

Özilintisi İyi Karmaşık Eşzamanlama İşareti Aramak İçin Bir Yöntem

Selçuk Taşcıoğlu, Oktay Üreten *
Ankara Üniversitesi
Elektronik Mühendisliği Bölümü
Tandoğan, Ankara
Selcuk.Tascioglu@eng.ankara.edu.tr

*University of Ottawa
School of Information Technology and Engineering
Ottawa, ON, Canada
ureten@ieee.org

Özet: Bu çalışmada, N tane sinüzoidal dikgen bileşen içerisinden, birbirinden farklı $m < N$ tanesinin frekans ve evresini, bu bileşenler toplanarak oluşturulacak karmaşık eşzamanlama işaretinin özilintisi iyi olacak şekilde seçme problemi ele alınmıştır. Problemin yapısına uygun olarak geliştirilen bir genetik arama yöntemi ile tam kapsamlı arama yapmaksızın özilintisi iyi işaretler üretilebileceği gösterilmiş ve elde edilen araştırma bulguları sunulmuştur. Geliştirilen yöntemin, eşzamanlama için öncü taşıyıcı kullanan OFDM sistemlerinde kullanımı önerilmektedir.

1. Giriş

Özilintisi iyi diziler, iletişim sistemlerinin eşzamanlamasında sıklıkla kullanılmakta ve bu dizileri bulmakta kullanılabilecek bir çok yöntem yazılı dizinde yer almaktadır [1]. Bununla birlikte, DRM [2] ve DVB-T [3] gibi eşzamanlama işareti sınırlı sayıda dikgen sinüzoidal bileşenin toplamından oluşan OFDM tabanlı sistemlerde, bileşenlerin frekans ve evrelerinin nasıl seçileceği konusunda bir çalışma yazılı dizinde bulunmamaktadır. Adı geçen standartlarda eşzamanlama işaretini oluşturan öncü alt taşıyıcıların frekans ve evre değerleri verilmekle birlikte, bu değerleri elde etmekte kullanılabilecek bir yaklaşım sunulmamaktadır. Problemin çözümü için geliştirilecek sistemli bir yaklaşımın, eşzamanlama için öncü taşıyıcı kullanan OFDM sistemlerinin tasarımında faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Verilen N dikgen bileşen içerisinden $m < N$ tanesinin, eşzamanlama işaretinin özilintisi iyi olacak şekilde seçimi probleminin analitik çözümü olmadığı gibi, büyük N ve m değerleri için tam kapsamlı arama yapmak da pratik değildir [4]. Önceki bir çalışmada, problemin çözümü için genetik arama yöntemi önerilmiş, ancak problemi basitleştirmek için sadece alt taşıyıcı konumlarını arayan bir yöntem sunulmuştur [5]. Bu çalışmada ise, alt taşıyıcıların hem evre hem de konumunu birlikte arayan bir genetik arama algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen genetik algoritma, önerilen “bölgesel çaprazlama” yöntemi sayesinde iyi bireylerin konum ve evre özelliklerinin yeni oluşturulan bireylere kalıtsal olarak geçmesini sağlayarak daha iyi bireyler elde edilmesine dayanmaktadır.

2. İyi Özilintili İşaretlerin Üretimi

Yan kulak bastırması yüksek, ana kulak genişliği dar olan özilinti işlevleri iyi özilintili işlevler olarak adlandırılır. Yüksek yan kulak bastırması gürültüye karşı algılama hassasiyetini artırırken, dar ana kulak genişliği de algılama noktasındaki belirsizliği azaltmaya yardımcı olur.

Eşzamanlama işareti sınırlı sayıda dikgen sinüzoidal bileşenin toplamından oluşan OFDM tabanlı sistemlerde, eşzamanlama öncüsü olarak seçilecek taşıyıcıların konumları ve evreleri işaretin özilinti karakteristiklerini belirlemede, bu nedenle taşıyıcı frekans ve evrelerinin uygun şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bir OFDM sisteminde öncü simgelerin genliği birim alındığında, eşzamanlama işareti

$$s(n) = \sum_{k=1}^{N_p} e^{j2\pi\left(\frac{P_k n}{N} + \frac{\phi_k}{M}\right)} \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (1)$$

olarak elde edilir. Burada P_k ($k=1,2,\dots,N_p$) alt taşıyıcı numarası türünden öncülerin konumlarını, φ_k taşıyıcı evrelerini, N DFT boyutunu, M ise evrenin nicemleme seviyesini göstermektedir. Bu durumda eşzamanlama işaretinin özilinti işlevi:

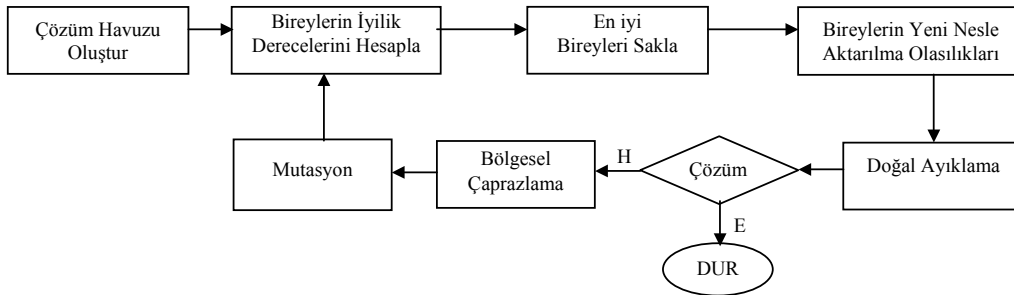
$$R(m) = \sum_{n=0}^{N-m-1} s(n)s^*(n+m) \quad 0 \leq m \leq N-1 \quad (2)$$

$$= \sum_{n=0}^{N-m-1} \left(\sum_{k=1}^{N_p} e^{j2\pi\left(\frac{P_k n}{N} + \frac{\varphi_k}{M}\right)} \sum_{k=1}^{N_p} e^{-j2\pi\left(\frac{P_k(n+m)}{N} + \frac{\varphi_k}{M}\right)} \right)$$

olarak hesaplanır. Denklem (2) incelendiğinde $R(m)$ ' nin istenilen özilinti özelliklerini sağlayacak şekilde P_k ve φ_k ' ların analitik olarak elde edilmesinin mümkün olmadığı görülecektir [4].

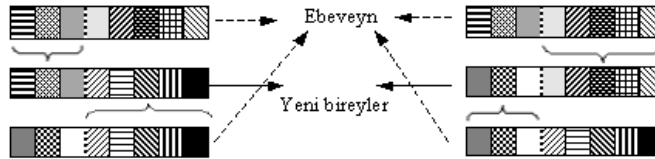
3. Genetik Arama Yöntemi

Geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkansız olan eniyileme problemlerinde kullanılabilen genetik algoritma, bu çalışmada taşıyıcı konum ve evre seçimini aynı anda yapacak şekilde geliştirilmiştir. Şekil 1' de gösterildiği gibi, önce rasgele seçilen frekans (temel harmoniğin tam katlarında) ve evre değerlerine sahip bireylerle (frekans bölgesinde karmaşık sayı dizileri) başlangıç nesli oluşturulur. Çözüm havuzundaki her işaretin özilintisi bulunur ve yan kulak bastırması hesaplanır. Bu değerler her bireyin iyilik ölçüsünü belirlemek için kullanılır. Bireyler, iyilik dereceleri ölçüsünde rasgele bir sonraki nesle aktarılır. Aramanın yeni bölgelere sıçramasını sağlamak amacıyla mutasyon ve iyi bireylerin sahip oldukları kalıtsal özellikleri sonraki nesle aktarmak için çaprazlama işlemleri gerçekleştirilir.



Şekil 2. Önerilen genetik arama yöntemi

Önerilen “bölgesel çaprazlama” yöntemi için rasgele seçilen ebeveyn frekans bantlarına ayrılır. Bu çalışmada 16 öncünün kullandığı 64 alt taşıyıcı bir sistemde (bundan sonra (64,16) olarak gösterilecektir) diziler 8 banda ayrılmıştır. Frekans bantlarında rasgele seçilen birleştirme noktalarına göre çaprazlama işlemi gerçekleştirilerek yer değiştiren karmaşık simgelerin yeni bireyde de önceki ait olduğu frekans bandında yer alması sağlanır. Bu yaklaşım Şekil 2' de gösterilmiştir. Bu yaklaşımın amacı, eşzamanlama işaretinin özilinti özelliklerinin iyi olmasını sağlayan frekans değerlerindeki simgelerin uzak frekanslara kıyasla yakın frekanslardaki başarısının daha iyi olması olasılığıdır. Böylece iyi bireylerin frekans ve evre özelliklerinin yeni oluşturulan bireylere kalıtsal olarak geçmesi yoluyla daha iyi bireyler elde edilmesi sağlanır.



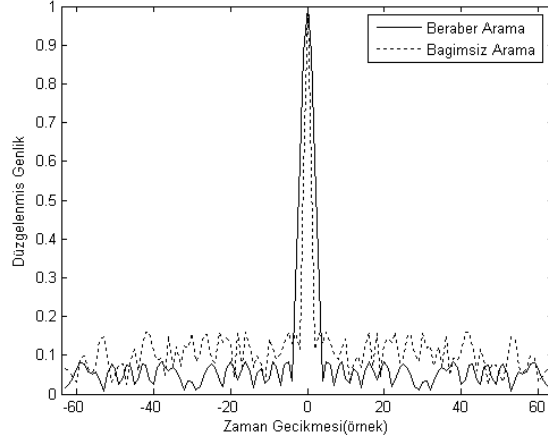
Şekil 2. Bölgesel çaprazlama işlemi

4. Sonuçlar

(64,16) bir sistemde öncü konumları GA ile aratılmış, en iyi yan tepe bastırma değerine (15.41dB) sahip öncü konumları $k=23, 25, 27, 30, 36, 37, 38, 39, 42, 44, 45, 47, 48, 50, 51$ ve 55 olarak bulunmuştur. Bu konumlar

sabit kalmak üzere evre dizisi de GA ile aratılmış, ancak yan tepe bastırmasının çok fazla artmadığı (15.96dB) gözlenmiştir.

Taşıyıcı konum ve evrelerini bağımsız olarak aramak yerine, GA algoritması her iki değeri aynı anda arayacak şekilde düzenlendiğinde; öncü konumları $k= 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63$ ve $M=1024$ nicemleme seviyesi için bu konumlardaki evre değerleri $\varphi_k = 608, 694, 748, 884, 1018, 638, 969, 144, 722, 550, 335, 44, 452, 836, 213,$ ve 45 olarak bulunmuştur. Elde edilen işaretin yan tepe bastırması 21.49dB olup özilinti işlevi Şekil 3’ te gösterilmiştir. Şekilde ayrıca evre ve konumun bağımsız olarak aratılması durumunda elde edilen işaretin özilinti işlevi de karşılaştırma açısından gösterilmiştir.



Şekil 3. Konum ve evrelerin beraber ve bağımsız aratıldığı durumlar için özilinti işlevleri

Elde edilen diğer bir sonuç, taşıyıcı konum ve evreleri birlikte ayarlandığında, özilinti işlevinin ana kulak genişliğinin çok küçük miktarda artmasıdır. Örneğin evreler kullanılmadan 15.41 dB yan kulak bastırması elde edilen durumda ana kulak genişliği 3 örnek iken, evrelerin ve konumun birlikte ayarlandığı 21.49 dB yan kulak bastırması olan işaretin ana kulak genişliği 4 örnek olmaktadır. Yani 6 dB yan kulak bastırma kazancına karşılık ana kulak sadece bir örnek genişlemektedir.

5. Tartışma ve Öneriler

Elde edilen sonuçlar, taşıyıcıların konum ve evrelerini birlikte ayarlayarak yan kulak oranı daha iyi eşzamanlama işaretleri elde etmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Taşıyıcı konum ve evrelerini birlikte aramak, önce iyi konumları bulup sonra bu konumlardaki taşıyıcıların evrelerini ayarlamaktan daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu nedenle konum ve evre araması birbirinden bağımsız değil birlikte yapılmalıdır.

Çalışmalarda ayrıca, evrenin göz ardı edildiği durumda taşıyıcılar yan yana dizildiğinde yan kulak oranı nispeten kötü işaretler oluşmasına karşın, konum ve evrenin birlikte ayarlandığı durumda, taşıyıcılar yan yana konumlandığında (bir veya iki atlama hariç) oluşan işaretlerin özilintilerinin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Devam edecek araştırmalardan elde edilecek bulgularının bu yapının anlaşılmasında faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Fan, P., Darnell M., Sequence design for communications applications (Somerset, England: Research Studies Press), 1996.
- [2]. ETSI Standard ES 201 980. Digital Radio Mondiale (DRM); system specification. Final draft, 2002.
- [3]. ETSI Standard ES 300 744. Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. 2001.
- [4]. O. Üreten, S. Taşcıoğlu, N. Serinken, M. Yılmaz, “Search for OFDM synchronization waveforms with good aperiodic autocorrelations” Can. Conf. on Elect. and Comp. Eng., Mayıs 2004, Niagara Falls, ON, s.13-18.
- [5]. S. Taşcıoğlu, O. Üreten, N. Serinken, M. Yılmaz, “Öncü Taşıyıcı Kullanan OFDM Sistemlerinde Eşzamanlama Öncülerinin Yerlerinin ve Sayılarının Belirlenmesi İçin Bir Yöntem”, IEEE SİU, Nisan 2004, Kuşadası, s.61-64.