

Inteligência Artificial Aplicada à Educação

Sistemas Tutores Inteligentes

Plano de Estudos - MAC 5701
Andréia Cristina G. Machion

Professora Orientadora: Leliane Nunes de Barros
Professor Responsável: Yoshiharu Kohayakawa

Área de Interesse

A utilização de computadores na Educação iniciou com Instruções Assistidas por Computador (IAC). Esses softwares tradicionais necessitavam que o professor e o projetista especificassem toda a apresentação do conteúdo, todas as questões e todas as respectivas respostas e também um controle rígido sobre o andamento do curso, permitindo, no máximo, que diferentes caminhos pudessem ser seguidos pelo estudante, baseado apenas numa pré-enumeração de todas as possibilidades. Este tipo de material didático foi referido durante muito tempo como "virador eletrônico de páginas" [Rickel, 1989]

A área de Sistemas Tutores Inteligentes, mais recentemente chamada de Inteligência Artificial Aplicada à Educação (IAED) tem como objetivos a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas computacionais que utilizam técnicas de Inteligência Artificial (IA) para suporte ao processo ensino-aprendizagem. O papel da IA é fornecer ao sistema alguma autonomia na tomada de decisões durante a interação com o estudante.

Inicialmente, o uso das técnicas de IA como suporte ao desenvolvimento de sistemas educacionais inteligentes eram inviáveis pelo alto custo e pela baixa capacidade das máquinas. Recentemente, no entanto, com o barateamento do hardware e com os avanços na área de IA, é possível obter métodos mais eficientes para construir programas inteligentes ou capazes de interagir com o usuário de maneira individualizada [Anderson, 1985].

Os Sistemas Tutores Inteligentes têm sido desenvolvidos de acordo com várias arquiteturas diferentes. Segundo Wenger [WENGER, 1987], um STI deve agir como um "veículo de comunicação". Ele propõe que a estrutura básica de um STI seja composta de quatro módulos:

- **Modelo do especialista** - ou conhecimento do domínio. É o objeto da comunicação. Descreve o conhecimento a ser aprendido pelo estudante

envolvendo: conhecimento declarativo, procedimental e métodos de resolução de problemas empregados por especialistas ou por um aluno ideal.

- **Modelo do estudante** - É o receptor neste processo da comunicação de conhecimento. Descreve o conhecimento que o aluno adquiriu ou já possui em um determinado instante e deve ser atualizado durante as interações com o Sistema Tutor.
- **Modelo pedagógico** - Representa os métodos e técnicas didáticas utilizadas pelo Sistema Tutor no processo da comunicação de conhecimento.
- **Modelo da interface com o estudante** - É a forma como a comunicação será realizada com o meio externo ao sistema.

Entre os Sistemas Tutores Inteligentes de maior sucesso, na academia e comercialmente, estão os que empregam a teoria ACT, da Universidade Carnegie Mellon. Desde o início da década de 80, um grupo desta universidade vem pesquisando o desenvolvimento de sistemas tutores inteligentes, denominados tutores cognitivos, baseados nos avanços que ocorreram na Ciência Cognitiva - ciência que estuda como o ser humano adquire conhecimento.

O módulo que contém o modelo do especialista contém o conhecimento específico do domínio. O desenvolvimento desse módulo demanda grande esforço e existem várias classificações para o mesmo, entre elas temos a Modelagem Cognitiva, na qual o modelo simula não só o conhecimento sobre o assunto específico a ser estudado, mas também a maneira como o ser humano usa esse conhecimento. Essa modelagem é baseada na teoria ACT (*Atomic Components of Thought*), desenvolvida por John Anderson [Anderson, 1983], que fornece base teórica para que softwares educacionais sejam eficientes, propondo uma maneira de se construir modelos sobre como os estudantes (modelos de estudantes ideais¹) realizam tarefas cognitivas, ou seja, como eles aprendem e como eles utilizam o conhecimento adquirido. A idéia principal dessa teoria e de suas aplicações é que instruções devem ser projetadas tendo como referência um modelo cognitivo da competência que o estudante deve assimilar. A representação dessas competências foi baseada no formalismo das regras de produção.

Plano de Estudos

Março e Abril:

- estudo da teoria ACT-R, através dos tutoriais disponíveis na página <http://act-r.psy.cmu.edu/tutorials/>;
- levantamento bibliográfico sobre as aplicações dessa teoria aplicada a Sistemas Tutores Inteligentes, buscando também artigos que não estão disponíveis na WEB, que mostrem como essa teoria é utilizada exatamente;

¹ Não é relacionado com o modelo do estudante

- levantamento bibliográfico e estudo sobre o PACT, um Sistema Tutor Inteligente, baseado na teoria ACT-R, para Álgebra e Geometria do ensino fundamental de matemática americano que está sendo usado em vários estados dos EUA com grande sucesso;

Maio:

- seleção e estudo dos artigos encontrados;

Junho:

- finalização das leituras e síntese do trabalho realizado.

Paralelamente, serão estudados dois livros que são considerados fundamentais para qualquer desenvolvimento e pesquisa na área, que são "Computational Mathematics" de John Self (1995) e "Artificial Intelligence and Tutoring Systems" de Etienne Wenger (1987). Tal estudo será orientado e supervisionado pela minha orientadora de doutorado.

Referências

(parte das referências já são artigos pré-selecionados para estudo durante o semestre)

Aleven, V., & Koedinger, K.R. (2000). *Limitations of Student Control: Do Students Know When They Need Help?* In G. Gauthier, C. Frasson, and K. VanLehn (Eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS 2000* (pp. 292-303). Berlin: Springer Verlag. Best Paper Award ITS 2000.

Anderson, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Anderson, J. R., Boyle, C. F., & Reiser, B. J. (1985). *Intelligent Tutoring Systems*. Science, 228, 456-467.

Anderson, J. R. & Pelletier, R. (1991). *A development system for model-tracing tutors*. In *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, 1-8. Evanston, IL.

Anderson, J. R. (1992). *Intelligent tutoring and high school mathematics*. In *Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Montreal.

Anderson, J. R., Corbett, A., Fincham, J., Hoffman, D., & Pelletier, R. (1992). *General principles for an intelligent tutoring architecture*. In V. Shute and W. Regian (Eds.), *Cognitive Approaches to Automated Instruction*, (pp. 81-106). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Anderson, J.R., Corbett, A.T., Koedinger, K.R., & Pelletier, R. (1995). *Cognitive Tutors: Lessons Learned*. The Journal of the Learning Sciences, 4 (2), 167-207.

Baker, R.S., Corbett, A.T., Koedinger, K.R. (2001). *Toward a Model of Learning Data Representations*. Proceedings of the Cognitive Science Society Conference, pp. 45-50.

Corbett, A.T., Anderson, J.R. and O'Brien, A. T. (1993). *The predictive validity of student modeling in the ACT Programming Tutor*. In P. Brna, S. Ohlsson & H. Pain (eds.) Artificial Intelligence and Education, 1993: The Proceedings of AI-ED 93. Charlottesville, VA: AACE.

Corbett, A.T. and Anderson, J.R. (1993). *Student modeling in an intelligent programming tutor*. In E. Lemut, B. du Boulay & G. Dettori (eds.) Cognitive models and intelligent environments for learning programming. New York: Springer-Verlag.

Corbett, A.T. and Anderson, J.R. (1995). *Knowledge decomposition and subgoal reification in the ACT programming tutor*. Artificial Intelligence and Education, 1995: The Proceedings of AI-ED 95. Charlottesville, VA: AACE.

Corbett, A. T. & Anderson, J. R. (1995). *Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 4, 253-278.

Corbett, A.T., Anderson, J.R. and O'Brien, A.T. (1995). *Student modeling in the ACT Programming Tutor*. In P. Nichols, S. Chipman and B. Brennan (eds.) Cognitively Diagnostic Assessment. (19-41). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Corbett, A.T. and Bhatnagar, A. (1997). *Student modeling in the ACT Programming Tutor: Adjusting a procedural learning model with declarative knowledge*. Proceedings of the Sixth International Conference on User Modeling. New York: Springer-Verlag Wein.

Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). *Intelligent tutoring systems* (Chapter 37). M. G. Helander, T. K. Landauer, & P. Prabhu, (Eds.) Handbook of Human-Computer Interaction, 2nd edition. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.

Heffernan, N. T., & Koedinger, K. R. (2000). *Building a 3rd generation ITS for symbolization: Adding a Tutorial Model with Multiple Tutorial Strategies*. Accepted at the Intelligent Tutoring Systems 2000 Conference Workshop entitled "Intelligent Tutoring Systems Conference's Workshop in Algebra Learning".

Koedinger, K. & Anderson, J. R. (1993). *Reifying implicit planning in geometry: Guidelines for model-based intelligent tutoring system design*. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.) *Computers as cognitive tools* (pp. 15-46). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Koedinger, K.R., Anderson, J.R., Hadley, W.H., & Mark, M.A. (1997). *Intelligent tutoring goes to school in the big city*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 30-43.

Koedinger, K.R., and Anderson, J.R. (1998). *Illustrating principled design: The early evolution of a cognitive tutor for algebra symbolization*. In *Interactive Learning Environments*, 5, 161-180.

Rickel, J. W., *Intelligent Computer-Assisted Instruction: A Survey Organized Around System Components*, in *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.19, No. 1, January/February 1989, pp. 40-57.

Rittle-Johnson, B., Koedinger, K.R. (2001). *Using cognitive models to guide instructional design: The case of fraction division*. *Proceedings of the Cognitive Science Society Conference*.

Ritter, S. and Blessing, S. B. (1998). *Authoring tools for component-based learning environments*. *Journal of the Learning Sciences*, 7(1), 107-131.

Ritter, S., Brusilovsky, P. and Medvedeva, O. (1998). *Creating more versatile learning environments with a component-based architecture*. In Goettl, B. P, Halff, H. M., Redfield, C. L. and Shute, V. J. (Eds). *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 126-135). Berlin: Springer-Verlag.

Self, J., *Computational Mathetics*. <http://www.cbl.leeds.ac.uk/~jas/cm.html>. (1987)

Shapiro, L.J., Sueker, E., & Hadley, W. (1998). *Quantitative Literacy for Algebra Using Cognitive Tutoring Technology*. Published in the *Proceedings of the International Conference for Technology in Collegiate Mathematics*. New York: AWL.

Snyder, J. & Koedinger, K.R. (1999). *Cognitive Tutor Geometry*. Pittsburgh, PA: Carnegie Learning.

Wenger, E. (1987). *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*, Los Altos: Morgan Kaufmann.