

AN ENHANCED MINIMUM VARIANCE DISTORTIONLESS
RESPONSE BEAMFORMER TECHNIQUES TO REDUCE INTERFERENCE IN
ARRAY ANTENNA SYSTEM

SUHAIL NAJM SHAHAB

Thesis submitted in fulfillment of the requirements
for the award of the degree of
Doctor of Philosophy in Electrical Engineering

Faculty of Electrical & Electronic Engineering
UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG

MARCH 2017

ABSTRACT

Beamforming (BF) algorithm is one of the major smart antenna function that forming beams towards the direction of the desired user while simultaneously suppressing signals origination from other directions. Minimum Variance Distortionless Response (MVDR) is basically a unity gain adaptive beamformer which is suffering from performance degradation due to the presence of interference and noise. Also, MVDR is sensitive to the direction of arrival mismatch, and unsatisfactory null-forming level. This thesis presents two BF techniques to enhancing the MVDR null-forming level. First, the zero-null constraint adds to the MVDR beamformer based on uniform linear antenna arrays. The proposed MVDR_{ZN} is based on reconstructing the excitation weight vector coefficients to enforcing the undesired signal energy equal to zero (or near zero) and the desired signal energy equal to one (unity gain). Metaheuristic optimization algorithms are used widely to solve many engineering problems. Second, hybrid Particle Swarm Optimization/Gravitational Search Algorithm (PSOGSA) is used to obtain a desired radiation pattern by enhancing the MVDR nulling level. The proposed MVDR_{PSOGSA} method combines the search methods of PSO and GSA, thus achieving the improved exploration ability needed to obtain high accuracy with deep null-forming in the directions of the interference sources. Whereas in the BF applications, Signal-to-Interference plus Noise Ratio (SINR) is a valid fitness function because it measures how well the array's radiation pattern focuses energy on a Signal Of Interest (SOI) and steers nulls towards interference. In addition, to provide high accuracy beampattern and to enhance the null-forming level to suppress the interference and noise deeply. The performance of the proposed approaches is judged by the beampattern accuracy for azimuth and elevation scanning angles, SINR improvement through a deep null-forming level. The null width in the azimuth and elevation scanning angle also have been assessed. The result shows that the proposed MVDR_{ZN} method clearly introduce more than 300 dB negative power to serve the interference source with average SINR improvements approximately 250 dB and accurate azimuth and elevation angles. It is observed that the MVDR_{ZN} can provide a perfect radiation pattern with relatively few snapshots records. The obtained results confirm the complete agreement between MVDR technique and hybrid intelligent swarm PSOGSA algorithm. The proposed MVDR_{PSOGSA} approach can successfully place very sharp nulls (-200 dB deep, on average) at the undesired angles. It is providing additional support to the smart antenna array system to combat the co-channel interference and array noise reduction. These approaches achieve significant SINR improvement by reducing the effects of multiple access interference in the wireless communication systems.

ABSTRAK

Beamforming (BF) algoritma adalah salah satu fungsi antena pintar utama yang membentuk rasuk ke arah pengguna yang dikehendaki pada masa yang sama menekan isyarat asal dari arah yang lain. Varian Minimum Distortionless Response (MVDR) pada dasarnya ialah beamformer penyesuaian keuntungan perpaduan yang mengalami kemerosotan prestasi kerana kehadiran gangguan dan bunyi bising. Juga, MVDR sensitif kepada arahan ketibaan tidak sepadan, dan tidak memuaskan tahap null-membentuk. Tesis ini membentangkan baru dua model BF. Pertama, kekangan sifar null menambah beamformer MVDR berdasarkan seragam tatasusunan antena linear. The $MVDR_{ZN}$ menambah kekangan adalah berdasarkan kepada membina semula vektor berat untuk menguatkuasakan tenaga yang tidak diingini isyarat sama dengan sifar (atau hampir sifar) dan tenaga isyarat yang dikehendaki, sama seperti orang (keuntungan perpaduan). algoritma pengoptimuman Metaheuristic digunakan secara meluas untuk menyelesaikan banyak masalah kejuruteraan. Algoritma seperti Optimization hibrid Particle Swarm / graviti Cari Algoritma (PSOGSA) digunakan untuk mendapatkan corak sinaran yang dikehendaki untuk masalah yang diberikan sebagai pendekatan kedua untuk meningkatkan prestasi MVDR. kaedah $MVDR_{PSOGSA}$ Cadangan menggabungkan kaedah mencari PSO dan GSA, sekali gus mencapai keupayaan penerokaan yang lebih baik yang perlu untuk mendapatkan ketepatan yang tinggi dalam null membentuk dalam arah satu sumber gangguan. Manakala dalam aplikasi BF, Signal-to-Gangguan ditambah nisbah bunyi (SINR) ialah fungsi kecergasan yang sah kerana ia mengukur sejauh mana corak sinaran mudah memberi tumpuan tenaga pada SOI dan mengemudikan nulls terhadap gangguan. Tujuan kajian ini adalah untuk menyediakan ketepatan yang tinggi beampattern dan untuk meningkatkan tahap null-membentuk untuk menyekat gangguan dan bunyi bising secara mendalam. Prestasi pendekatan yang dicadangkan itu diadili oleh ketepatan beampattern untuk azimuth dan mengimbas ketinggian sudut, peningkatan SINR melalui tahap null pembentuk yang mendalam. Lebar null dalam azimuth dan mengimbas ketinggian sudut juga telah dinilai. Keputusan berangka menunjukkan bahawa kaedah $MVDR_{ZN}$ yang dicadangkan dengan jelas memperkenalkan lebih daripada 300 dB kuasa negatif untuk berkhidmat sumber gangguan dengan peningkatan SINR purata kira-kira 250 dB dan azimuth dan ketinggian sudut tepat. Adalah diperhatikan bahawa $MVDR_{ZN}$ boleh memberikan corak sinaran yang sempurna dengan agak beberapa gambar rekod. Keputusan yang diperolehi mengesahkan perjanjian lengkap antara teknik MVDR dan hibrid swarm pintar algoritma PSOGSA. pendekatan $MVDR_{PSOGSA}$ yang dicadangkan telah berjaya boleh meletakkan nulls sangat tajam (-200 dB dalam, secara purata) di sudut yang tidak diingini. Ia menyediakan sokongan tambahan kepada sistem antena pintar untuk memerangi gangguan bersama saluran dan lokasi pengurangan bunyi. Pendekatan ini mencapai peningkatan SINR ketara dengan mengurangkan kesan pelbagai gangguan akses di dalam sistem komunikasi tanpa wayar.