

Maximal-ratio eigen-combining: A performance analysis

Combinaison propre à rapport maximal : une analyse de la performance

Constantin Siriteanu and Steven D. Blostein

Maximal-ratio eigen-combining (MREC) for wireless communications channels, also known as eigen-beamforming for receivers equipped with antenna arrays, integrates conventional maximum average signal-to-noise-ratio beamforming (Max-ASNR BF) and maximal-ratio combining (MRC) to provide both high average SNR in high fading correlation as well as diversity in low fading correlation. Previous studies of MREC were based on simulation or limited analysis and suggested that MREC can outperform Max-ASNR BF and MRC in terms of average error probability (AEP). A comprehensive analysis of MREC is provided for BPSK signals and Rayleigh fading, including computable AEP and outage probability (OP) expressions for perfectly known, correlated channel gains. Particular cases of these expressions apply to Max-ASNR BF and MRC. For imperfectly known channels the analysis yields a new and general AEP expression for MREC, which is specialized to estimation based on pilot-symbol-aided modulation (PSAM) and interpolation. In particular, this AEP expression applies to Max-ASNR BF and, for PSAM and data-independent interpolation filters, to MRC. Numerical results for antenna arrays receiving signals with angle-of-arrival dispersion and imperfectly known channel gains confirm the potential advantage of MREC over Max-ASNR BF and MRC.

La combinaison propre à rapport maximal (CPRM) pour des canaux de communication sans fil, également connue sous le nom de formation de faisceau propre pour des récepteurs équipés de réseaux d'antennes, intègre les méthodes conventionnelles de formation de faisceau maximisant le rapport moyen signal-à-bruit (FF Max-RMSB) et de combinaison à rapport maximal (CRM) et fournit à la fois de RMSB élevé en condition d'atténuation fortement corrélée et de la diversité en condition de basse corrélation de l'atténuation. Les études précédentes de la CPRM ont été basées sur la simulation ou sur une analyse limitée et ont suggéré que la CPRM puisse surpasser la FF Max-RMSB et la CRM en termes de probabilité moyenne d'erreur (PME). Une analyse complète de CPRM est donnée ici pour des signaux MP2E (modulation de phase à deux états) et d'atténuation Rayleigh, y compris des expressions calculables pour la PME et pour la probabilité de panne dans le cas de canaux parfaitement connus à gains corrélés. Pour des canaux imparfaitement connus, l'analyse apporte une expression nouvelle et générale de la PME pour la CPRM, qui est spécialisée à estimation assistée par modulation avec symbole pilote (MSP) et interpolation. Particulièrement, cette expression de la PME s'applique à la FF Max-RMSB et, dans le cas de MSP et de filtres d'interpolation indépendantes des données, à la CRM. Les résultats numériques pour des réseaux d'antennes recevant de signaux avec une dispersion d'angles d'arrivée et des gains de canaux imparfaitement connus confirment l'avantage potentiel de la CPRM par rapport à la FF Max-RMSB et à la CRM.

Keywords: beamforming, BPSK modulation, diversity, imperfectly known correlated channel gains, MRC, Rayleigh fading