



Ayrık Harmoni Arama Algoritması kullanılarak Tepe Gücü/ Ortalama Güç Oranının Düşürülmesi

Peak to Average Power Ratio Reduction using Discrete Harmony Search Algorithm

Yüksel TOKUR BOZKURT¹, Necmi TAŞPINAR²

¹Gaziantep Üniversitesi
Gaziantep Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Böl.
27310, Gaziantep

¹e-posta: tokur@gantep.edu.tr

²Erciyes Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü
38039, Kayseri

²e-posta: taspinar@erciyes.edu.tr

Özet

Çoklu taşıyıcı modülasyon sistemlerinin en önemli problemlerinden biri yüksek tepe gücü/ortalama güç oranı (PAPR)'dır. PAPR ileticinin yüksek güç kuvvetlendiricisinin istenmeyen doygunluğundan dolayı, bantta bozulma ve bant dışında radyasyona sebep olur. PAPR düşürme teknikleri arasında en yaygın kullanılan kısmi iletim dizisi (PTS) tekniğidir. Geleneksel-PTS tekniğinde, PAPR azaltma yöntemi uygun değer faz faktörünü bulmak için büyük arama karmaşıklığı gerektirir. Son yıllarda, faz faktörü arama karmaşasını azaltmak için PTS tekniği ile sezgisel yöntemlerin birlikte kullanımı hızlı bir gelişme göstermektedir. Bu çalışmada, ayrık harmoni arama algoritma (AHAA) tabanlı kısmi iletim dizisi (PTS) yöntemiyle dikgen frekans bölmeli çoğullamalı sinyallerinin PAPR düşümü önerilmektedir. AHAA tabanlı kısmi iletim dizisi yönteminin PAPR düşürme performansı farklı kısmi iletim dizisi yöntemlerinin ki ile kıyaslanmıştır. Simülasyon sonuçları, önerilen AHAA-PTS yönteminin daha iyi PAPR azalma performansı sağladığını göstermektedir.

Abstract

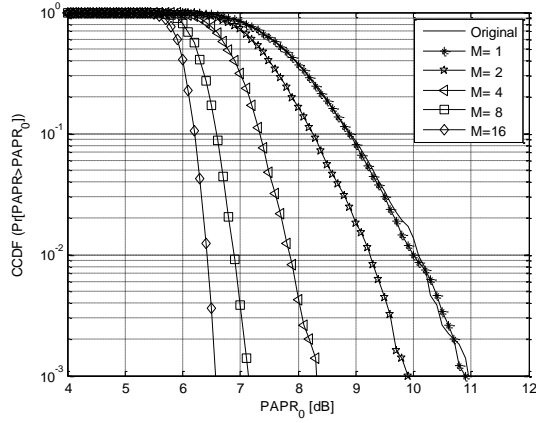
One of the most important problems of multi-carrier systems is high peak-to-average power ratio (PAPR) value. Owing to unwanted saturation of the high power amplifier (HPA) PAPR causes in-band distortion and out-of-band radiation. Among many PAPR reduction methods, partial transmit sequences (PTS) is the most popular technique. The conventional PTS technique requires large search complexity to find optimal

phase factor in its PAPR reduction procedure. In the recent years, PTS technique with heuristic algorithms shows a rapid development for the complexity reduction of phase factor search procedure. In this study, PTS scheme based on discrete harmony search algorithm (DHSA-PTS) is proposed to reduce PAPR of orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) signals. The PAPR reduction performance of DHSA-PTS is compared with different PTS schemes. The simulation results show that the proposed DHSA-PTS method provides better PAPR reduction performance.

1. Giriş

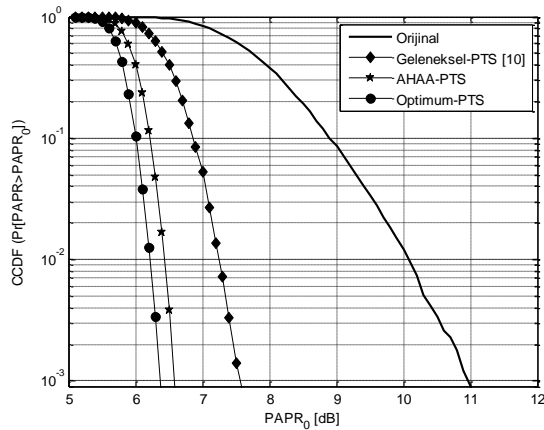
Frekans seçici sönümlenme veya dar bant girişime karşı direnç artışı OFDM'nin tercih edilme sebeplerindedir. İleticinin yüksek güç kuvvetlendiricisinin güç verimliliğinin ciddi bir biçimde sınırlandırılmasına sebep olan yüksek PAPR çoklu taşıyıcı sistemlerin dezavantajıdır. PAPR oranının yüksek olması, vericinin doğrusallığını bozmak suretiyle sistem performansını düşürür ve çalışma alanını kısıtlar. Yüksek PAPR'ı düşürmek için uygun sinyal işleme teknikleri gereklidir [1-2].

OFDM sistemleri için geleneksel ve sezgisel olmak üzere çeşitli PAPR'ı düşürme teknikleri mevcuttur. Literatürde PAPR'ı düşürmek için geleneksel teknikler: büyüklük kırpma [3], kırpma ve filtreleme [4], blok kodlama [5], ton rezervasyonu [6], ton ekleme [7], aktif yıldız kümesi genişletme [8], seçici eşleme [9], kısmi iletim dizisi [10] gibi tekniklerdir. Kısmi iletim dizisi tekniği, araştırmacılar tarafından üzerinde en çok durulan PAPR düşürme tekniğidir.



Şekil-4:OFDM sisteminde AHAA-PTS yönteminin değişik alt-blok sayısına göre CCDF değişimi.

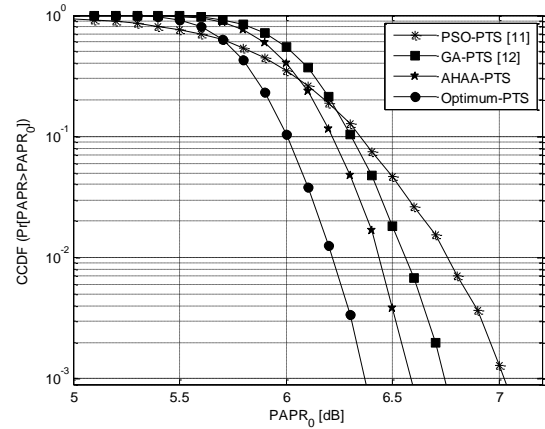
OFDM sisteminde AHAA-PTS yönteminin değişik alt-blok sayısına göre tümleyici kümülatif dağılım fonksiyonu değişimi Şekil-4’de görülmektedir. Orijinal OFDM sinyalinin PAPR değeri 10.96 dB iken AHAA-PTS yöntemiyle PAPR düşümü sağlanan OFDM sinyalinin PAPR değerleri $M = [1, 2, 4, 8]$ için sırasıyla 10.90 dB , 9.90 dB , 8.83 dB , 7.14 dB ve 6.57 dB ’dir. Grafikten görüldüğü üzere alt-blok sayısı artukça CCDF grafiği dolayısıyla PAPR düşümü daha iyi sonuç vermektedir. Bu sebeple diğer benzetim işlemlerinde alt-blok sayısı 16 için işlem yapılmıştır.



Şekil-5: OFDM sisteminde orijinal, geleneksel-PTS, AHAA-PTS ve optimum-PTS yöntemiyle PAPR değerinin CCDF değişimi.

Şekil-5’de OFDM sisteminde AHAA-PTS yöntemiyle rastgele arama algoritmasını kullanan geleneksel-PTS yöntemi kıyaslanmıştır. $\text{CCDF} = 10^{-3}$ için orijinal sinyalin, optimum-PTS, geleneksel-PTS ve AHAA-PTS’nin PAPR değerleri sırasıyla 10.96 dB , 6.37 dB , 7.56 dB ve 6.58 dB ’dir. Grafikten AHAA-PTS yöntem performansının rastgele aramalı geleneksel-PTS yöntem performansından yaklaşık 1 dB daha iyi olduğu görülmektedir. AHAA-PTS yöntemi optimum-PTS yöntemine göre sadece 0.21 dB ’lik yakın sonuç vermiştir. M alt-blok taşıyıcı sayısı olup $M = 16$ için optimum-PTS yönteminin hesaplama katsayısı $2^{M-1} = 2^{16-1} = 2^{15} = 32768$ iken AHAA-PTS yönteminin hesaplama sayısı 1000 ’dir. AHAA-PTS yöntemi optimum-

PTS yöntemine göre $32768/1000 \approx 32.768$ kat daha az hesaplama karmaşasına sahiptir.



Şekil-6: OFDM sisteminde AHAA-PTS, PSO-PTS, GA-PTS ve Optimum-PTS yöntemleriyle PAPR değerinin CCDF değişimi.

Parça sürü optimizasyonlu, genetik aramalı, ayırık harmoni arama algoritmalı ve optimum kısmi iletim dizisi yöntemlerinin PAPR değerinin tümleyici kümülatif dağılım fonksiyonu değişimi Şekil-6’da görülmektedir. OFDM sinyalinin $\text{CCDF} = 10^{-3}$ için PSO-PTS ve GA-PTS’nin PAPR değerleri sırasıyla 7.02 dB ve 6.74 dB ’dir. AHAA-PTS yöntemi PSO-PTS yönteminden 0.44 dB ve GA-PTS yönteminden 0.16 dB daha az PAPR değerine sahiptir. Bu sonuçlarla, önerilen yöntem performansının GA-PTS ve PSO-PTS yöntem performanslarından daha iyi olduğu görülmektedir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, OFDM sisteminde tepe gücü/ortalama güç oranını düşürmek için ayırık harmoni arama algoritma tabanlı kısmi iletim dizisi yöntemi incelenmiştir. AHAA-PTS kullılarak elde edilen sonuçlar geleneksel-PTS ve PSO-PTS ile GA-PTS yöntemleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar neticesinde AHAA-PTS yöntem performansının geleneksel-PTS, PSO-PTS ve GA-PTS yöntem performanslarından daha iyi olduğu görülmüştür. Önerilen yöntem, optimum-PTS yöntemine çok yakın sonuç vermiş ve optimum-PTS yönteminin yaklaşık %3’ü kadar hesaplama karmaşasına sahiptir. Ayrıca, AHAA’de bir iterasyon tamamlaması PSO ve GA’dan daha hızlı olduğundan AHAA-PTS yöntemi diğer yöntemlerden daha hızlı sonuç vermiştir.

6. Kaynaklar

- [1] Cimini, L.J. ve Sollenberger, N.R., “Peak-to-average power ratio reduction of an OFDM signal using partial transmit sequences”, IEEE Commun. Lett., Vol. 4, s. 86–88, 2000.
- [2] Han, S. H. ve Lee, J. H., “An overview of peak-to-average power ratio reduction techniques for multicarrier transmission”, Commun. Mag., Vol. 12, Nisan. 2005, s. 56–65.
- [3] Nadal, L., Moreolo, M.S., Fabrega, J.M. ve Junyent, G., “Low complexity PAPR reduction techniques

- for clipping and quantization noise mitigation in direct-detection O-OFDM systems”, *Optical Fiber Technology*, Vol. 20, s.208-216, 2014.
- [4] Li, X, ve Cimini, L.J., “Effect of clipping and filtering on the performance of OFDM”, *IEEE Commun Lett*, Vol. 2, s.131-133, 1998.
- [5] Jones, A.E., Wilkinson, T.A. ve Barton, S.K., “Block coding scheme for reduction of peak to mean envelope power ratio of multicarrier transmission scheme”, *Electron Lett*, Vol. 30, s.2098–99, 1994.
- [6] Chen, J-C. ve Li, C-P., “Tone reservation using near-optimal peak reduction tone set selection algorithm for PAPR reduction in OFDM systems”, *IEEE Signal Proc Let*, Vol. 17, s. 933-936, 2010.
- [7] Chen, J-C. ve Wen, C-K., “PAPR reduction of OFDM signal using cross-entropy-based tone injection schemes”, *IEEE Signal Proc Let*, Vol. 17, s. 727-730, 2010.
- [8] Krongold, B.S. ve Jones, D.L., “PAR reduction in OFDM via active constellation extension”, *IEEE T Broadcast*, Vol. 49, s.258–268, 2003.
- [9] Breiling, H., Müller-Weinfurtner, S.H. ve Huber, J.B., “SLM peak-power reduction without explicit side information”, *IEEE Commun. Lett.*, Vol. 5, s. 239–241, 2001.
- [10] Müller, S.H. ve Huber, J.B., “OFDM with reduced peak-to-average power ratio by optimum combination of partial transmit sequences”, *Electron Lett.*, Vol. 33, s. 368–369, 1997.
- [11] Gao, J., Wang, J. ve Wang, B., “Improved particle swarm optimization for PAPR reduction of OFDM systems”, *International Conference on Networking, Sensing and Control*, 2010, s. 621–624.
- [12] Tokur Bozkurt, Y. ve Taşpınar, N., “Dikgen frekans bölmeli çoğullama sistemlerinde genetik algoritma kullanılarak kısmi iletim dizisi yöntemiyle tepe gücü/ ortalama güç oranının düşürülmesi”, *Otomatik Kontrol Milli Komitesi*, 2012, s. 796-801.
- [13] Lee, K. S. ve Geem, Z. W., “A new structural optimization method based on the harmony search algorithm”, *Computers and Structures*, Vol. 82, s. 781–798, 2004.
- [14] Lee, K. S. ve Geem, Z. W., “A new meta-heuristic algorithm for continuous engineering optimization: harmony search theory and practice”, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, Vol.194, s. 3902–3933, 2005.
- [15] Han, Y.Y., Pan, Q.K., Liang, J.J. ve Li, J., “A hybrid discrete harmony search algorithm for blocking flow shop scheduling”, *Bio-inspired Computing: Theories and Applications*, *IEEE Fifth International Conference*, 2010, s.435-438.
- [16] Akkoyunlu, M. C. ve Engin, O., “Kesikli harmoni arama algoritması ile optimizasyon problemlerinin çözümü: literatür araştırması”, *Şelçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Vol. 26, s.140-148, 2011.
- [17] Özyön, S., Yaşar C., Temurtaş H., “Harmoni arama algoritmasının çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Vol. 26 , s. 65-76, 2011.
- [18] Manjares, D. ve Landa-Tores, I., “A survey on application of the harmony search algorithm”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 26, s. 1818-1831, 2013.