

Laboratórios virtuais: duas aplicações no ensino de engenharia

Lígia Teixeira¹, Óscar Costa¹, Vasco Pereira², Celina P. Leão¹, Filomena O. Soares¹, Maria Teresa Restivo^{2,3}, Fátima Chouzal^{2,3},
Joaquim Mendes^{2,3}, José Creissac Campos¹

¹ Universidade do Minho, Escola de Engenharia

² Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia

³ IDMEC – Polo FEUP

ligiat@gmail.com, oscarum@hotmail.com, em00059@fe.up.pt,

cpl@dps.uminho.pt, filomena.soares@dei.uminho.pt, {trestivo, fchouzal, jgabriel}@fe.up.pt, jose.campos@di.uminho.pt

Resumo – Este projecto insere-se no âmbito dos estágios curriculares de final de curso da licenciatura em Matemática e Ciências de Computação da Universidade do Minho e da disciplina de Laboratório de Automação do 5º ano da licenciatura de Engenharia Mecânica Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O trabalho proposto, numa base de ensino/aprendizagem colaborativo e multidisciplinar, assenta também na prática assistido por projecto. Este projecto consiste no desenvolvimento de objectos de aprendizagem através da construção e disponibilização de simuladores e conteúdos de suporte em ambiente Web. Foram desenvolvidas aplicações baseadas em sistemas reais: medição e controlo do nível de um sistema de tanques em circuito fechado e medição da deformação de uma estrutura. Visa, também, a implementação dos sistemas experimentais, respectiva sensorização, actuação e controlo para integração num projecto de Laboratórios Remotos. Os Laboratórios Virtuais e os Laboratórios Remotos têm sido alvo de particular atenção no âmbito do ensino a distância, como meio complementar ao ensino tradicional ou na sua utilização integrada em redes de parceiros partilhando as capacidades laboratoriais distintas de diferentes instituições.

Palavras-chave – Ensino à distância, Laboratórios virtuais, Simulação numérica, Visualização gráfica.

INTRODUÇÃO

As tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm vindo a ser muito utilizadas no ensino superior. A crescente utilização da Internet pelos alunos torna-a num meio de excelência e de oportunidades onde o docente pode disponibilizar todo o tipo de material educacional de uma maneira estruturada, animada, colorida, interactiva e sempre disponível, procurando contribuir como um incentivo para o primeiro contacto com as matérias, desejavelmente numa perspectiva exploratória [1]. Se tal for conseguido será certamente libertado espaço para transformar as tradicionais “aulas recitação” em sessões de diálogo, esclarecimento de dúvidas, opiniões e até discussão de soluções. A vasta

utilização da Internet pelos alunos vai para além das possibilidades de busca e pesquisa de materiais de estudo. Uma extensa gama de aplicações suscita o interesse dos alunos no âmbito da comunicação onde, muito para além da simples mensagem, é já usual o recurso a grupos de discussão. É toda esta adesão dos jovens a estas novas práticas que urge ser aproveitada para actualização e desenvolvimento de novas metodologias de ensino/aprendizagem.

Assim, o ensino tradicional, nomeadamente, nas disciplinas que envolvem uma componente mais prática, tem vindo a sofrer significativas alterações [2-6]. Estas novas metodologias de ensino/aprendizagem procuram oferecer formas diversas de construção do conhecimento de um modo aberto e centrado nos alunos, em que estes são actores fundamentais.

Este projecto, reunindo docentes e alunos de duas Universidades Portuguesas, Universidade do Minho (UM) e Universidade do Porto (UP), de diferentes áreas do conhecimento (Matemática e Ciências de Computação e Engenharia Mecânica) visa a criação de objectos de aprendizagem (OA) baseados na simulação de sistemas reais. Deste modo, os Laboratórios Remotos verão algumas das suas experiências enriquecidas pela vertente do Laboratório Virtual. Esta familiarização dos alunos com os sistemas, antes de os actuar remotamente, permitirá uma utilização mais atenta e consciente.

ESTRUTURA DOS OBJECTOS DE APRENDIZAGEM

O ensino/aprendizagem não sofre inovação pelo simples facto de se recorrer da utilização das TIC. É essencial que em cada momento se medite na eficácia de cada desenvolvimento. Numa primeira abordagem decidiu-se que os OA's deverão conter:

- Documentação clara e completa dos variados conceitos teóricos e práticos associados bem como das metodologias adoptadas;
- Simulação do sistema real;
- Guia de utilização;
- Avaliação de conhecimentos.

ETAPAS DO PROJECTO

Os alunos participantes neste projecto, através da realização das componentes para construção dos objectos de aprendizagem perspectivados poderão interligar várias áreas do conhecimento: conceitos de teoria de controlo e de estruturas mecânicas necessárias para a descrição dos sistemas, noções de instrumentação para medição e controlo nível e de deformação, nomeadamente de tipos de sensores/transdutores/detectores e actuadores utilizados, métodos numéricos para resolução numérica das equações matemáticas que descrevem o funcionamento do sistema, e projecto de interfaces gráficas. Assim, resumidamente, foi necessário definir as seguintes etapas:

- Familiarização com os sistemas reais (e com as características relevantes para a implementação das simulações);
- Realização de um tutorial para cada sistema, englobando os conceitos teóricos e a instrumentação associada;
- Escolha da linguagem de programação mais adequada para as simulações a serem disponibilizadas via Web e o desenvolvimento destas;
- Definição e desenvolvimento das interfaces gráficas amigáveis com o utilizador;
- Definição de um conjunto de questões que permitam a avaliação dos conhecimentos adquiridos através da utilização do objecto de aprendizagem;
- Realizar um manual de utilização.

APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS

I. As aplicações em engenharia

As duas aplicações desenvolvidas baseiam-se em dois sistemas reais em implementação: (1) a medição e o controlo do nível num sistema de tanques em circuito fechado e, (2) a medição da deformação num ponto na superfície de uma barra metálica encastrada num dos extremos quando sujeita a uma carga controlada.

'Controlo' é uma palavra que faz parte do quotidiano. Se está frio veste-se mais um casaco; se o tanque transborda, a solução é fechar a alimentação de água. Em todas estas simples acções existe uma apreensão e avaliação da situação e uma posterior actuação correctiva. A actuação de um sistema por realimentação negativa passa pelas fases seguintes:

- Medição da variável de saída;
- Comparação do valor medido com o valor desejado e decisão da acção de controlo, segundo um algoritmo pré-estabelecido (pela robustez de desempenho, o tipo de controlador normalmente usado em ciclos de controlo por realimentação negativa é o controlador PID);
- Actuação sobre a variável manipulada.

As estruturas fazem parte do nosso quotidiano: apoiam os tectos, dão suporte às paredes que nos rodeiam; em suma, a engenharia utiliza-as numa diversidade de aplicações que vai das pontes aos arranha-céus. Uma barra encastrada numa extremidade é um exemplo de uma estrutura e de uma forma simples que pode ser usada para a definição de vários

parâmetros de seu comportamento quando sujeita a cargas aplicadas.

II. A linguagem de programação

Tratando-se de aplicações gráficas a serem disponibilizadas em ambiente Web, a linguagem Java torna-se uma escolha natural [7]. A utilização de *Applets* permite a visualização das aplicações nas mais diversas plataformas, bastando para tal um *browser* com uma máquina virtual Java. As animações podem ser desenvolvidas recorrendo à API Java 2D, um conjunto de classes para gráficos a duas dimensões. A API Java 2D fornece todo o suporte necessário para a criação e manipulação de imagens a duas dimensões de uma forma integrada. Um dos problemas normalmente associados à utilização de *Applets* Java é a espera induzida pelo tempo necessário à transferência da *Applet* para o computador do utilizador. Tal espera, se demasiado longa, pode levar à desmotivação e ao abandono da aplicação, por vezes, sem que tenha sido sequer testada uma primeira vez. Tendo em vista evitar este tipo de problema, optou-se por uma arquitectura cliente-servidor. A *Applet* é responsável unicamente pela animação dos resultados, sendo os cálculos realizados num servidor. Para além de diminuir o tempo de espera inicial, esta abordagem permite diferentes soluções ao nível dos pacotes de *software* utilizados para a realização dos cálculos numéricos.

FUNCIONALIDADES DOS OBJECTOS DE APRENDIZAGEM

O espaço em ambiente Web criado para cada OA inclui as seguintes funcionalidades:

- Documentação do sistema: um tutorial, um guia de utilização e a avaliação de conhecimentos relativa ao sistema;
- Representação e visualização do desempenho dos diferentes tipos de transdutores e detectores de nível;
- Apresentação, definição e avaliação dos algoritmos de controlo;
- Simulação numérica do processo, com apresentação dos resultados não só finais como parciais;
- Visualização dos sistemas em tempo real após definição completa do problema;

Os dois últimos pontos podem ser visualizados quer individualmente quer em simultâneo de acordo com a escolha inicial feita pelo aluno.

COMENTÁRIOS FINAIS

Seguindo a tendência da utilização da internet pelos alunos como meio de obtenção de informação complementar no processo de aprendizagem, foram desenvolvidas duas aplicações em ambiente Web. A visualização gráfica e simulação numérica desenvolvidas servirão de exemplo ilustrativo de várias matérias tais como mecânica das estruturas, instrumentação para medição, automação, teoria de controlo e métodos numéricos e informática, todas disciplinas necessárias em qualquer curso de engenharia. Finalmente, realça-se a natureza multidisciplinar deste projecto pois integra alunos de áreas das ciências básicas no

desenvolvimento de aplicações de problemas do mundo real de engenharia, envolvendo diferentes Universidades Portuguesas. Num futuro próximo estes OA serão complementados com a integração de outras funcionalidades: seminário Web com apresentação documentada por slides e interactiva na sua versão em tempo real e disponibilizável a pedido por web e acesso remoto aos sistemas reais.

REFERÊNCIAS

- [1] Braddon, S., Campbell, C, Floersheim, B., Reed, S., "Course Websites: Are you giving your students what they want?", Proc. Of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, (2003), session 1520.
- [2] Moreira, A., Mota, A., Leão, C. P., Pimenta, P., Soares, F. O., "WebAided Control Studies", in Hamza, M. H. (ed.), Proc. 7th IASTED International Conference on Internet and Multimedia Systems and Applications, Honolulu, Hawaii (2003) 229-233.
- [3] Arantes, F., Dias, F., Soares, F. O., "The Internet as a Complementary Tool for Automation Teaching and Learning", Proc. 12th Mediterranean Conference on Control and Automation MED'04, Kusadasi, Aydin, Turkey (2004), asession 1068.
- [4] Moreira, A., Mota, A., Leão, C. P., Soares, F. O., "Web-site Process Control: an extension to the traditional course", Proc. 12th Mediterranean Conference on Control and Automation MED'04, Kusadasi, Aydin, Turkey (2004), session 1066.
- [5] Soares, F. O., Leão, C. P., Moreira, A., Mota, A., Arantes, F. and Dias, F., "Funcionalidades web como complemento ao ensino presencial", in Proc. Conferência eLES'04: eLearning no Ensino Superior, Aveiro, Portugal (2004), 10 páginas.
- [6] Carvalho I.S., *Aprendizagem Colaborativa em Engenharia Mecânica: um caso prático*, ", in Proc. Conferência eLES'04, eLearning no Ensino Superior , Sessão 6D: eLearning no Ensino de Engenharia, Aveiro, Portugal (2004).
- [7] JavaTM 2 SDK, Standard Edition Documentation, Version 1.4.0.2002 Sun Microsystems, Inc.
<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/indexx.html>