

Sistemas híbridos: inserção e extração de regras

Fernando S. Osório*
Adelmo L. Cechin**

Resumo

A integração de sistemas simbólicos (KBS / RBS – Sistemas Baseados em Conhecimentos e/ou Regras) e de sistemas conexionistas (Redes Neurais Artificiais) tem sido muito pesquisada atualmente [CLO 00, OSO 99a, NIK 97, HIL 96, AND 96], onde buscamos a criação dos chamados *Sistemas Híbridos Neuro-Simbólicos* (SHNS). Pesquisas sobre os SHNS vêm sendo realizadas junto aos projetos HMLT e FAGNIS, atualmente em desenvolvimento na Unisinos. Este tipo de sistemas de Inteligência Artificial (I.A.), os SHNS, devem ser capazes de explorar a complementaridade existente entre estes dois tipos de abordagens, tirando o máximo proveito das vantagens de cada um dos seus componentes, ao mesmo tempo em que minimizam as suas deficiências através desta integração entre eles [OSO 98]. Nosso objetivo é descrever de maneira sucinta o modo pelo qual tais sistemas têm permitido a integração destes dois tipos de abordagens, indicando as possíveis aplicações das ferramentas e sistemas híbridos de I.A. junto a problemas de mineração de dados.

A integração entre os sistemas simbólicos e conexionistas é buscada principalmente devido aos seguintes fatores: (i) os sistemas simbólicos possuem algumas limitações no que diz respeito a manipulação de informações quantitativas e de dados imprecisos e/ou inexatos; (ii) os sistemas simbólicos permitem uma representação de conhecimento que pode ser facilmente interpretada por um especialista da área; (iii) os sistemas conexionistas tratam muito bem as informações quantitativas e permitem que se trabalhe com relativa facilidade com dados aproximados e/ou incorretos; (iv) os sistemas conexionistas possuem uma representação de conhecimentos intrínseca as redes neurais que são de difícil interpretação através de métodos manuais convencionais. Em razão dos fatores levantados acima, muitos pesquisadores têm buscado a união destas duas abordagens através de um modo de integração do tipo co-processamento [HIL 96]. Neste modo de integração, ambos os módulos, simbólico e conexionista, trabalham em paralelo, e os conhecimentos adquiridos sobre os problemas são transferidos de um módulo ao outro através de métodos de: inserção de conhecimentos simbólicos em redes neurais [CLO 00, OSO 98, TOW 94] e de extração de conhecimentos simbólicos à partir de redes neurais [CEC 98, OSO 98a, AND 95 e AND 96]. Usualmente os conhecimentos que são transferidos entre os módulos são regras simbólicas (e.g. regras proposicionais, regras *fuzzy*,

* osorio@exatas.unisinos.br

** cech@exatas.unisinos.br

regras probabilísticas), mas também podemos ter conhecimentos representados sob a forma de autômatos (DFA – Autômatos Determinísticos de Estados Finitos) [CLO 00].

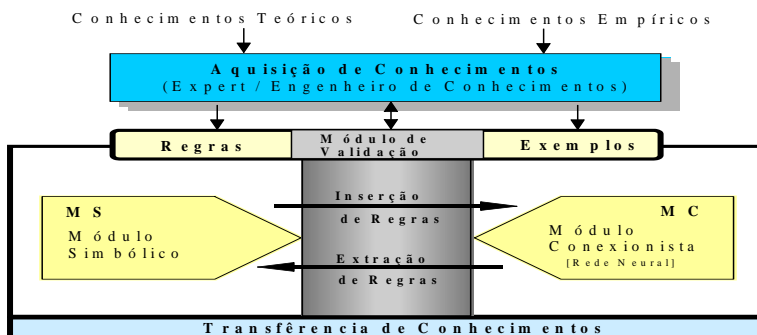


Figura 1 – Diagrama esquemático de um sistema híbrido neuro simbólico usando co-processamento

Os conhecimentos adquiridos pelos sistemas híbridos são provenientes de duas fontes principais: conhecimentos teóricos (conhecimentos prévios disponíveis sobre o problema, de alto nível, usualmente representados através de regras explicitadas pelos especialistas) e conhecimentos empíricos (conhecimentos de casos práticos e experiências realizadas sobre o problema, de baixo nível, usualmente disponíveis em bases de dados). Através do uso de ferramentas de aprendizado, como as redes neurais e/ou ferramentas de aprendizado simbólico (*symbolic machine learning*) [NIK 97], podemos tratar bases de dados ligadas a diferentes tipos de problemas e construir uma representação dos conhecimentos sobre estes problemas. Os mecanismos de extração de regras à partir das redes neurais permitem que se explicitem os conhecimentos adquiridos, permitindo o seu uso junto a sistemas de apoio a decisão. Exemplos de aplicações de sistemas especialistas híbridos capazes de aprender e extrair conhecimentos de alto nível podem ser encontrados na bibliografia específica da área [CLO 00, OSO 99, CEC 98], destacando-se aplicações como: auxílio ao diagnóstico médico, diagnóstico de falhas, análise de crédito pessoal, análise química e previsão de séries temporais.

Referências

- [AND 95] ANDREWS, R.; DIEDERICH, J.; TICKLE, A. **A Survey And Critique of Techniques For Extracting Rules From Trained ANN**. Technical Report - Neurocomputing Research Centre, Queensland University of Technology - Brisbane, Australia. January 1995 (Also published in: Knowledge-Based Systems Journal). [http://www.fit.qut.edu.au/NRC/]
- [AND 96] ANDREWS, R. & DIEDERICH, J. (Eds.) **Rules and Networks** - Proceedings of the Rule Extraction From Trained ANNs Workshop. SSAISB-AISB'96, University of Sussex, UK. Brisbane, Australia: QUT - Queensland University of Technology Publishing. 1996.

- [CEC 96] CECHIN, A. L.; EPPERLEIN, U.; KOPPENHOEFER, B.; ROSENSTIEL, W. **The Extraction of Sugeno Fuzzy Rules from Neural Networks** In: ESANN'96. Proceedings of the 4th European Symposium on Artificial Neural Networks, Bruges, Belgium. D facto publications, p. 49 –54. 1996
- [CEC 98] CECHIN, A. L. **The Extraction of Fuzzy Rules from Neural Networks**. Shaker Verlag, Aachen, Alemanha. Tese de doutorado – Universidade de Tübingen. 1998.
- [CLO 00] CLOETE, I. e ZURADA, J. **Knowledge-Based Neurocomputing**. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.
- [HIL 96] HILARIO, M. **An Overview of Strategies for Neurosymbolic Integration**. In: **Connectionist-Symbolic Integration: From Unified to Hybrid Approaches**. Ron Sun (Ed.) - Chapter 2. Kluwer Academic Publishers, 1996. [[Ftp: ftp://cui.unige.ch/AI/](ftp://cui.unige.ch/AI/)]
- [NIK 97] NIKOLOPOULOS, C. **Expert Systems: Introduction to first and second generation and Hybrid Knowledge Based Systems**. New York: Marcel Dekker Inc. Press, 1997.
- [OSO 98] OSORIO, F. S. **INSS : Un Système Hybride Neuro-Symbolique pour l'Apprentissage Automatique Constructif**. Tese de Doutorado. Laboratoire LEIBNIZ – IMAG / INPG, Grenoble – França, 1998. [<http://www-leibniz.imag.fr/RESEAUX/public.html>]
- [OSO 98a] OSORIO, F. S., AMY, Bernard ; DECLOEDT, Loïc. **Rule-Out: Um novo método de extração incremental de regras à partir de redes neurais construtivas do tipo KBANN**. SBRN'98 – Simpósio Brasileiro de Redes Neurais. Belo Horizonte, 1998.
- [OSO 99] OSORIO, F. S. e AMY, Bernard. **INSS : A Hybrid System for Constructive Machine Learning**. Neurocomputing 26 (1999): 191-205. Elsevier Publishing, 1999. [<http://www.inf.unisinos.br/~osorio/>]
- [OSO 99a] OSORIO, F. S. **Bibliografia – SHNS: Sistemas Híbridos Neuro-Simbólicos**. Material disponível na Internet. Tutorial ENIA '99, Congresso da SBC. Rio de Janeiro. 1999. [<http://www.inf.unisinos.br/~osorio/shns-refs.html> e <http://.../~osorio/enia99/>]
- [TOW 91] TOWELL, G. **Symbolic Knowledge and Neural Networks: Insertion, Refinement and Extraction**. Ph.D. Thesis, Computer Science Dept., University of Wisconsin-Madison, U.S.A. 1991. [<http://www.cs.wisc.edu/~shavlik/uwml.html> ou <ftp://ftp.cs.wisc.edu/machine-learning/shavlik-group/>]
- [TOW 93] TOWELL, G. & SHAVLIK, J. **Extracting Refined Rules From Knowledge-Based Neural Nets**. Machine Learning 13 (1993): 71-101. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [TOW 94] TOWELL, G. & SHAVLIK, J. **Knowledge-Based Artificial Neural Networks**. Artificial Intelligence Journal 70:119-165. Elsevier Publishing, 1994.

