

LOCALIZAÇÃO ADAPTATIVA DE USUÁRIOS/ALVOS EM SISTEMAS DE RECEPÇÃO COMPOSTOS POR ARRANJO DE ANTENAS UTILIZANDO O MÉTODO ESPRIT E MÉTODOS DE RASTREAMENTO DE SUBESPAÇO.

Rodrigo Kenji Imafuku (PIC/Uem), Rafael Krummenauer (Orientador), e-mail: rkrummenauer2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Área: Engenharias / Subárea: Engenharias IV

Palavras-chave: arranjo de antenas, processamento digital de sinais, estimação de direção de chegada

Resumo:

Este projeto de iniciação científica trata do problema de localização de usuários (alvos) em receptores de sistemas de comunicações sem fio e Radar (do inglês *Radio Detection and Ranging*) compostos por arranjo de antenas dispostas uniformemente em linha (ULA, do inglês *Uniform Linear Array*). O objetivo principal de projeto é investigar o desempenho de métodos de estimação de direção de chegada (DOA, do inglês *Direction of Arrival*), em cenários não estacionários cujos usuários/alvos podem mudar de posição continuamente. Foram estudados métodos de estimação DOA baseados na decomposição de subespaços e métodos algébricos de rastreamento de subespaços. Os resultados obtidos por simulação numérica com a combinação destes métodos demonstram que o rastreamento da localização angular de usuários/alvos em movimento pode ser feito com boa precisão mesmo em cenários com baixa relação sinal-ruído.

Introdução

Processamento de sinais de arranjo de sensores/antenas se tornou uma área ativa de grande interesse em pesquisas envolvendo estimação de parâmetros e tem sido usado em uma série de aplicações, das quais destacam-se os sistemas de comunicações móveis, sistemas de radar e de sonar, equipamentos de tratamento e diagnóstico médico e sismologia (Krim e Viberg, 1996), (Blostein e Leib, 2003).

Este projeto trata do problema de estimação de direção de chegada de ondas planas usando um arranjo linear de sensores igualmente espaçados, em situações onde uma alta resolução espacial é requerida, a relação sinal-ruído (SNR, do inglês *Signal to Noise Ratio*) é baixa e os usuários ou alvos são móveis.

Várias soluções são candidatas para o projeto, dentre as quais destacamos o critério de ajuste de subespaços, representado principalmente pelos métodos MUSIC (do inglês *Multiple Signal Classification*) (Schmidt, 1986) e ESPRIT (do inglês *Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Technique*) (Roy e Kailath, 1989). Neste projeto, foram estudados ambos os métodos com foco no ESPRIT.

Materiais e métodos

O desenvolvimento deste projeto foi baseado em alguns dos principais métodos da área de estudo desenvolvidos nas últimas décadas. Foi estudado o método ESPRIT para estimação de direção de chegada. Adicionalmente, visando redução da complexidade computacional foi estudado e empregado o método algébrico de rastreamento de subespaços proposto em (Strobach, 2009) para substituir o uso da SVD (*Singular Value Decomposition*) na decomposição do subespaço a cada novo dado recebido. A informação da decomposição é a principal informação de entrada do método ESPRIT. Todas as simulações e testes foram realizadas na esfera de software, utilizando o software de computação numérica MATLAB® como plataforma de programação e simulação a fim de obter resultados e comparar o desempenho e a eficácia de cada método analisado.

Resultados e Discussão

Para a realização das simulações foram definidos alguns parâmetros iniciais a saber: frequência da portadora; distância entre os sensores. A partir do valor da velocidade da onda no ar e a frequência da portadora, foi calculado o comprimento de onda. O comprimento de onda é usado como parâmetro de base para definição das posições das antenas no arranjo. Neste projeto, utilizamos um espaçamento entre antenas de meio comprimento de onda. Valores menores que estes resultariam em menor cobertura angular do arranjo de antenas e menor resolução espacial.

Inicialmente foram gerados os *snapshots* (vetores que carregam o valor instantâneo da amplitude das formas de onda captadas pelas antenas), definindo as posições angulares de 3 fontes geradoras de sinal distintas, para um arranjo de 10 antenas e 1000 amostras no tempo. A seguir, foram gerados os dados das fontes e inserido um ruído de medição.

Para encontrar o ângulo de chegada (DOA), o método aplicado foi o ESPRIT, combinado com o método de rastreamento de subespaço de (Strobach, 2009) para decomposição do subespaço a cada novo *snapshot* recebido. A Figura 1 a seguir mostra a movimentação simulada das fontes ao longo do tempo, enquanto a Figura 2 mostra o resultado do rastreamento com o algoritmo de Strobach em conjunto com o método ESPRIT para uma relação sinal-ruído de 0 dB.

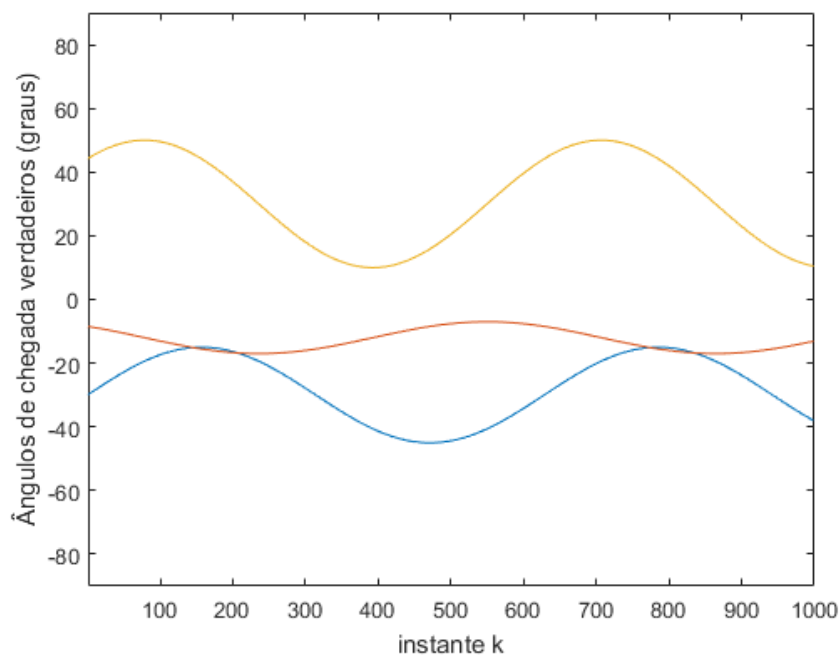


Figura 1 – Movimentação das fontes ao longo do tempo.

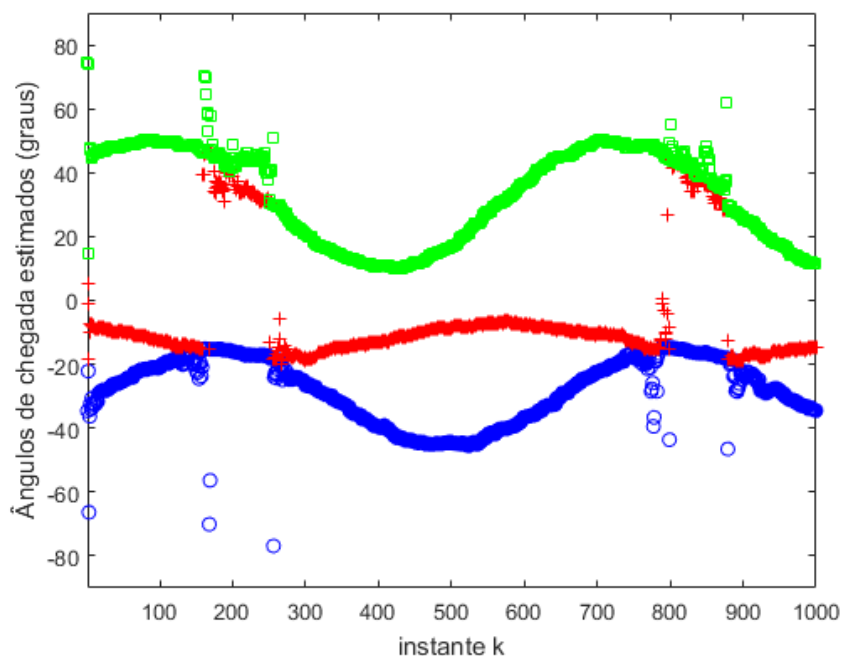


Figura 2 – Rastreamento com SVD e utilizando o ESPRIT.

Analisando os gráficos obtidos pela simulação, observa-se resultados coerentes com o esperado. É possível obter boas aproximações da posição das fontes mesmo em regime não estacionário sempre que a localização

angular das fontes não é coincidente. É possível observar que condições de cruzamento angular entre as fontes gera erros de estimação pronunciados. O motivo está na dificuldade de separar as informações de direção duas fontes com ângulos próximos na decomposição dos subespaços de ruído e de sinal dos dados, cuja informação é utilizada como informação principal de entrada no método de localização.

Conclusões

A partir da análise dos algoritmos e dos gráficos obtidos conclui-se que o método ESPRIT em conjunto com o método de Strobach para rastreamento de subespaços oferece, em geral, boa precisão na estimação dos ângulos dos usuários/alvos. Porém quando duas ou mais fontes estão localizadas em ângulos muito próximos simultaneamente, o procedimento proposto não consegue obter localizações exatas da posição real das fontes.

Agradecimentos

DEQ-UEM

Referências

BLOSTEIN, S. D.; LEIB, H. Multiple antenna systems: role and impact in future wireless access, **IEEE Communications Magazine**, v. 41, n. 7, p. 94–101, 2003.

KRIM, H.; VIBERG, M. Two decades of array signal processing research: the parametric approach, **IEEE Signal Processing Magazine**, v. 13, n. 4, p. 67–94, 1996.

ROY, R.; KAILATH, T. ESPRIT- estimation of signal parameters via rotational invariance techniques, **IEEE Transactions on Acoustic, Speech and Signal Processing**, v. 37, p. 984-995, 1989.

SCHMIDT, R. O. Multiple emitter location and signal parameter estimation, **IEEE Transactions on Antennas and Propagation**, v. 34, n. 3, p. 276–280, 1986.

SROBACH, P. The fast recursive row-Householder subspace tracking algorithm, **Signal Processing**, v. 89, p. 2514-2528, 2009.