

Rádio Cognitivo e Inteligência Computacional: Perspectivas

Bolsista: Luiz Henrique Suraty Filho
e-mail: luizinhosuraty@gmail.com
Orientador: Prof. Romis Ribeiro de Faissol Attux
e-mail: attux@dca.fee.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)
Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial(DCA)
Agência Financiadora : CNPq.
Palavras Chave: Rádio Cognitivo - Inteligência Computacional.

INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa teve como objetivo, inicialmente, verificar o funcionamento de sistemas de comunicação mais comuns, e estudar os principais entraves encontrados por esses sistemas com o intuito de entender as motivações do surgimento de um sistema adaptativo. Em seguida, estudou-se a aplicabilidade de ferramentas de inteligência computacional à realização das mais diversas tarefas de cunho adaptativo necessárias para o funcionamento de um rádio cognitivo. Por fim, buscamos aproveitar a sinergia existente entre as linhas de aprendizado de máquina e modernos sistemas de comunicação para verificarmos algumas perspectivas trazidas pela utilização de inteligência computacional no âmbito do problema de rádio cognitivo(RC), identificando resultados promissores e também as mais prováveis tendências de pesquisas futuras.

O PROBLEMA DE RÁDIO COGNITIVO

DEFINIÇÃO

Numa primeira abordagem, [MITOLA, 1999a] trata o problema do prisma de uma rede cognitiva (Figura 2.1), ou seja, uma rede (e.g. de telecomunicações) cujos elementos possuem "inteligência", e conseguem observar o ambiente, gerar planos e aprender com seus próprios erros.

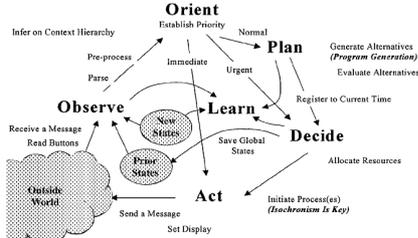


Figura 1 – Rede Cognitiva [MITOLA, 1999b]

Já do ponto de vista de [HAYKIN, 2005], o assunto é tratado em termos de um sistema de comunicação que consegue perceber o ambiente no qual está inserido e se adapta às condições impostas alterando alguns parâmetros da comunicação. Essa é uma abordagem em que apenas os aparelhos de comunicação (rádios) possuem certo nível de cognição, e não, como visto na definição anterior, a rede como um todo.

PRINCIPAIS TAREFAS

As tarefas que, em [HAYKIN, 2005], são atribuídas ao potencial cognitivo do dispositivo são: estimação do grau de interferência do ambiente, detecção de lacunas espectrais, identificação de canal, predição de capacidade, controle de potência e gerenciamento de espectro. A ênfase no espectro dada em [HAYKIN, 2005] é bastante natural, já que esse recurso é imprescindível, limitado e mal utilizado (vide Figura 2). Trata-se também de um recurso que, classicamente, tem seu uso regulamentado de forma rígida, o que permite intuir que haja um ganho de desempenho advindo de um sistema adaptativo.

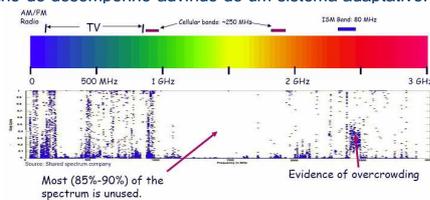


Figura 2 – Utilização do espectro de frequências [HWANG et al., 2008]

MOTIVAÇÃO PARA O USO DE INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

A área de inteligência computacional(IC) se associa ao desenvolvimento de sistemas inteligentes que reproduzam certos aspectos do comportamento humano, como aprendizado, percepção, raciocínio, evolução e adaptação. Uma abordagem muito comum para criar tais sistemas se baseia em computação natural, que, inspirada na natureza, permite o desenvolvimento de novas ferramentas computacionais para resolução de problemas [DE CASTRO, 2006].

Essas ferramentas computacionais são utilizadas para a resolução de problemas de variados tipos, como otimização, clusterização, classificação e predição. Tanto na abordagem de rádio cognitivo quanto na de rede cognitiva, algumas tarefas como as apresentadas em [HAYKIN, 2005] e em [MITOLA, 1999b] abrangem tarefas desse tipo, havendo, portanto, um claro nicho para aplicação de ferramentas como as descritas em [DE CASTRO, 2006].

Utilizações de IC para as diversas tarefas de RC.

Na literatura, encontramos diversas utilizações de ferramentas de inteligência computacional para a solução das tarefas mais comuns e importantes de rádio cognitivo. Para melhor verificar a utilização dessas técnicas nas tarefas de rádio cognitivo, a tabela 1 foi criada, mostrando as tarefas que foram encontradas nas leituras dos artigos e as técnicas utilizadas em cada caso.

	Fuzzy	AG ¹	RNA ²	SVM ³	IE ⁴
Classificação do sinal	X			X	
Controle de potência	X	X			
Estimativa do canal	X				
Mudança(Handoff) de espectro	X		X		
Otimização de cross-layer	X	X			
Seleção de canal	X				
Sensoriamento do espectro	X				
Alocação de canal		X			
Alocação do espectro		X			
Análise de QoS		X			
Coexistência de diferentes RC		X			
Otimização de parâmetros		X			X
Rede Cognitiva			X		
Sensoriamento do canal			X		
Classificação da modulação				X	
Seleção do canal e modulação				X	

1 – Algoritmos Genéticos 2 – Redes Neurais Artificiais 3 – Support Vector Machines 4 – Inteligência de Enxame

Tabela 1 – Tarefas de rádio cognitivo vs métodos de inteligência computacional aplicados

PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS

A partir das leituras realizadas, pode-se destacar que a aplicação de sistemas fuzzy e algoritmos genéticos aparecem como vertentes promissoras. Outra forte tendência para o futuro está na utilização de múltiplas técnicas de inteligência computacional combinadas com o intuito de atingir melhores resultados para a realização das tarefas de rádio cognitivo, como ocorre em [YONG et al., 2009], [BIXIO et al., 2009].

Um ponto que nos parece claro é que o problema de projeto de um rádio cognitivo é essencialmente um problema multi-objetivo, de modo que surge como um caminho natural o uso de técnicas de otimização baseadas na ideia de obter um amplo conjunto de soluções Pareto-ótimas cobrindo diversos parâmetros relevantes [COELLO COELLO, 2006]. Nesse caso, podem ser bastante atraente abordagens pertencentes à área de computação natural, as quais vêm merecendo grande atenção por parte da comunidade de pesquisa operacional.

O uso de sistemas nebulosos é certamente importante para quantificar conceitos dotados de vagueza e permitir, assim, a tomada de decisões em sistemas reais. Por outro lado, estratégias modernas de SVM e mesmo redes neurais têm papel importante nas tarefas de classificação e reconhecimento de padrões que garantem a possibilidade de que o rádio forme uma "imagem" apropriada do ambiente a seu redor.

CONCLUSÃO

Durante os últimos dois semestres, foi realizado um amplo estudo que partiu da área de princípios de telecomunicações e, passando por um período de formação em inteligência computacional, chegou finalmente à literatura moderna sobre rádio cognitivo. O levantamento de abordagens de inteligência computacional em rádio cognitivo pode servir como base para futuras pesquisas de pesquisadores que, no futuro, também desejem lidar com o tema.

A literatura mostrou que a área de inteligência computacional certamente tem muito a oferecer aqueles que desejam projetar rádios cognitivos. Desse modo, desenvolvimentos em ambas as áreas certamente trarão benefícios diretos para que, no futuro, possamos ter sistemas de comunicação amplamente inteligentes.

REFERÊNCIAS

- [BIXIO et al., 2009] BIXIO, L.; OTTONELLO, M.; SALLAM, H.; RAFFETTO, M.; REGAZZONI, C. S. - "Signal classification based on spectral redundancy and neural network ensembles," in Proceedings of the 4th International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications (CROWNCOM 09), Hannover, Germany, June 2009.
 [COELLO COELLO, 2006] COELLO COELLO, C. A. - "Evolutionary multi-objective optimization: a historical view of the field," IEEE Computational Intelligence Magazine, volume 1, No. 1, pp. 28-36, 2006.
 [DE CASTRO, 2006] DE CASTRO, L. N. - Fundamentals of Natural Computing: Basic Concepts, Algorithms, and Applications, CRC Press, 2006.
 [HWANG et al., 2008] HWANG, Y.; KIM, S.; HAN, K.; LEE, H.; CHOI S. - "Cognitive Radio and Bandwidth Sharing Spectrum Access", em Future Internet Technology Exhibition, 2008
 [MITOLA, 1999a] MITOLA, J. - "Cognitive radio for flexible mobile multimedia communications." In Sixth International Workshop on Mobile Multimedia Communications (MobiM'99), San Diego, CA, 1999.
 [MITOLA, 1999b] MITOLA, J. & MAGUIRE, G. Q. - "Cognitive radios: Making software radios more personal," IEEE Pers. Commun., volume 6, no. 4, pp. 13-18, Aug. 1999.
 [YONG et al., 2009] YONG, L.; HONG, J.; QING, H. Y. - "Design of Cognitive Radio/Wireless Parameters Based on Multi-objective Immune Genetic Algorithm", in International Conference on Communications and Mobile Computing 2009, Yunnan, pp 92 - 96.