos como pela participação nas competições. Para o mês de agosto/2015 está previsto um mini-curso de programação com RobotinoView, a ser ministrado pelos alunos participantes do projeto para a nova

turma ingressante (bixos), no curso de Engenharia de Controle e Automação da UNESP. Os tópicos a serem abordados serão: Componentes físicos do Robotino, o ambiente RobotinoView, Atuação dos motores, Navegação linear de um robô móvel, Navegação e posicionamento do robô, Rastreamento de caminho controlado por sensores difusos, Desvio de obstáculos por meio de sensores de distância, Navegação suportada com webcam. Ao fim desse mini-curso, duplas para as competições internas serão formadas, as quais receberão pequenos desafios para serem realizados na arena UNESP. Em setembro/2015 ocorrerá a primeira competição entre alunos da UNESP Sorocaba e SENAI Sorocaba, onde o desafio a ser proposto será um misto entre desafios conhecidos das Olimpíadas do Conhecimento do Senai e Competição Brasileira de Robótica (CBR). Como resultado espera-se a obtenção de algoritmos interessantes que possam ser úteis na CBR2015.

Agradecimentos

Agradecimentos à PROEX - Pró-Reitora de Extensão Universitária da UNESP pela concessão de bolsa.

- [1] Boost Dijkstra. *Algoritmo de Dijkstra*. Disponível em: http://www.boost.org/doc/libs/1_53_0/libs/graph/doc/dijkstra_shortest_paths.html. Acesso em 2014.
- [2] Ghallab, M.; Nau, D.; Traverso, P. *Automated Planning: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann. 2004.
- [3] Guedes, G. T. A. *UML: Uma abordagem prática*. 2ª Edição. Editora Novatec, 2006.
- [4] Mcdermott, D. *The PDDL Planning Domain Definition Language*. The AIPS-98 Planning Competition Committee, 1998.
- [5] Soares, F. G. Um modelo de domínio para planejamento automático de tarefas de logística industrial. Fapesp 2014. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/154651/um-modelo-de-dominio-para-planejamento-automatico-de-tarefas-de-logistica-industrial/>. Acesso em: 30 dez. 2014.
- [6] Vaquero, T. S; Tonidandel, F. The itSIMPLE tool for Modeling Planning Domains. In: ICAPS 2005 - International Conference on Automated Planning and Scheduling, 2005, Monterey, CA. ICAPS 2005 Competition on Knowledge Engineering for Planning and Scheduling, 2005.
- [7] Vaquero, T.; Tonaco, R.; Costa, G.; Tonidandel, F.; Silva, J. R. and Beck, J. C. itSIMPLE4.0: Enhancing the Modeling Experience of Planning Problems. In *Proceedings of 22nd International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS2012)*. Atibaia, Sao Paulo, Brazil, June 25-29th, 2012.
- [8] Vilaça Jr., C.A.; Lemos, M.A. (2013). *Solving Tasks of Industrial Logistics by Mobile Robots*. Relatório Técnico, Equipe RoboSamba, UNESP.
- [9] Vilaça Jr., C.A. *Planejamento-de-caminho-baseado-no-algoritmo-dijkstra-uma-experiencia-com-robotino-no-ros*. Fapesp 2014. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/pesquisador/668688/carlos-alberto-vilaca-junior/>. Acesso em: 30 dez. 2014.