

Processamento de Sinais em Arranjo de Microfones

Prof. Marcello Luiz Rodrigues de Campos
Programa de Engenharia Elétrica
COPPE/EPoli/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil
campos@lps.ufrj.br

Prof. José Antonio Apolinário Jr.
Departamento de Engenharia Elétrica
Instituto Militar de Engenharia
Rio de Janeiro, Brasil
apolin@ime.eb.br

Descrição e Motivação

O curso apresenta os fundamentos de processamento de sinais no domínio tempo-espaco abordando arranjo de sensores em geral e de microfones em particular. Após uma visão geral sobre o problema, os conceitos apresentados são usados de forma mais detalhada na conformação de feixe *beamforming* e na estimação de direção de chegada (DoA), aplicações típicas de arranjos. A apresentação da teoria será complementada com experimentos em MATLAB[©] e demonstrações práticas com arranjo de microfones.

Ementa

1. Introdução e fundamentos [≈ 10 min]
 - Equação de onda, propagação de ondas, onda plana monocromática e número de onda
2. Arranjos de sensores e filtragem espacial [≈ 30 min]
 - Transformada de Fourier no domínio tempo-espaco
 - Resposta frequência-número de onda
 - Arranjo de sensores linear uniforme
 - Arranjos de banda estreita e de banda larga
3. *Beamforming* ótimo [≈ 20 min]
 - Filtro ótima sem e com restrições lineares
 - Formulação do problema e modelagem dos sinais
 - *Beamforming* ótimo (MVDR, MMSE, LCMV, componentes principais)
4. *Beamforming* adaptativo [≈ 20 min]
 - *Beamforming* adaptativo usando algoritmos com restrições lineares (CRLS, CLMS, CAP)
 - *Generalized Sidelobe Canceller* (GSC)

Intervalo [≤ 10 min]

5. Estimação da direção de chegada (DoA) em arranjos de microfones [≈ 60 min]
 - Métodos não-paramétricos (DS e Capon)
 - Técnicas baseadas no auto-valor (MUSIC banda estreita)
 - Método da GCC, correlação cruzada generalizada (DoA via TDoA)

DEMO [≈ 30 min]

Material didático

Disponível em: [//www.ime.eb.br/~apolin/MicArray/](http://www.ime.eb.br/~apolin/MicArray/)

Referências

1. H. L. Van Trees, "Optimum Array Processing," John Wiley and Sons, 2002.
2. J. Benesty, J. Chen, and Y. Huang, "Microphone Array Signal Processing," Springer, 2008.
3. P. Stoica and R. Moses, "Spectral Analysis of Signals," Pearson, 2005.

Marcello L. R. de Campos é Engenheiro em Eletrônica (*cum laude*) formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1990), com mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica (M.Sc. pela COPPE/UFRJ em 1991, Ph.D. pela *University of Victoria*, Canadá, em 1995). Atualmente é Professor Associado do Programa de Engenharia Elétrica da COPPE/UFRJ, tendo atuado como Vice-Coordenador e Coordenador do Programa em 2004 e 2005, respectivamente. Já publicou diversos artigos científicos em revistas e congressos nacionais e internacionais, e já orientou diversas teses de doutorado e dissertações de mestrado. É Pesquisador nível 2 do CNPq desde 1998, membro da Sociedade Brasileira de Telecomunicações e *Senior Member* do IEEE, tendo servido como Diretor da *IEEE Communications Society* para a América Latina no biênio 2000-2001. Seus interesses em pesquisa envolvem processamento de sinais adaptativos, teoria da estimação, otimização convexa e comunicações.

José Antonio Apolinário Jr. é graduado pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, 1981), Engenheiro Eletrônico pelo Instituto Militar de Engenharia (IME, 1988), possui mestrado pela Universidade de Brasília (UnB, 1993) e doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ, 1998). Ele é atualmente Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica (SE/3) do IME onde já atuou como Chefe de Departamento e Vice-Reitor de Ensino e Pesquisa, entre 2001 e 2006. Já foi Professor Visitante da *Escuela Politécnica del Ejército* (ESPE, Equador, de 1999 a 2000) e Pesquisador Visitante e duas vezes Professor Visitante na *Helsinki University of Technology* (HUT, Finlândia, em 1997, 2004 e 2006, respectivamente). Seu interesse em pesquisa compreende diversos aspectos do processamento digital de sinais incluindo filtragem adaptativa, voz e arranjos de sensores. É Pesquisador nível 2 do CNPq, membro da Sociedade Brasileira de Telecomunicações e *Senior Member* do IEEE.