

PROCESSO DE DEFUZZIFICAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DE RACIOCÍNIO MÉDICO

Balbinot, A.¹, Barreto, M. M.G.²

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica, alexandre.balbinot@ufrgs.br
Avenida Osvaldo Aranha, 103, 90.035-190,
Porto Alegre, RS, Brasil.

2. Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, maria.barreto@ufabc.edu.br, Avenida dos Estados 5001, 09.210- 971, Santo André, SP, Brasil

Resumo: Introdução: um dos desafios da Inteligência Computacional é desenvolver modelos para representar o mundo real. Objetivo: o objetivo desse trabalho é comparar a eficiência de três métodos de defuzzificação na modelagem de raciocínio médico especializado em epilepsia. Material e Métodos: a estrutura de raciocínio foi definida através de entrevistas com um especialista e implementada em ambiente computacional fuzzy. Foram testados três métodos de defuzzificação para calcular os outputs do sistema. Resultados e Discussão: a troca de métodos de defuzzificação influenciou na obtenção de alguns resultados esperados.

Palavras chaves: Sistemas Fuzzy, Raciocínio Médico, Engenharia Clínica.

Key words: Fuzzy Systems, Medical Reasoning, Clinical Engineering.

Introdução

Um dos objetivos da Inteligência Computacional é desenvolver modelos baseados no mundo real¹. No caso do raciocínio médico, é fundamental que o modelo proposto capte a estrutura de raciocínio do especialista e possa representá-la computacionalmente. Uma representação adequada é fundamental no desenvolvimento de sistemas inteligentes que possam colaborar com o especialista na busca de novos resultados. A complexidade é uma característica do raciocínio médico, muitas vezes mesclado de lacunas, incertezas e ambigüidades, por ser um raciocínio de natureza mais qualitativa do que quantitativa. De um modo geral, a lógica *fuzzy* é uma metodologia usada em Inteligência Computacional para representar e investigar raciocínios que tenham essas características². No entanto, ao se desenvolver um modelo representativo do mundo real com métodos *fuzzy*, é importante notar que a escolha de cada método pode determinar a maior ou a menor proximidade do modelo proposto com o que ele pretende representar. Em um processo de inferência *fuzzy*, os métodos de defuzzificação determinam o cálculo dos *outputs*, ou seja, dos resultados esperados e, portanto, sua adequação a um modelo representado deve ser testada criteriosamente³.

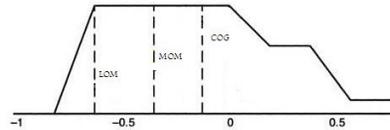
Objetivos

O objetivo desse trabalho é testar a eficiência de três métodos de defuzzificação na representação de um modelo de raciocínio médico especializado em epilepsia.

Materiais e Métodos

A aquisição de conhecimento foi feita com um especialista em Neurofisiologia através de entrevistas gravadas durante 10 (dez) meses. Foram transcritas 125 (cento e vinte e cinco) regras lógicas para epilepsia. Essas regras foram implementadas no Matlab®. O sistema inferencial fuzzy desenvolvido foi do tipo Mamdani, e os métodos de fuzzificação *and* e *or*, os de implicação e de agregação definidos foram *min*, *max*, *min* e *max* respectivamente. Os métodos de defuzzificação testados foram o COG (*Center of Gravity*), o MOM (*Mean of Maxima*) e o LOM (*Largest of Maxima*). O método COG calcula o *output* determinando o centro da área sob as funções de pertinência combinadas; o método MOM calcula o *output* escolhendo o valor correspondente à média dos valores de pertinência máximos; e o método LOM calcula o *output* escolhendo o valor correspondente ao maior valor de pertinência entre os máximos. Ambos estão representados na Figura 1⁴.

Figura 1: Métodos de Defuzzificação COG e MOM. (Adaptada da Referência 4, p.305).



Resultados e Discussão

O escopo do modelo implementado é possibilidade de definição da existência de mal epilético e a descrição do quadro clínico apresentado em situação de crises epiléticas, de acordo com intensidade, duração e reentrância das crises e com o fato delas serem auto-mantidas. As variáveis de *input* para regras lógicas que representam o modelo de raciocínio do especialista são *intensidade* das crises (IC), *duração* das crises (DC), *reentrância* das crises (RC) e o fato delas serem *auto-mantidas* (AC) e as variáveis de *output* são *existência de mal epilético* (ME) e *quadro clínico* (QC). Foi verificado se o modelo computacional se comportava de acordo com o esperado com relação à forma de raciocínio do especialista. Com relação à *existência de mal epilético*, o modelo computacional reproduziu a forma de raciocínio do especialista e apresentou os resultados esperados, nos três métodos de defuzzificação, para ‘*Se existe crise epilética duradoura, reentrante e auto-mantida então existe a ocorrência de um mal epilético.*’ Com relação a *quadro clínico*, no entanto, houve variação de resultados com a troca dos métodos de defuzzificação. O raciocínio do especialista ‘*Se existe uma crise duradoura de mais ou menos 12 minutos (então morrem neurônios) e então existe uma situação de urgência médica e é possível que ocorra o óbito.*’ se remete à função de pertinência *urgente com possibilidade de óbito* com variação [0.5 1] no intervalo [0 1] da variável de *output quando clínico* (QC). Ver Figura 1.

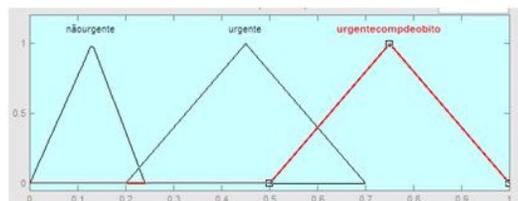


Figura 2: Funções de Pertinência para *quadro clínico* (QC).

Nos testes foram mantidos valores em torno de *12 minutos* para a variável *duração da crise*. Com o método COG, a resposta obtida foi *situação de urgência médica com possibilidade baixa de óbito* (valor para *output*: 0.6); com o método MOM, a resposta obtida foi *situação de urgência médica sem possibilidade de óbito* (valor para *output*: 0.45); com o método LOM a resposta obtida foi *situação de urgência médica e possibilidade de óbito mais acentuada* (valor para *output*: 0.69). Os métodos COG e LOM foram os que mais se aproximaram do modelo de raciocínio do especialista. No entanto, o método COG enfraquece a possibilidade de ocorrência de óbito e assim, o método LOM parece ser o mais adequado para representar o modelo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao especialista consultado Prof. Dr. Luiz Eugênio de Araújo Moraes Mello, Professor Titular do Departamento de Fisiologia da Universidade de São Paulo, Escola Paulista de Medicina e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

1. Begg, R, Lai, DTH, Palaniswani, M. Computational intelligence in biomedical engineering, CRC Press, 2008.
2. Zadeh, L. The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems, North-Holland, 1983, 11: 199-227.
3. Runkler, TA. Selection of appropriate defuzzification methods using application specific properties. In: *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 1997, 5, 1.
4. Kovacic, Z., Bogdan, S.. Fuzzy Controller Design: Theory and Applications. In: Control Engineering Series (Taylor & Fracis Editors), 2006.