

## Usando Cadeias de Markov Escondidas Contínuas na Avaliação do Aprendizado em Simuladores Baseados em Realidade Virtual.

Ronei Marcos de Moraes<sup>1</sup> e Liliane dos Santos Machado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Estatística - CCEN/UFPA e* <sup>2</sup>*Laboratório de Sistemas Integráveis - POLI/USP*  
ronei@de.ufpb.br, liliane@lsi.usp.br

Mundos virtuais altamente realistas são construídos com objetivos de treinamento para imergir o usuário em situações simuladas. Sistemas dessa natureza são benéficos em atividades onde existe risco de vida envolvido, o que requer profissionais muito bem treinados. Exemplos de procedimentos críticos podem ser encontrados na medicina, aviação civil e atividades militares. Atualmente, vários tipos de treinamento já podem ser realizados em ambientes virtuais em sistemas conhecidos como simuladores baseados em realidade virtual. Porém, é necessário conhecer a qualidade do aprendizado e o desempenho do profissional ou aluno durante a simulação. Para tanto, é muito importante uma ferramenta de avaliação *online* para a avaliação do desempenho do usuário e para a melhoria do processo de aprendizado.

Vários sistemas de avaliação *online* e *offline* já foram propostos [1]. Neste trabalho propomos uma ferramenta de avaliação *online* utilizando Cadeias de Markov Escondidas Contínuas (CMEC) para avaliar procedimentos simulados em ambientes virtuais. Uma CMEC caracteriza um processo estocástico de forma paramétrica. No entanto, nesse caso, os estados não são diretamente observáveis, mas apenas funções deles, daí o nome de “Cadeias Escondidas”. Nessa ferramenta de avaliação, parâmetros como posição espacial, ângulos, forças e torques aplicados durante a realização do procedimento simulado com profissionais especialistas são utilizados para modelar as diversas condições ideais, utilizadas como referências de desempenhos ótimos. Em algumas situações, condições não-ideais ou prejudiciais também podem ser modeladas para serem utilizadas como referenciais para os casos de mau desempenho.

Para o teste da ferramenta, pretendemos utilizar um simulador de coleta de medula óssea baseado em realidade virtual [2]. A coleta de medula óssea é um procedimento médico realizado sem qualquer informação visual para o médico, sendo conduzida por ele utilizando apenas suas sensações táteis. Dessa forma o médico examina e depois utiliza uma agulha para chegar ao ponto correto da extração da medula óssea no interior da crista ilíaca do paciente. No simulador isso é feito por meio do uso de um dispositivo háptico [3], capaz de fornecer ao usuário do sistema as sensações táteis associadas à sua ação no ambiente virtual. Uma ferramenta de avaliação *online* é bem-vinda nesse tipo de sistema, pois pode monitorar os movimentos do usuário “dentro” do corpo virtual.

Para a avaliação *online*, especialistas executam o procedimento correto várias vezes para a coleta de informações. Uma vez que o procedimento é executado sem contato visual, os estados desse processo não são diretamente observáveis e as CMEC são aplicáveis. Assim, a informação da variabilidade dos procedimentos realizados por especialistas é armazenada em uma CMEC. Quando o aluno usa o sistema, o seu desempenho é comparado com o dos especialistas e é obtido um coeficiente. Várias classes de desempenho são disponíveis para a classificação do treinamento realizado pelo aluno: “Você está bem qualificado”, “Você ainda necessita de algum treinamento”, “Você precisa de mais treinamento” e “Você é um iniciante”.

### Referências

- [1] Moraes, R. M. e Machado, L. S.; Hidden Markov Models for Learning Evaluation in Virtual Reality Simulators. *Anais da 2002 IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE'2002)*. Cancun, pp. 405-409, Junho, 2002
- [2] Machado, L. S., Mello, A. N., Lopes, R. D., Odone Filho, V. e Zuffo, M. K.; A Virtual Reality Simulator for Bone Marrow Harvest for Pediatric Transplant. *Studies in Health Technology and Informatics - Medicine Meets Virtual Reality*, v. 81, pp.293-297, Janeiro, 2001.
- [3] Mahoney, D.P.; The Power of Touch. *Computer Graphics World*, v.20, n. 8, p. 41-48, Agosto, 1997.