

ÖZET

YAPICI GİRİŞİM DESTEKLİ RSMA AĞLARI

- 5 Buluş, her iki cihaz türü için de performansı optimize etmek üzere RSMA ile CI'yı birleştiren yüksek kapasiteli ve düşük kapasiteli cihazlardan oluşan bir ağ karışımıyla ilgilidir.

İSTEMLER

1. Yüksek kapasiteli ve düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) içeren heterojen bir Hız Bölmeli Çoklu Erişim (RSMA) tabanlı ağda kablosuz iletişimi yönetmeye yönelik bir yöntem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir
5
 - yüksek kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için iletim verilerini ortak bir akışa ve düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için herhangi bir bölme işleminin yapılmadığı özel bir akışa bölünmesi;
10
 - düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) kanalına ve veri sembollerine dayalı olarak sembol düzeyinde ön kodlama ile desteklenen yapıcı girişim ilkelerini kullanarak ortak akışın tasarlanması;
15
 - tasarlanan ortak akışın düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) tarafından alınması ve kanal tahmini veya ardışık girişim iptali olmadan kodunun çözülmesi;
 - tasarlanan ortak akışın yüksek kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) tarafından alınması ve tasarlanan ortak akışın kodunun çözülmesi ve ardışık girişim iptali ile özel verilerinin alınması.
2. Ortak akışın kodunun daha yüksek güç seviyesinde çözüldüğü, İstem 1'e göre bir yöntem.
20
3. Ortak akışta yapılan değişikliğin yüksek kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için şeffaf olduğu, İstem 1'e göre bir yöntem.
25
4. Ayrıca ortak akışı düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) özel sinyali ile hizalamak için sembol seviyesinde ön kodlama kullanılmasını içermesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre bir yöntem.
5. Ayrıca düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanının (UE) sinyal algılamasını yapılandırma adımını da içermesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre bir yöntem.
30

6. İstem 1 ila 5'e göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmeye yönelik araçlar içeren bir işlemci (P) cihazı.

5 7. Program, İstem 6'ya göre işlemci cihaz tarafından yürütüldüğünde, bilgisayarın İstem 1 ila 5'ten herhangi birine göre yöntemi gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bir bilgisayar programı.

8. İstem 7'ye göre bilgisayar programının üzerinde depolandığı bilgisayar tarafından okunabilir bir veri taşıyıcısı.

10

TARİFNAME

YAPICI GİRİŞİM DESTEKLİ RSMA AĞLARI

5 Teknik Alan

Buluş, mevcut çoklu erişim tekniklerinin temel sınırlamalarını ele alarak, heterojen kablosuz ağlar için verimli, ölçeklenebilir ve esnek bir girişim yönetimi çözümü sağlamak ile ilgilidir.

10 Önceki Teknik

Heterojen ağlar (HetNets), çeşitli erişim teknolojilerini, baz istasyonlarını ve hücre boyutlarını entegre ederek kapasiteyi, kapsama alanını ve verimliliği artırmak için kullanılmaktadır. Çok çeşitli cihazları ve farklı trafik taleplerini desteklemek için tasarlanan HetNets, bağlantı ve verim ihtiyaçlarını karşılamak için birden fazla kablosuz teknolojiyi ve altyapı unsurunu birleştirmektedir. HetNets, büyük ölçekli bağlantıyı desteklemek ve daha yüksek veri hızlarına yönelik sürekli artan talebi karşılamak için temel bir teknoloji olarak kabul edilmektedir [1]. Önceki çalışmalarda, HetNets iletişim ve kaynak tahsisini optimize etmek için çoklu erişim teknikleri kullanmıştır. Bu teknikler hem dikey hem de dikey olmayan yaklaşımları içerir ve her erişim yöntemi kapasite, menzil ve verimlilik açısından benzersiz özelliklere sahiptir. Buna göre, farklı erişim yöntemleri belirli ağ gereksinimlerine göre seçilmektedir. Tipik olarak, HetNet'ler kontrollü ortamlarda veya düşük cihaz yoğunluğuna sahip alanlarda zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA), frekans bölmeli çoklu erişim (FDMA) gibi dikey çoklu erişim (OMA) tekniklerini kullanmaktadır. Buna karşılık, Power Domain NOMA gibi dikey olmayan çoklu erişim (NOMA) yöntemleri, özellikle 5G merkezli ağlarda kapasiteyi artırmak ve yüksek yoğunluklu, çeşitli cihazları desteklemek için giderek daha fazla uygulanmaktadır.

Son zamanlarda, RSMA farklı 6G kablosuz iletişim ağlarında araştırılmış ve çok girişli ve tek çıkışlı (MISO) ve çok girişli çok çıkışlı (MIMO) sistemleri yönetme açısından üstün performansı gösterilmiştir [2]. Özellikle, [3]'teki yazarlar, RSMA'nın herhangi bir kullanıcı dağıtımı ve ağ yükü altında aşağı bağlantı MISO sistemlerinde çok kullanıcı girişi tamamen gürültü olarak ele alan Uzay Bölmeli Çoklu Erişim (SDMA) ve çok kullanıcı girişi tamamen çözen NOMA'yı yumuşak bir şekilde köprüleyebileceğini ve daha iyi

performans gösterebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, RSMA'nın kullanıcı hareketliliğinden, alıcı-verici donanım bozukluklarından ve pilot kirlenmesinden kaynaklanan vericideki kusurlu kanal durum bilgisine (CSIT) karşı dayanıklı olduğu gösterilmiştir. RSMA'nın spektral verimliliği (SE) veya enerji verimliliğini (EE) iyileştirmedeki belirgin avantajları, MISO veya MIMO sistemlerinde iletim ön kodlaması, güç tahsisi ve ortak hız tahsisi altında bulunmuştur.

Hız Bölmeli Çoklu Erişim (RSMA), çok kullanıcı, çok antenli ağlarda etkili girişimi yönetimi için özel olarak tasarlanmış gelişmiş bir çoklu erişim stratejisi olarak dikkat çekmiştir. RSMA'nın temel yeniliği, kullanıcı mesajlarını ortak ve özel bileşenlere ayırma yönteminde yatmaktadır ve sistemin girişimi kısmen gürültü olarak ele alarak esnek bir şekilde yönetmesine izin vermektedir. Bu, RSMA'nın NOMA'ya benzer şekilde girişimi tamamen çözmek ve SDMA'ya benzer şekilde tamamen gürültü olarak ele almak gibi girişim yönetimi uçları arasında sorunsuz bir şekilde geçiş yapmasını sağlamaktadır. RSMA, girişim gücüne bağlı olarak çözülecek veya gürültü olarak ele alınacak girişim seviyelerini ayarlayarak çeşitli ağ koşullarında girişimle başa çıkmak için uygulanmaktadır. Örneğin, RSMA girişim azaltımını kolaylaştırmak için “ortak akışlar” kavramını uygular, burada mesajın ortak kısmının kodu tüm kullanıcılar tarafından çözülmekte ve sonraki kod çözme aşamalarında girişimin kısmen kaldırılmasına izin vermektedir. Bu tasarım özelliği, RSMA'nın girişim yönetimini özelleştirerek hem hücre içi hem de hücreler arası girişimi ele almasını sağlamaktadır [2][3][4][5]. Aşağı bağlantı iletimlerinde RSMA, verici tarafı ve alıcı tarafı girişim azaltımını verimli bir şekilde birleştirerek SDMA ve NOMA gibi geleneksel şemalara göre avantajlar göstermiştir. Bu, MIMO ağlarında yaygın bir sorundur. RSMA, girişimi uyarlanabilir bir şekilde yöneterek, güç tahsisi ve girişim iptali arasında bir denge sağlamak, bu da yüksek mobilite ortamlarında ve CSIT kusurlarının önemli olduğu ağlarda daha iyi performans elde edilmesini sağlamaktadır [6].

[1]'e dayanarak, RSMA, girişim yönetiminin kritik olduğu çok kullanıcı ağ 5G-6G sistemlerinde dönüştürücü bir yaklaşım olarak konumlandırılmıştır. Girişimin kısmi olarak kodunun çözülmesine ve uyarlanabilir gürültü işlemine izin veren esnek çerçevesi, girişimi tamamen azaltan veya iptal eden geleneksel yöntemlerden ayrılmaktadır. Bu esneklik sadece RSMA'nın CSIT kusurlarına karşı dayanıklılığını artırmakla kalmaz, aynı zamanda farklı ağ koşullarında daha iyi performans sağlamaktadır. RSMA'nın çok kullanıcı girişim

yönetimindeki uyarlanabilirliği, onu karmaşık kablosuz ağlar için değerli bir çözüm ve girişim yönetiminde devam eden araştırmaların umut verici bir alanı haline getirmiştir.

5 RSMA'nın spektral veya enerji verimliliğini artırmak ve çok antenli iletişim sistemlerinde esnek girişim yönetimi sağlamak gibi yukarıda açıklanan faydaları, kablosuz Hetnetlerde uygulanma potansiyeli iyice araştırılmıştır [4]. RSMA'nın verimli bir çoklu erişim tekniği olduğu kanıtlanmış olsa da farklı çoklu erişim tekniklerinin adaptasyonu cihazların yeteneklerine de bağlıdır. Çünkü ağlardaki cihazlar yetenek ve özellikler bakımından farklılık göstermektedir. Yüksek kapasiteli cihazlar, gelişmiş işlem güçleri ve diğer kaynakları 10 sayesinde modern teknolojilerden faydalanabilirken, IoT cihazları gibi daha zayıf veya düşük kapasiteli cihazlar, sınırlamaları nedeniyle bu teknikleri benimseyememektedir. Bu nedenle, bir HetNet sistemi gelişmiş teknolojileri ağlar arasında entegre etmeyi amaçlıyorsa, düşük kapasiteli cihazlar kendi doğal kısıtlamaları nedeniyle bunları etkili bir şekilde benimsemekte zorlanabilmektedir. Bu nedenle, farklı kapasitedeki cihazların taleplerini karşılayabilecek bir 15 sistemin tasarlanmasına kritik bir ihtiyaç vardır.

Geleneksel yapıcı girişim (CI) uygulamaları, çok kullanıcı MIMO/MIS ortamlarında ve NOMA ağlarında girişimden yapıcı bir şekilde yararlanarak sinyal gücünü ve verimliliğini artırmaya odaklanmaktadır. CI, sembol seviyesinde ön kodlama (SLP) kullanılarak etkili bir 20 şekilde kullanılmıştır. Araştırmalar, girişimi bir sınırlama olarak görmek yerine, girişimin her kullanıcıda istenen sembollerle hizalanarak istenen sinyal gücünü artırmak için manipüle edilebileceğini, daha yüksek enerji verimliliğine ve gelişmiş bit hata oranlarına katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Özellikle, seçici ön kodlama ve korelasyon döndürme teknikleri gibi yaklaşımlar, tüm kullanıcılar için amaçlanan veri sembolleriyle hizalanan girişimin yapıcı 25 yönlerini en üst düzeye çıkarmak için geliştirilmiştir ve MIMO ve MISO aşağı bağlantı kanallarında spektral verimlilik ve güç tasarrufunda önemli ölçüde iyileşme sağlamaktadır. NOMA ağlarında, benzersiz zorluklar ve fırsatlar olsa da CI da araştırılmıştır. NOMA geleneksel olarak çok kullanıcı girişimi yönetmek için ardışık girişim iptaline (SIC) dayanır ve diğer kullanıcıların sinyalini gürültü olarak tanımlamaktadır. Birkaç çalışma CI'nin NOMA 30 ağlarına entegrasyonunu incelemiştir, örneğin [7] NOMA için alıcıda SIC'yi kaldırmak için süper empoze sinyalleri yapıcı bir şekilde ilgilenilen sinyale hizalayan bir ComMA (yapıcı çoklu erişim) tekniği önermiştir. Ayrıca, [8]'de aşağı bağlantı NOMA için CI ön kodlaması önerilmiştir, burada daha güçlü kullanıcıdan gelen girişim, CI kavramından yararlanarak daha zayıf kullanıcı için faydalı hale gelmektedir. Ayrıca, [9] sentetik ardışık kodlama ve hibrit çok

kullanıcılı (MU) erişim yardımıyla yapıcı NOMA iletimleri için yeni bir çerçeve önermiştir. Sistem, birleşik çok kullanıcılı girişimin (MUI) yüksek verim talepleri olan kullanıcılar için avantajlı hale gelmesini sağlarken, aynı zamanda abone oldukları SINR performans seviyelerini karşılamak için NOMA tabanlı kullanıcılar için girişimi bastırmaktadır. Ek olarak, [10]'daki yaklaşım, kullanıcılar arasındaki girişimin her NOMA kullanıcısı için yapıcı olmasını sağlayarak yapıcı girişim (CI) ön kodlamasını NOMA ile bütünleştirmektedir.

CI kavramı, SIC'yi ortadan kaldırmayı veya alınan sinyal gücünü artırmayı amaçlayan çeşitli çalışmalarla yaygın olarak araştırılmış olsa da Noma'daki CI, CI kavramından tam olarak yararlanmak için kullanıcılar arasında güç farkı gerektirmesi gibi bazı sınırlamalara sahiptir. Ayrıca, değişen KPI gereksinimlerine sahip cihazlarda güvenilir değildir ve bu da bir boşluğa yol açmaktadır. Girişimi artırma eğiliminde olan düşük karmaşıklıkta kullanıcılar ve yüksek karmaşıklıkta kullanıcılar için ayırma yaklaşımları, hem rastgele erişim [13] hem de koordineli çizelgeleme [14] yöntemleri, erişimin ortogonal mı [15] yoksa ortogonal olmayan mı [16] olması gerektiği ve hibesiz mi yoksa hibe tabanlı protokoller mi kullanılması gerektiği [17],[18] gibi çeşitli çalışmalar olmasına rağmen, bu yöntemler üzerinde bir fikir birliği yoktur. Bu bölünmüşlük, iletişim sistemlerinde farklı kullanıcılar arasında etkili spektrum erişimi ve kaynak paylaşımı için henüz net bir yaklaşımın oluşturulmadığını göstermektedir.

Bu çözülmemiş zorluklar göz önüne alındığında, mevcut buluşun yaklaşımı, farklı yeteneklere sahip cihazlarla heterojen bir ağın çeşitli gereksinimlerini karşılamak için RSMA çerçevesi içinde CI konseptini uygulamaya odaklanmaktadır. Bu, RSMA'nın doğal yapısından yararlanılarak, özellikle de bu hedefi desteklemek için ortak akışın doğal yüksek güç özelliğinden yararlanılarak elde edilmektedir. Özetle bu buluş, farklı ihtiyaçları olan kullanıcılar arasında bir arada yaşamayı ve verimli kaynak paylaşımını desteklemek için RSMA tabanlı öncü bir yaklaşım önermekte ve potansiyel olarak RSMA'yı gelecekteki ağlar için en uygun erişim stratejisi olarak belirlemektedir.

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen tüm sorunlar ilgili alanda bir yeniliğin sağlanmasını gerekli kılmıştır.

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Buluşun ana amacı, mevcut çoklu erişim tekniklerinin temel sınırlamalarını ele alarak, heterojen kablosuz ağlar için verimli, ölçeklenebilir ve esnek bir girişim yönetimi çözümü sağlamaktır.

- 5 Buluşun bir diğer amacı, Ardışık Girişim İptaline (SIC) dayanmadan CI uygulayarak düşük kapasiteli cihazlar için basitleştirilmiş kod çözme sağlamaktır. Bu, düşük kapasiteli cihazların mesajları doğrudan çözmesine, işlem yüklerini azaltmasına ve daha önce zorlu hesaplama taleplerine rağmen çok kullanıcıli bir ortamda etkili bir şekilde çalışmasına olanak tanımaktadır.

10

Buluşun bir diğer amacı, CI ayarlamalarının veri bütünlüğünü bozmamasını sağlayarak yüksek kapasiteli cihazlar için verimi artırmaktır. Bu dengeli yaklaşım, yüksek kapasiteli kullanıcılar için performansı korurken aynı zamanda düşük kapasiteli cihazlar için kod çözmei basitleştirmektedir.

15

Buluşun bir diğer amacı da RSMA'nın esnekliğinden yararlanarak farklı kullanıcılar için girişimin uyarlanabilir bir şekilde yönetilmesidir. Girişim yönetim stratejilerinin cihaz yeteneklerine göre bu dinamik adaptasyonu, heterojen ağlarda çeşitli cihazların sorunsuz bir şekilde bir arada bulunmasını sağlayan birleşik bir yaklaşımı desteklemektedir.

20

Buluşun bir diğer amacı, RSMA'nın mesajları ortak ve özel bileşenlere ayırma yeteneğini kullanarak kaynak verimliliğini ve spektrum kullanımını iyileştirmektir. Girişim yönetimi gereksinimlerine dayalı bu dinamik kaynak tahsisi, özellikle sınırlı spektrum kaynaklarına sahip ağlarda güç ve spektrum kullanımını optimize etmektedir.

25

Buluşun bir diğer amacı, farklı yeteneklere ve yüksek verim veya güvenilirlik gibi farklı performans gereksinimlerine sahip kullanıcılardan oluşan heterojen ağları desteklemektir. Bu, farklı hesaplama kapasitelerine sahip cihazların sorunsuz entegrasyonunu sağlamaktadır.

30

Buluşun bir diğer amacı da RSMA'nın çoklu erişim teknolojisi için önde gelen bir aday olduğu 6G ve ötesinin gerekliliklerine uyum sağlamaktır. Bu yaklaşım, RSMA ilkelerini uyarlayarak, gelişmiş çok kullanıcıli ağların ihtiyaçlarını karşılayan ve gelecek nesil kablosuz sistemler için uygulanabilir bir erişim stratejisi sağlayan rafine bir varyant sunmaktadır

Yukarıda belirtilen amaçlara ulaşmak ve önceki teknikte belirtilen sorunları ortadan kaldırmak için buluş, farklı yeteneklere sahip cihazlara hitap ederek HetNets'te verimli çoklu erişim için yapıcı girişim (CI) ile RSMA'nın potansiyelinden yararlanmaktadır. Buluşun önerilen yaklaşımı CI'yi RSMA çerçevesi içerisinde sembol seviyesinde ön kodlama (SLP) yoluyla entegre etmektedir. Özellikle, RSAM sinyali hem yüksek kapasiteli hem de düşük kapasiteli kullanıcılar için özel bir akıştan oluşurken, aynı zamanda düşük kapasiteli kullanıcılar için ortak bir akışla birlikte işlemeyi de desteklemektedir. Ortak akış, yalnızca yüksek kapasiteli kullanıcı için veri taşıırken, ortak akışla birlikte düşük kapasiteli kullanıcılar için de prosesi desteklemektedir. Ortak akış yalnızca yüksek kapasiteli kullanıcılar için veri taşıırken, düşük kapasiteli kullanıcılar için de prosesi desteklemektedir. Sinyal düşük kapasiteli kullanıcıya ulaştığında, ortak akıştaki sembol özel akış sembollerini güçlendirerek onları takımyıldız diyagramında istenen algılama bölgesinin daha derinlerine iter ve bu da düşük kapasiteli kullanıcının kanal tahmini veya ardışık girişim iptali (SIC) gerektirmeden mesajını doğrudan çözmesini sağlamaktadır. Sinyal düşük kapasiteli kullanıcıya ulaştığında, ortak akıştaki sembol özel akış sembollerini güçlendirerek onları takımyıldız diyagramında istenen algılama bölgesinin daha derinlerine iter ve bu da düşük kapasiteli kullanıcının kanal tahmini veya ardışık girişim iptali (SIC) gerektirmeden mesajını doğrudan çözmesini sağlamaktadır.

Ayrıca, bu yaklaşım her bir cihaz için hedeflenen temel performans endekslerini (KPI'lar) karşılarken, buluş daha yüksek kapasiteli mobil cihaz için daha yüksek kapasiteli kullanıcının ortak akışından destek alarak gelişmiş güvenilirlik elde etmektedir. Buluş, yalnızca ortak akış içinde aktarılan verileri birleştirerek daha yüksek verim elde edilmesini sağlamaktadır. Buna ek olarak, bu yöntem, ortak akış Iot kullanıcısının kanalına ve veri sembollerine göre uyarlandığından, özellikle düşük güçlü cihazlar için doğal güvenlik sağlamaktadır, yalnızca IoT kullanıcısı için algılamayı geliştirir, gizli dinleyiciye hiçbir fayda sağlamamaktadır.

Buluşun Şekillerinin Açıklaması

Buluş konusunun daha iyi anlaşılması için gerekli olan şekiller ve ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 1. temel bir iletişim sisteminin blok diyagramıdır.

Şekil 2a. bir yapılandırmanın baz istasyonu konfigürasyonunun blok diyagramıdır.

Şekil 2b. bir yapılandırmanın kablosuz iletişim varlığının konfigürasyonunun blok diyagramıdır.

Şekil 3. sistemin modelini göstermektedir.

Şekil 4. geleneksel RSMA sistemi modelidir

5 **Şekil 5.** önerilen RSMA vericisidir.

Şekil 6. LC-kullanıcısının RSMA alıcısıdır

Şekil 7. HC-kullanıcısının RSMA alıcısıdır

Şekil 8. buluşun önerilen çoklu erişim yaklaşımıdır

10 Referans Numaraları

Şekillerde verilen parçalar ve bileşenler, buluş konusunun daha iyi anlaşılması için referans olarak verilmiştir.

15 **TX.** Alıcı-verici

IF. Girişim

RX. Alıcı

UE. Kullanıcı Ekipmanı

BS. Baz İstasyonu

20 **P.** İşlemci

M. Bellek birimi

Buluşun Detaylı Açıklaması

25 Buluş, düşük kapasiteli cihazlar için SIC bağımlılığı olmadan CI kullanan ve yüksek kapasiteli cihazlar için şeffaf CI arşivleyen yeni bir ağ ile ilgilidir.

Şekil 1'e bakıldığında, alıcı-verici (TX), alıcı (RX) ve alıcı-verici tarafından iletilen sinyali alıcıya (RX) taşıyan girişimden (IF) oluşan temel bir iletişim sistemi görülmektedir. Girişim (IF), kaynak araçlarına göre seçilen herhangi bir kablosuz girişim (IF) olabilmektedir. Bu tür kaynaklar zaman alanı, frekans alanı, uzay alanı veya kod alanı gibi alanların bir veya daha fazlasında tanımlanmaktadır. Alıcı-verici (TX) ve alıcının (RX) aynı cihaza entegre edilebileceğine dikkat etmek de önemlidir.

30

Şekil 2a'ya bakıldığında, tercih edilen bir yapılandırmaya ait baz istasyonu (BS) konfigürasyonunun blok diyagramı görülebilmektedir. Baz istasyonu (BS), bilgi iletmek ve bir kablosuz iletişim varlığından geri bildirim almak üzere konfigüre edilmiş bir alıcı-vericiden (TX) oluşmaktadır. Buna ek olarak, alıcı-verici (TX) iletişim varlığına sinyaller
5 gönderebilmektedir. Tercih edilen bir yapılandırmada, baz istasyonu (BS) ayrıca her bir kullanıcı ekipmanı (UE) için ortak veriler, cihaz özellikleri, kablosuz varlık yetenekleri ve hizmet kalitesi (QoS) gereksinimi gibi ilgili verileri belirlemek için işlemci (P) içermektedir. Tercih edilen bir başka yapılandırmada, baz istasyonu (BS), işlemci (P) tarafından okunan veri ve programları depolayan bir bellek birimi (M) içermektedir. Bu program
10 çalıştırıldığında, işlemci (P) yukarıda belirtilen bilgileri belirleme ve alıcı-vericiyi (TX) kontrol etme gibi görevleri yerine getirmektedir. Alıcı-verici (TX), alıcı (RX), bellek birimi (M) ve işlemci (P) arasındaki iletişim arayüz (IF) aracılığıyla gerçekleşmektedir. Şekil 2b'ye bakıldığında, iletişim varlığının blok diyagramının bir baz istasyonu (BS) olarak hizmet verdiği görülmektedir. İletişim varlığı akıllı telefon, dizüstü bilgisayar, Bluetooth cihazı, akıllı
15 saat veya benzeri bir cihaz gibi kablosuz cihaz, terminal, modül veya arayüz olabilmektedir.

Şekil 3'e bakınız. Bir ağ, cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlar gibi yüksek kapasiteli ve akıllı saatler ve sensör gibi düşük kapasiteli cihazların bir karışımından oluşmaktadır. Tüm bu kullanıcı ekipmanı (UE) spektral erişim gerektirdiğinden, bu kullanıcı ekipmanı (UE)
20 arasında kaynakları verimli bir şekilde yönetmek operatörlerin- baz istasyonu (BS) - sorumluluğundadır. Bunu başarmak için buluş, yeni nesil kablosuz ağlar için Hız Bölmeli Çoklu Erişim ve yapıcı girişim gibi iki önemli gelişmeden yararlanan heterojen bir kanal yaklaşımı sunmaktadır.

Şekil 4'te iletim verilerini ortak ve özel kısımlara ayıran geleneksel RSMA sistemi modeli gösterilmektedir. Bu yapının yardımıyla baz istasyonu (BS), tüm kullanıcı ekipmanı (UE) tarafından çözülen ortak bir veri akışını ve her kullanıcıya özgü bireysel özel akışı ileterek girişimi yönetmektedir. Bu modelde, her bir kullanıcı ekipmanı sinyali hem kodu çözülen ortak sinyali hem de yalnızca o kullanıcıya yönelik özel sinyali içermektedir. Bu tasarım,
30 genel sistem verimsizliğini iyileştiren ortak ve özel parçalar arasında esnek güç ve kaynak tahsisine izin vererek girişimi etkili bir şekilde azaltmaktadır. Bu modelde, her bir kullanıcı ekipmanı sinyali hem kodu çözülen ortak sinyali hem de yalnızca o kullanıcıya yönelik özel sinyali içermektedir. Bu tasarım, genel sistem verimsizliğini iyileştiren ortak ve özel parçalar arasında esnek güç ve kaynak tahsisine izin vererek girişimi etkili bir şekilde azaltmaktadır.

Girişimi yalnızca olumsuz bir faktör olarak ele alan geleneksel yöntemlerin aksine RSMA, paylaşılan kod çözme ve stratejik girişim yönetiminin bir kombinasyonu yoluyla her kullanıcı için sinyal kalitesini artırmak için kısmi girişimden yararlanmaktadır.

- 5 Kablosuz iletişimde yapıcı girişim (CI), alıcıdaki (RX) sinyalin gücünü azaltmak yerine artırmak için istenen sinyalle kasıtlı olarak hizalanan girişim (IF) anlamına gelmektedir. Bu durum, girişimin sadece zararlı olduğu ya iptal edilmesi ya da bastırılması gerektiği yönündeki geleneksel görüşlerle tezat oluşturmaktadır. Yapıcı girişim yaklaşımları, girişim sinyaller arasındaki faz ve genlik ilişkilerinden yararlanarak, bunları istenen sinyalle
- 10 birleştiklerinde toplam gücünü artıracak ve algılama eşiğinden daha uzağa itecek şekilde ayarlamaktadır. Bu, RSMA gibi çok kullanıcı ve çok antenli ortamlarda algılama doğruluğunu ve sistem performansını artırabilir, özellikle blok düzeyinde ön kodlama yönetimi yerine bireysel veri sembolleri düzeyinde çalışan sembol düzeyinde ön kodlama teknikleriyle birleştiğinde, yapıcı girişim odağı girişimden kaçınmadan girişimden
- 15 yararlanmaya kaydırmaktadır. Girişimi tahmin eden ve manipüle eden ön kodlama algoritmaları tasarlayarak, iletişim sistemi girişimi kendi avantajına kullanabilmektedir. Sembol düzeyinde ön kodlama (SLP) yöntemleri, girişimin gerçek zamanlı olarak ayarlanmasını sağlayarak onu sinyal takımyıldızı uzayı içinde yapıcı bir unsura dönüştürdüğü için burada çok önemlidir. Böyle bir yaklaşım, yapıcı girişim istenen sinyal gücüne katkıda
- 20 bulunduğundan, güvenilir sinyal için gereken iletim gücünü azaltarak enerji verimliliğini artırabilmektedir. Bu teknik özellikle kanal durum bilgisinin (CSI) vericide bilindiği ortamlarda etkili olabilmekte ve hem kanal hem de sembol koşullarına bağlı olarak hassas girişim hizalamasına olanak sağlamaktadır.
- 25 Şekil 5'e atıfta bulunulduğunda, sembol seviyesinde ön kodlamayı içerecek şekilde verici tasarımını değiştirerek RSMA ağının yeni bir uyarlamasını temsil eden bir yöntem gösterilmektedir. Buluşta önerilen sistem modelinde, yüksek kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) mesajı ortak ve özel olmak üzere iki parçaya bölünürken, düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için herhangi bir bölme işlemi yapılmamaktadır. Bununla birlikte, yapıcı
- 30 girişim kavramından yararlanarak, sembol düzeyinde ön kodlama (SLP) ile desteklenen bu ortak akış, düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı kanalına ve veri sembollerine dayalı olarak tasarlanmıştır. Düşük kabiliyetli kullanıcı ekipmanı için önerilen yaklaşım, düşük kabiliyetli kullanıcı ekipmanı için bir girişim biçimi olan ortak sinyalden yararlanarak sinyal tespitini desteklerken aynı zamanda yüksek kabiliyetli kullanıcılara yüksek verim sağlamaktadır. Bu

değişiklik, optimize edilmiş girişim yönetimi sağlayarak hem düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için algılama güvenilirliğini hem de yüksek kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) için verimi artırmaktadır.

- 5 Şekil 6'da düşük kabiliyetli kullanıcı ekipmanı (UE) alıcı tarafı gösterilmektedir. Alıcı tarafında, ortak akış düşük kabiliyetli kullanıcı için girişim görevi görecektir. Bununla birlikte, CI konsepti kullanılarak tasarlandığından, düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) sembollerini karar eşiğinden uzağa, yapıcı bölgeye iterek yardımcı olmaktadır. Bu, düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı (UE) kanal tahmini veya ardışık girişim iptali (SIC)
- 10 gerektirmeden mesajını doğrudan demodüle etmesini sağlamaktadır.

- Şekil 7'de yüksek kabiliyetli kullanıcı ekipmanı (UE) alıcı tarafı gösterilmektedir. Yüksek kabiliyetli kullanıcı ekipmanı (UE) için proses, ortak akışı daha yüksek güç seviyesinde çözerek başlamakta, ardından özel veriyi almak için SIC uygulanmaktadır. Bu ikili yaklaşım,
- 15 RSMA sinyalindeki CI'dan yararlanarak her iki kullanıcı türüne de aynı anda hizmet verilmesini sağlamaktadır. Bu, ortak akış desteği sayesinde IoT ve diğer düşük kapasiteli cihazlar için gelişmiş güvenilirlik ve ortak akışta verimli veri işleme yoluyla mobil cihazlar için yüksek verim gibi her cihaz türü için temel performans göstergelerine (KPI'lar) ulaşmaktadır. Bu sistemi yöneten iki kısıtlama; ortak akışta yapılan değişiklikler, yüksek
- 20 kapasiteli kullanıcıya şeffaf olacak şekilde tasarlanmıştır, yani kullanıcı sinyali standart bir ortak akış olarak yorumlar ve ortak akışta yapılan ayarlamalar; bütünlüğünün bozulmasını önlemek için dikkatlice kontrol edilmektedir. Ayrıca, herhangi bir potansiyel performans düşüşü, ortak akışın yüksek güç karakteristiği ile etkili bir şekilde azaltılmaktadır.

- 25 Şekil 8'de, baz istasyonunun (BS) tek bir ağ içinde yüksek kapasiteli ve düşük kapasiteli kullanıcı ekipmanı eşzamanlı olarak desteklemek için RSMA çerçevesinde sembol seviyesi ön kodlama ile yapıcı girişim kullandığı genel proses gösterilmektedir.

- Buluşun tercih edilen bir başka yapılandırması, özellikle çoklu erişim teknolojilerini kullanan
- 30 gelişmiş kablosuz ağ mimarileri genelinde geniş bir uygulanabilirlik sunmaktadır. 5G, 5G-Advanced, 6G ve ötesi dahil olmak üzere yeni nesil ağlar için çok uygundur ve temel iletişim sistemleri ile sınırlı değildir. Bu buluşun ilkeleri çok yönlüdür ve Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, Yeni Radyo (NR), LTE, LTE-Advanced, Nesnelerin İnterneti (IoT), Endüstriyel IoT (IIoT) ve dar bant IoT (NB-IoT) gibi bir dizi teknolojiye uygulanabilmektedir. Bu nedenle, bu buluşun

kapsamı, gelişmiş MIMO, milimetre dalga, büyük MIMO, ekstra büyük MIMO (XL-MIMO), çok kullanıcı MIMO veya çok hücreli MIMO teknolojilerinin yanı sıra ilgili bağlantı uyarlama ve zamanlama geliştirmelerini kullanan herhangi bir sistemi barındırarak bu örneklerin ötesine uzanmaktadır.

5

Referanslar:

[1]: Mao, Yijie, vd. "Rate-splitting multiple access: Fundamentals, survey, and future research trends." IEEE Communications Surveys & Tutorials 24.4 (2022): 2073-2126.

10

[2]: A. A. Ahmad, Y. Mao, A. Sezgin, ve B. Clerckx, "Rate splitting multiple access in C-RAN: A scalable and robust design," IEEE Trans. Commun., cilt. 69, no. 9, s. 5727–5743, Eylül 2021.

15

[3]: A. Mishra, Y. Mao, O. Dizdar, ve B. Clerckx, "Rate-splitting multiple access for downlink multiuser MIMO: Precoder optimization and PHYlayer design," IEEE Trans. Commun., cilt. 70, no. 2, s. 874–890, Şubat 2022.

20

[4]: O. Dizdar, Y. Mao, ve B. Clerckx, "Rate-splitting multiple access to mitigate the curse of mobility in (massive) MIMO networks," IEEE Trans. Commun., cilt. 69, no. 10, s. 6765–6780, Ekim 2021.

25

[5]: Y. Mao, B. Clerckx, ve V. O. K. Li, "Rate-splitting multiple access for coordinated multi-point joint transmission," in Proc. IEEE Int. Conf. Commun. (ICC) Workshop, 2019, s. 1–6.

[6]: Mao, Yijie, Bruno Clerckx, ve Victor OK Li. "Rate-splitting multiple access for downlink communication systems: Bridging, generalizing, and outperforming SDMA and NOMA." EURASIP journal on wireless communications and networking 2018 (2018): 1-54.

30

[7]: Salem, Abdelhamid, ve Christos Masouros. "NOMA made practical: Removing the SIC through constructive interference." 2022 International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS). IEEE, 2022.

[8]: Yan, Mengchun, vd. "Constructive Interference Precoding for Downlink NOMA." 2022 International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS). IEEE, 2022.

[9]: Wei, Zhongxiang, vd. "Beyond nonorthogonal multiple access: New role of constructive interference." IEEE Wireless Communications Letters 11.10 (2022): 2225-2229.

[10]: Lu, Yanfei, vd. "Capacity Improvement with NOMA-CI Precoding for MU-MISO Downlink Systems." 2024 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC). IEEE, 2024.

[11]: Dong, Xiaoqing, vd. "Network access and spectrum allocation in next-generation multi-heterogeneous networks." International Journal of Distributed Sensor Networks 15.8 (2019): 1550147719866140.

[12]: Zhang, Yan, vd. "Multi-access mobile edge computing for heterogeneous IoT." IEEE Communications Magazine 56.8 (2018): 12-13.

[13]: Lin, Kate Ching-Ju, Shyamnath Gollakota, ve Dina Katabi. "Random access heterogeneous MIMO networks." ACM SIGCOMM Computer Communication Review 41.4 (2011): 146-157.

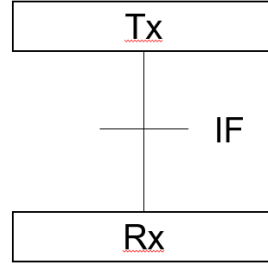
[14]: Zhong, Yi, Tony QS Quek, ve Xiaohu Ge. "Heterogeneous cellular networks with spatio-temporal traffic: Delay analysis and scheduling." IEEE Journal on Selected Areas in Communications 35.6 (2017): 1373-1386.

[15]: Peng, Mugen, vd. "Recent advances in underlay heterogeneous networks: Interference control, resource allocation, and self-organization." IEEE Communications Surveys & Tutorials 17.2 (2015): 700-729.

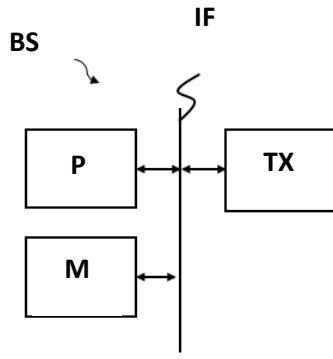
[16]: Liu, Yuanwei, vd. "Non-orthogonal multiple access in large-scale heterogeneous networks." IEEE Journal on Selected Areas in Communications 35.12 (2017): 2667-2680.

[17]: Tran, Duc–Dung, vd. "Learning-based multiplexing of grant-based and grant-free heterogeneous services with short packets." 2021 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM). IEEE, 2021.

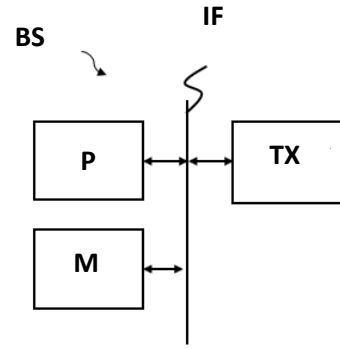
- 5 [18]: Shahab, Muhammad Basit, vd. "Grant-free non-orthogonal multiple access for IoT: A survey." IEEE Communications Surveys & Tutorials 22.3 (2020): 1805-1838.



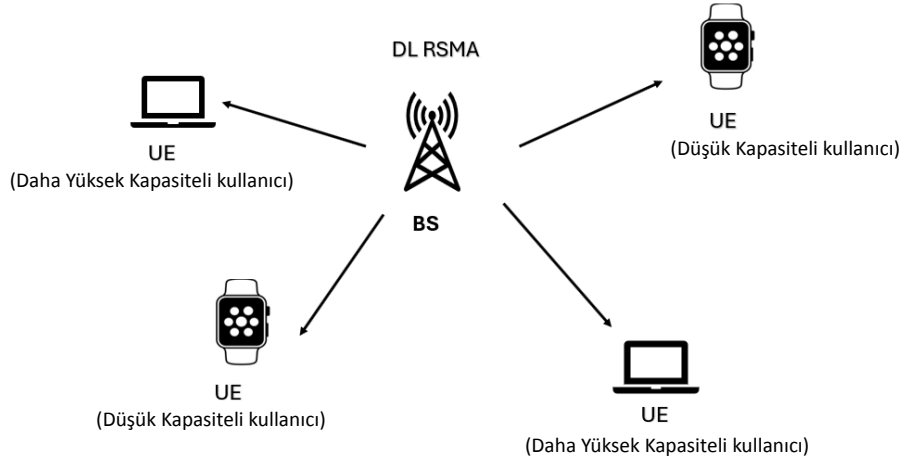
ŞEKİL 1

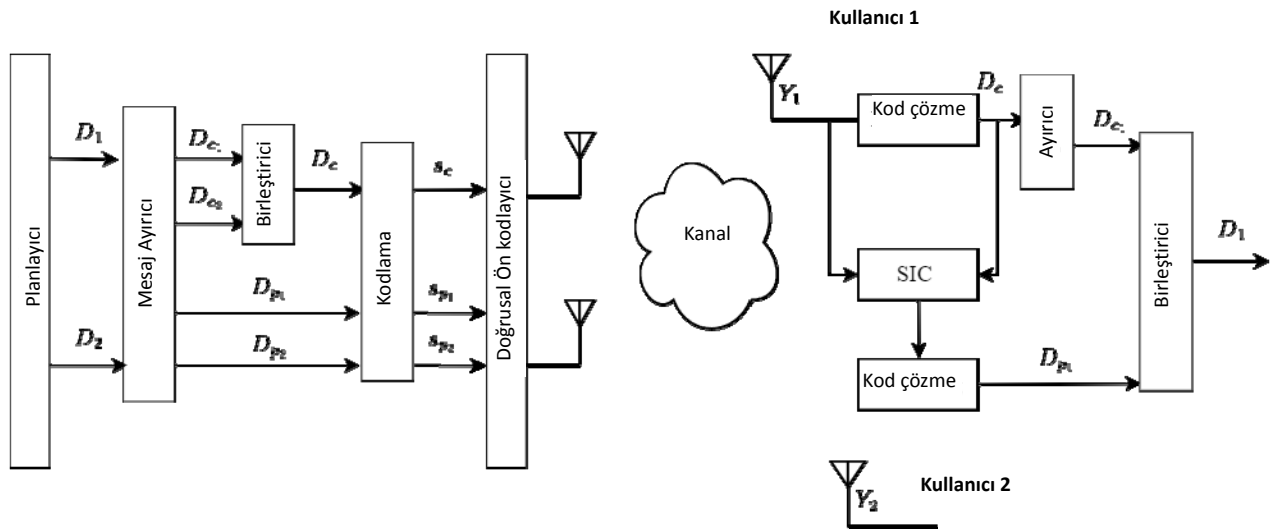


ŞEKİL 2a

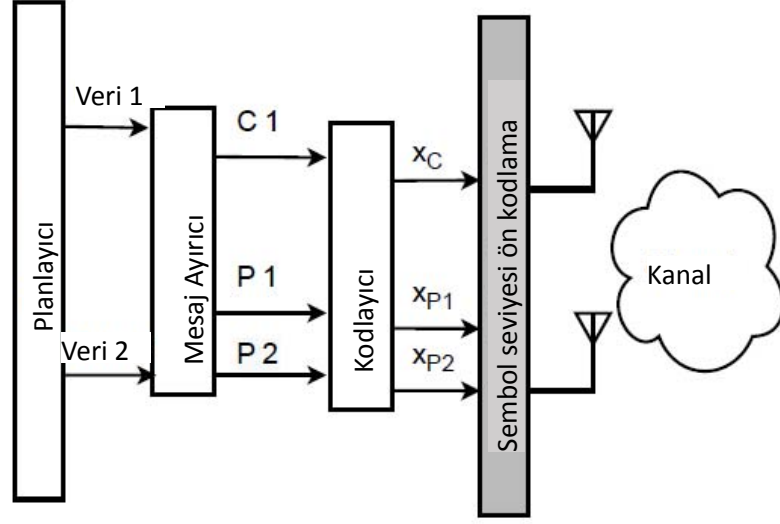


ŞEKİL 2b

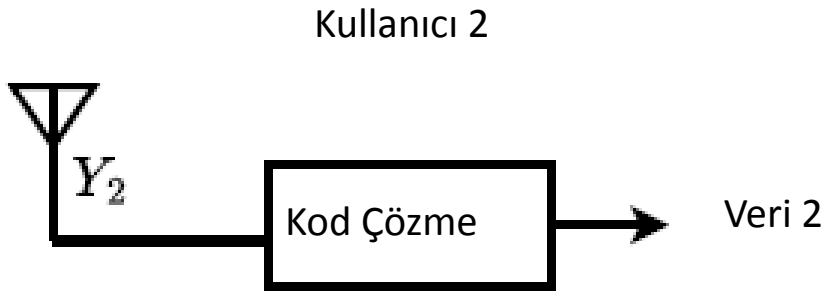
**ŞEKİL 3**



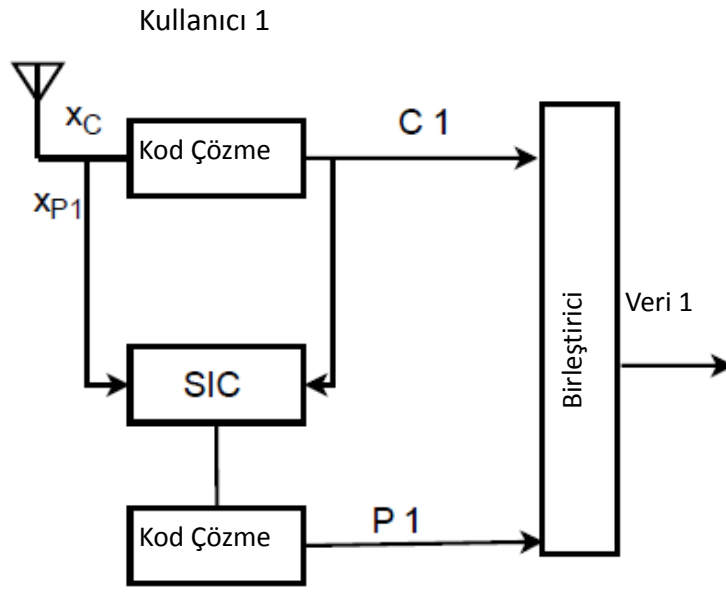
ŞEKİL 4



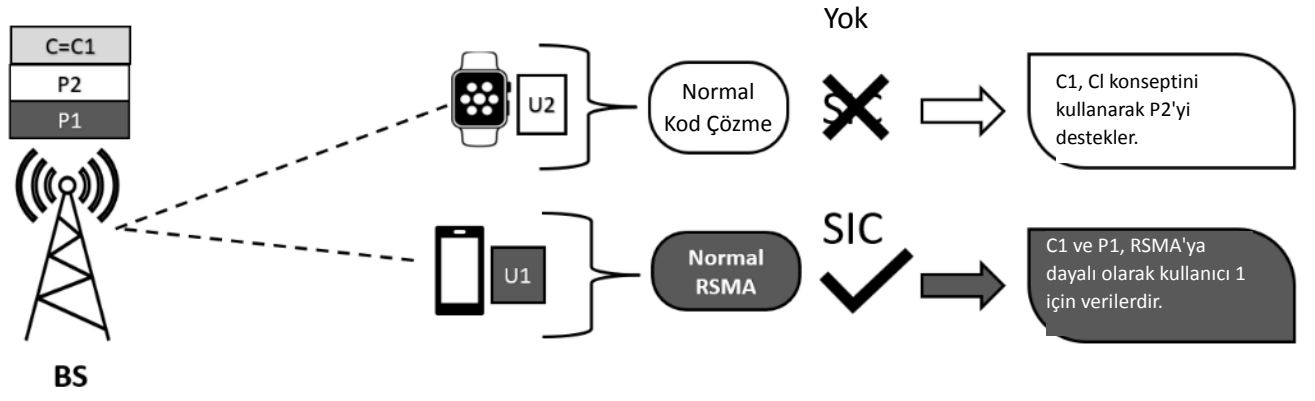
ŞEKİL 5



ŞEKİL 6



ŞEKİL 7



ŞEKİL 8