

ÖZET**SONÜMLEMELİ KANALA GÖRE HİZALANMIŞ İNDİS MODULASYONLU DİKGEN
FREKANS BOLMELİ ÇOĞULLAMA YÖNTEMİ**

5

Buluş OFDM-IM modülasyonunda pasif taşıyıcıların, (inactive subscribers) vericide kanal durum bilgisi (channel state information) bilindiği durumlarda derin sönümlemeli kanallara göre hizalanmasını sağlayan ve buna bağlı olarak spektrum verimliliği kaybetmeden derin sönümlemeli kanallardan kaçılmasını sağlayan bir yöntem ile ilgilidir.

10

Şekil 1

İSTEMLER

- 5 1. OFDM-IM sistemlerinde derin sönümlmeli kanalların sinyal gönderimindeki olumsuz etkilerini spektral verimliği düşürmeden gideren sönümlmeli kanala göre hizalanmış indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama yöntemi olup, özelliği;

 - serpiştirme işlemi ile OFDM-IM indis modülasyonu ile oluşan sembol yapısındaki boş alt taşıyıcı bantların/simgelerin rastgele dağılımlı yapılması (1001),
 - kaydırma işlemi ile boş alt taşıyıcı bantlarının/simgelerinin derin sönümlmeli kanallara denk getirilmesi (1002),
 - bir optimizasyon algoritması ile her kaydırma işleminin ardından vericideki kanal durum bilgisine göre derin sönümlmeli kanalların boş bırakılan alt taşıyıcı bantlara/simgelere denk gelme oranının değerlendirilmesi ve kanal durum bilgisine göre derin sönümlmeli kanalların boş alt taşıyıcılara denk getirildiği en iyi hizalamanın bulunması (1003),
 - en iyi hizalamanın yapılmasının ardından kaydırma miktarı bilgisinin alıcıya güvenli bir haberleşme hattı üzerinden gönderilmesi (1004),
 - alıcının kaydırma miktarı bilgisini frekans uzayında kullanarak geri kaydırma işlemi yapması (1005)

10 20 işlem adımlarını içermesidir.
- 25 2. İstem 1'e uygun sönümlmeli kanala göre hizalanmış indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama yöntemi olup, özelliği; bahsedilen kaydırma işleminin dairesel kaydırma tekniği ile seçilen OFDM-IM sembol bloğu için sondaki alt taşıyıcı bantların/simgelerin dairesel olarak kaydırılarak OFDM-IM sembol bloğunun baş tarafına getirilmesi işlem adımını içermesidir.
- 30 3. İstem 2'ye uygun sönümlmeli kanala göre hizalanmış indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama yöntemi olup, özelliği; dairesel kaydırma işleminde bir veya birden fazla alt taşıyıcı bant/simge kullanılması işlem adımını içermesidir.

TARİFNAME

SONUMLEMELİ KANALA GÖRE HİZALANMIŞ İNDİS MODÜLASYONLU DİKGEN FREKANS BÖLMELİ ÇOĞULLAMA YONTEMİ

5

TEKNİK ALAN

Buluş, beşinci nesil (5G) ve sonrası haberleşme sistemlerinde indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama (OFDM-IM) kullanıldığı durumlarda enerji ve spektrum açısından daha verimli çalışma sağlayan bir yöntem ile ilgilidir.

Buluş özellikle OFDM-IM modülasyonunda pasif taşıyıcıların, (inactive subscribers) vericide kanal durum bilgisi (channel state information) bilindiği durumlarda derin sönümlemeli kanallara göre hizalanmasını sağlayan ve buna bağlı olarak spektrum verimliliği kaybetmeden derin sönümlemeli kanallardan kaçılmasını sağlayan bir yöntem ile ilgilidir.

ÖNCEKİ TEKNİK

OFDM-IM, dikgen frekans bölmeli çoğullama (OFDM) modülasyonun geliştirilmesiyle 5G ve sonrası haberleşme sistemleri için önerilmiş bir modülasyon tekniğidir, ve 5G teknolojisinde kullanılacak çoklu numeroloji (multi-numerology) yapıları için kullanılabilmeğe uygundur. Bu teknikte, gönderilecek bilgi bitleri alt taşıyıcılarla (subcarriers) ve alt taşıyıcıların indisleriyle taşınmaktadır. Bu nedenle, bir kısım alt taşıyıcılar aktif olarak sinyal gönderimi için kullanılırken, diğer kısmı boş bırakılarak alt taşıyıcıların indis bilgisinin taşınmasında kullanılmaktadır. Bu sayede, bu modülasyon tekniği kullanılarak klasik OFDM'e göre daha iyi bit hata oranı (bit error rate), taşıyıcılar arası girişime (inter-carrier interference) daha iyi dayanıklılık ve farklı kanal koşullarına ve sistem gereksinimlerine göre ayarlanabilir bir esneklik gibi avantajlar sunmaktadır.

Kablosuz haberleşme sistemlerinde frekans seçici bir kanalda derin sönümlemelerin (deep fading) etkisi kablosuz veri iletimini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Çünkü sönümlemeli bir kanalda gönderilen sinyalin gücü azalmaktadır, bu da sinyalin yanlış olarak çözülme olasılığını artırmaktadır. Bu sebeple sönümlemeli kanallar kötü bir BER alınmasına sebep olmaktadır. Bu problemi aşmak için farklı kodlama teknikleri kullanılmıştır, ama kullanılan kodlama teknikleri spektrum verimliliğin azalmasına sebep olmaktadır. Mevcut haberleşme sistemlerinde frekans seçici bir kanalda derin sönümlemeleri etkisinden kurtulmak için evrışimli kodlar (convolutional codes), turbo kodlar (turbo codes), ve düşük yoğunluklu parite

kontrol kodları (low density parity check codes) gibi kodlama teknikleri kullanılmaktadır. Bu kodlama tekniklerinde gönderilmek istenen bitler kodlama oranına göre daha fazla bitlerle temsil edilerek gönderilir. Örneğin; $\frac{1}{2}$ kodlama oranı kullanıldığı durumda gönderilmek istenen bir bit, kodlanarak iki bit olarak gönderilir. Bu da spektrum verimliliğinin azalmasına 5 sebep olmaktadır. Ayrıca, kodlama teknikleri işlem karmaşıklığına ve gecikmeye sebep olmaktadır.

Sonuçta yukarıda bahsedilen ve mevcut teknik ışığında çözülemeyen sorunlar ilgili teknik alanda bir yenilik yapmayı zorunlu kılmıştır.

10

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek üzere sönümlmeli kanala göre hizalanmış indis modülasyonlu dikgen 15 frekans bölmeli çoğullama yöntemi ile ilgilidir.

Buluşun ana amacı, OFDM-IM modülasyonunun sembol yapısının derin sönümlmeli kanallardan kaçınmasını sağlayacak şekilde faydalı hale getiren bir yöntem yaratmaktır.

20 Buluşun bir diğer amacı, kanal durum bilgisinin vericide bilindiği durumlarda, OFDM-IM sembolündeki sinyal gönderimi için kullanılmamış alt taşıyıcıları derin sönümlmeli kanallara göre hizalayan bir yöntem sağlamaktır.

25 Buluşun bir diğer amacı, OFDM-IM sistemlerinde veya sembolün içindeki bazı alt taşıyıcıların sinyal gönderimi için kullanılmadığı OFDM-IM benzeri yapılarda kullanılabilecek bir yöntem geliştirmektir.

Buluşun bir diğer amacı, klasik OFDM sistemleri ile aynı spektrum verimliliğine sahip bir yöntem ortaya koymaktır.

30

Buluşun bir diğer amacı, kanal bilgisinin haberleşen kullanıcılar arasında paylaşılmasından ötürü üçüncü kullanıcılara yönelik ek güvenlik sağlayan bir yöntem meydana getirmektir.

35 Buluşun bir diğer amacı, spektral verimliği düşürmeden, derin sönümlmeli kanalların sinyal gönderimindeki olumsuz etkilerini gideren bir yöntem oluşturmaktır.

Yukarıda bahsedilen ve aşağıdaki detaylı anlatımdan ortaya çıkacak tüm amaçları gerçekleştirmek üzere mevcut buluş, OFDM-IM sistemlerinde derin sönümlemeli kanalların sinyal gönderimindeki olumsuz etkilerini spektral verimliliği düşürmeden gideren sönümlemeli kanala göre hizalanmış indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama yöntemidir.

5 Buna göre yöntem;

- serpiştirme işlemi ile OFDM-IM indis modülasyonu ile oluşan sembol yapısındaki boş alt taşıyıcı bantların/simgelerin rastgele dağılımlı yapılması,
- kaydırma işlemi ile boş alt taşıyıcı bantlarının/simgelerinin derin sönümlemeli kanallara denk getirilmesi,
- 10 • bir optimizasyon algoritması ile her kaydırma işleminin ardından vericideki kanal durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş bırakılan alt taşıyıcı bantlara/simgelere denk gelme oranının değerlendirilmesi ve kanal durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş alt taşıyıcılara denk getirildiği en iyi hizalamanın bulunması,
- 15 • en iyi hizalamanın yapılmasının ardından kaydırma miktarı bilgisinin alıcıya güvenli bir haberleşme hattı üzerinden gönderilmesi,
- alıcının kaydırma miktarı bilgisini frekans uzayında kullanarak geri kaydırma işlemi yapması

işlem adımlarını içermektedir.

20

Mevcut buluşun yapılanması ve ek elemanlarla birlikte avantajlarının en iyi şekilde anlaşılabilmesi için aşağıda açıklaması yapılan şekiller ile birlikte değerlendirilmesi gerekir.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

25

Şekil 1, buluşumuz konu olan yöntemin şematik akış diyagramını vermektedir.

REFERANS NUMARALARI

- 30 1001. Serpiştirme işlemi ile OFDM-IM indis modülasyonu ile oluşan sembol yapısındaki boş alt taşıyıcı bantların/simgelerin rastgele dağılımlı yapılması
1002. Kaydırma işlemi ile boş alt taşıyıcı bantlarının/simgelerinin derin sönümlemeli kanallara denk getirilmesi
1003. Bir optimizasyon algoritması ile her kaydırma işleminin ardından vericideki kanal
- 35 durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş bırakılan alt taşıyıcı bantlara/simgelere denk gelme oranının değerlendirilmesi ve kanal durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş alt taşıyıcılara denk getirildiği en iyi hizalamanın bulunması

1004. En iyi hizalamanın yapılmasının ardından kaydırma miktarı bilgisinin alıcıya güvenli bir haberleşme hattı üzerinden gönderilmesi

1005. Alıcının kaydırma miktarı bilgisini frekans uzayında kullanarak geri kaydırma işlemi yapması

5

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

Bu detaylı açıklamada, buluş konusu yenilik sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak örneklerle açıklanmaktadır.

10

Buluş, 5G ve sonrası hücreli haberleşme sistemlerinde indis modülasyonlu dikgen frekans bölmeli çoğullama kullanıldığı durumlarda aktif olarak kullanılmayan alt taşıyıcı bantların/simgelerin vericideki kanal bilgisine göre hizalanmasıyla ya da yerleştirilmesiyle birlikte derin sönümlmeli kanalların etkilerinin azaltmasını sağlayan bir yöntemdir.

15

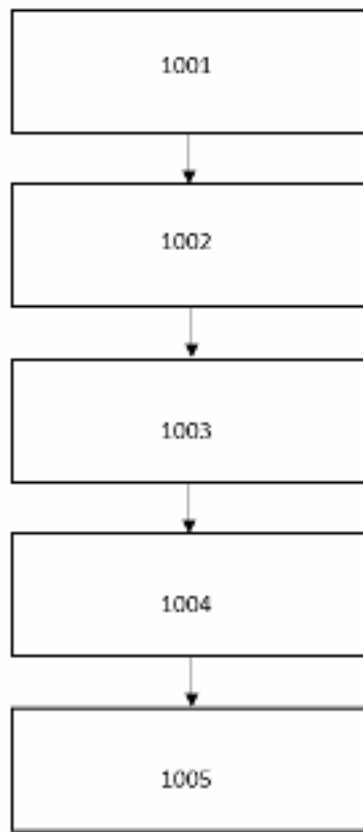
Klasik OFDM-IM metodunda, aktif alt taşıyıcılar gelen bitler tarafından belirlenir ve bunlar gönderilecek simgeleri taşımaktadırlar. Pasif olarak bırakılan alt taşıyıcılar indis bilgilerinin gönderilmesinde rol almaktadırlar. OFDM-IM modülasyonla, bazı şartlarda klasik OFDM ile eşit spektral verimlilikte veri gönderimi mümkün olabilmektedir. OFDM-IM sembol bloğu, 20 OFDM-IM metodunda gösterilenden farklı boyutta olabilmektedir. Aktif edilecek alt taşıyıcıların oranı, seçilen aktivasyon oranı tarafından belirlenmektedir. Düşük aktivasyon oranı, daha fazla alt taşıyıcıların frekans bandının boş bırakılmasını sağlamaktadır, ama bu durumda spektrum verimliliği azalabilmektedir. Bu modülasyon tekniği için serpiştirme yöntemiyle performans artırılabilir, bu sebeple burada serpiştirme yöntemi bu 25 buluşumuza konu olan yöntemle birlikte kullanılmıştır. Bu sayede bir alt blok içindeki alt taşıyıcılar birbirlerine karşı ilişkisiz olmaktadır.

Buluşumuza konu olan yöntem, OFDM-IM modülasyonunda frekans uzayında oluşan boş alt taşıyıcı bantların/simgelerin derin sönümlmeli kanallara denk getirilmesiyle sistem hata 30 performansını artırmaya çalışmaktadır. Serpiştirme yöntemi ile OFDM-IM indis modülasyonu ile oluşan sembol yapısındaki boş frekans bantları/simgeleri rastgele dağılımlı yapılmaktadır (1001). Serpiştirme işleminden sonra, kaydırma işlemi ile boş alt taşıyıcı bantlarının/simgelerinin derin sönümlmeli kanallara denk getirilmektedir (1002). Buluşumuzun tercih edilen uygulamasında, boş frekans alt taşıyıcı bantlarını/simgeleri derin 35 sönümlmeli kanallara denk getirmek için sezgisel bir yöntem olarak dairesel kaydırma tekniği kullanılmaktadır. Buluşumuzun farklı uygulamalarında farklı teknikler de kullanılabilmektedir. Dairesel kaydırma tekniği seçilen OFDM-IM sembol bloğu için sondaki

alt taşıyıcı bantların/simgelerin dairesel şekilde kaydırılarak bloğun baş tarafına getirilmesidir. Örneğin, $X = [1 \ 2 \ 3 \ 4]$ frekans uzayında OFDM-IM sembol bloğu olsun. Bir alt taşıyıcı ile dairesel olarak kaydığımızda blok $X = [4 \ 1 \ 2 \ 3]$ olarak oluşturulmaktadır. Her bir dairesel kaydırma işlemi için bir veya daha fazla sayıda alt taşıyıcı bant/simge kullanılabilir. Bir alt taşıyıcıyla dairesel kaydırma yapmak daha iyi bir hizalama imkânı verirken, en iyi hizalamayı bulmak için gereken işlem karmaşıklığını artırmaktadır. Bir optimizasyon algoritması ile her kaydırma işleminin ardından vericideki kanal durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş bırakılan alt taşıyıcı bantlara/simgelere denk gelme oranı değerlendirilmekte ve kanal durum bilgisine göre derin sönümlemeli kanalların boş alt taşıyıcılara denk getirildiği en iyi hizalama bulunmaktadır (1003). Burada derin sönümlemeli kanallar, belirlenen bir eşik değerinin altında mutlak kanal çarpanına sahip kanalları belirtmektedir. En iyi hizalama yapıldıktan sonra, bu kaydırma miktarının bilgisi alıcıya güvenilir bir haberleşme hattı üzerinden gönderilir (1004). Alıcıda klasik durumdan farklı olarak bu kaydırma miktarı bilgisi frekans uzayında kullanılarak geri kaydırma işlemi yapılmaktadır (1005). Bu şekilde derin sönümlemeli kanalların etkisi OFDM-IM sembol yapısı kullanılarak azaltılmaktadır.

Buluş, dairesel kaydırma işlemi yaparak kanal çeşitliliğini (channel diversity) artırmaktadır. Bu sebeple, kanal çeşitliliği artırmanın güç olduğu sistemlerde ya da diğer kanal artırma tekniklerin kullanıldığı sistemlerde kullanılarak performans artışı sağlayabilmektedir. Kablosuz haberleşme sistemlerinde kullanıcıların birbirleri arasındaki kanal durum bilgisi onlara özgüdür. Buluş, vericide ve alıcıda kanal durum bilgisini kullandığından daha güvenilir bir haberleşme hattı sağlamaktadır. Buluş, frekans uzayındaki sembol yapısında boş bırakılan alt taşıyıcı bantların/simgelerin bulunduğu bütün sistemlerde kullanılabilir. Önerilen metot (b), OFDM-IM sembolü benzer yapıya sahip diğer sistemlerde kullanılabilir. Benzer yapı, alt taşıyıcıların bir kısmının aktif (1) olarak, diğer kısmının pasif (2) olarak kullanıldığı sembol yapılarını ifade etmektedir.

1 / 1



Şekil-1