

Raciocínio Híbrido Fuzzy-Bayes no Apoio ao Diagnóstico de Câncer de Próstata e Hiperplasia Prostática Benigna

Priscyla Waleska Targino de Azevedo Simões¹, Rosangela Westphal da Silva²,
Merisandra Côrtes de Mattos³, Rozenir Ramos⁴, Cristian Cechinel⁵

^{1,2,3,4}Grupo de Pesquisa em Inteligência Computacional Aplicada, Unidade Acadêmica de Ciências,
Engenharia e Tecnologias, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil

⁵Universidade Federal do Pampa, Unipampa/Bagé, Brasil

Introdução

O conceito de conjuntos difusos foi introduzido por Lotfi A. Zadeh na Universidade de Berkeley, o qual observou que as tecnologias disponíveis na época não possibilitavam a automação de atividades relacionadas a problemas que compreendem situações ambíguas e imprecisas, geralmente de natureza industrial, biológica ou química.

Assim, os conhecimentos dos quais se dispõem em um sistema costumam ser incompletos e com diversas fontes de incerteza. Nesse contexto, a comunidade de Inteligência Artificial (IA) reconheceu a necessidade de raciocinar probabilisticamente, pois os primeiros sistemas computacionais para suporte à decisão que foram construídos a partir dos anos 60 eram voltados para o problema da diagnose, tratando a incerteza a partir de um formalismo matemático restritivo e abrangente denominado Teorema de Bayes, teoria que mostra oferece uma maneira de calcular a probabilidade de um evento em particular, dado algum conjunto de observações que se tenha feito [1][2].

As Redes Bayesianas são grafos acíclicos direcionados onde os nós representam as variáveis com medida de incerteza associada, e os arcos representam a existência causal direta entre os nós conectados (parte qualitativa): a força dessa influência é quantificada por probabilidades condicionais (parte quantitativa) [3].

Conforme apresenta a literatura, o conceito de sistema híbrido (SH) inteligente ou de método híbrido de aquisição de conhecimentos é bastante amplo e pode englobar diferentes tipos de abordagens. De uma maneira mais geral, pode-se descrever que todo o sistema que integre dois ou mais métodos diferentes da IA para a solução de um problema é um SH [4].

A partir dos conceitos apresentados, busca-se com esse artigo descrever o desenvolvimento de um sistema híbrido fuzzy-bayesiano, além de contribuir para essa área de estudo de forma a explorar a combinação da teoria bayesiana à lógica fuzzy para melhor representar um domínio de conhecimento da área

da saúde que costuma ser representado por variadas formas de incerteza.

Assim, os próximos itens apresentam a metodologia do desenvolvimento dessa pesquisa, além das conclusões.

Metodologia

A metodologia dessa pesquisa é baseada nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico; levantamento dos trabalhos correlatos; pesquisa sobre o raciocínio bayesiano e lógica fuzzy; definição da ferramenta para o desenvolvimento da inferência bayesiana e ambiente de desenvolvimento; e, definição de uma problemática da área da saúde que apresente raciocínio sobre incertezas híbridas. Finalizadas essas etapas busca-se demonstrar a modelagem e o raciocínio matemático do sistema híbrido, finalizando-se com a avaliação e validação do sistema.

No levantamento bibliográfico que incluiu a pesquisa a trabalhos correlatos, verificou-se a existência de pesquisas que utilizam variadas formas de hibridismo, com raras experiência envolvendo o fuzzy-bayes [5] [6].

Resultados

O modelo híbrido fuzzy-bayes utilizado nesta pesquisa foi baseado em alguns estudos [6] [7], que propõe uma modificação ao teorema de Bayes para a inserção de informações difusas no raciocínio bayesiano. Essa teoria é representada pela Fórmula 1 tendo-se como numerador a equação apresentada na fórmula 2 e denominador apresentado na fórmula 3.

$$P(H_i|\delta) = \frac{P(\delta/H_i)}{P(\delta)}, \quad (1)$$

Numerador

$$P(\delta/H_i) = (P(\delta/H_{i_1}) * \mu_{i_1}) + (1 - P(\delta/H_{i_2}) * \mu_{i_2}) * P(H_i), \quad (2)$$

Denominador

$$P(\delta) = \sum [(P(\delta/H_{i_1}) * \mu_{i_1}) + (1 - P(\delta/H_{i_2}) * \mu_{i_2}) * P(H_i)] \quad (3)$$

Onde:

$P(\delta/H_i)$: representa as probabilidades da evidência *fuzzy* dado uma hipótese *i*.

μ_{ij} : é o primeiro grau de pertinência obtido pela aplicação de uma função de pertinência. É um valor no intervalo [0,1];

$(1 - P(\delta/H_{i_2}))$: representa os complementos das probabilidades da categoria *fuzzy*. Estas probabilidades são valores no intervalo[0,1];

μ_{ij} : é o segundo grau de pertinência obtido pela aplicação de uma função de pertinência. É um valor no intervalo [0,1];

$P(H_i)$: representa cada probabilidade da categoria da hipótese *i*. Estas probabilidades são valores no intervalo [0,1];

n: representa a quantidade de categorias que uma hipótese pode possuir (variável de saída).

Após o cálculo híbrido fuzzy, os valores resultantes são considerados e substituídos na RB nas hipóteses diagnósticas para inferir com as demais evidências. É importante ressaltar que este cálculo pode ser feito em qualquer momento na utilização do sistema híbrido desenvolvido, denominado Centauro ilustrado na figura 1.

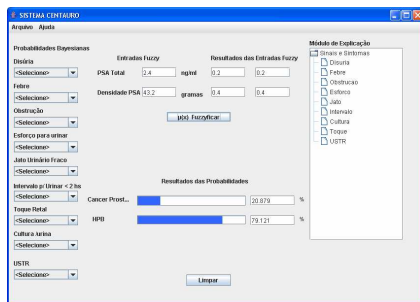


Fig. 1. Interface principal do sistema Centauro

Discussão e Conclusões

Considerando-se os resultados apresentados neste artigo, pode-se concluir que a temática do hibridismo fuzzy-bayesiano é recente no campo de estudo da IA, apresentando variados estudos no Brasil, destacando-se os desenvolvidos na Universidade Federal de Santa Catarina em aplicações voltadas à área da saúde, em específico ao diagnóstico médico.

A modelagem matemática foi detalhada no estudo de caso a fim de facilitar futuras pesquisas que envolvam as teorias utilizadas, sendo detalhado os raciocínios fuzzy e bayesiano utilizados na inferência do sistema híbrido.

O desenvolvimento do aplicativo Centauro resultante desta pesquisa foi realizado na linguagem Java, no ambiente NetBeans IDE 5.5 para a representação fuzzy do conhecimento e ainda neste software, pela Netica Java API para acesso a rede bayesiana elaborada na *shell* Netica. Apresenta versões nas modalidades desktop, e applet disponível no site do grupo de Pesquisa e Informática Médica e Telemedicina da UNESC.

Sugere-se para futuras pesquisas representar o hibridismo fuzzy-bayes a partir de outros modelos matemáticos; realizar um estudo comparativo entre a abordagem com e sem hibridismo para o diagnóstico de câncer de próstata e hiperplasia prostática benigna; validar e avaliar a base de conhecimento desenvolvida no estudo de caso.

Agradecimentos

A Universidade do Extremo Sul Catarinense por meio de seus programas de incentivo a pesquisa.

Referências

- [1] Cox, E.: Fuzzy modeling and genetic algorithms for data mining and exploration. Morgan Kaufmann, California (2005).
- [2] Russell, S. J., Norvig, P.: Inteligência artificial. Tradução da segunda edição. Elsevier, Rio de Janeiro (2004).
- [3] Jensen, F. V.: Bayesian networks and decision graphs. Springer, New York (2001).
- [4] Rezende, S. O.: Sistemas inteligentes: fundamentos e aplicações. São Paulo: Manole, 2003.
- [5] Thé, M. A. L.: Raciocínio baseado em casos uma abordagem fuzzy para diagnóstico nutricional. Tese – Pós graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina (2001).
- [6] Brignoli, J. T.: Modelo Híbrido Difuso-Probabilístico: uma alternativa para sistemas especialistas. Dissertação- Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina (2001).
- [7] Tibiriçá, C. A. G.: Uma Abordagem Híbrida Fuzzy-Bayesiana para Modelagem de Incertezas. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina (2005).

Contato

Profa. MSc. Priscyla Waleska Targino de Azevedo Simões
Universidade do Extremo Sul Catarinense,
Av.Universitária 1105, Bairro Universitário, 88806-000, Criciúma, SC, Brazil
pri@unesc.net / http://www.unesc.net