

ÖZET

XL MIMO AĞLARINDA ALGILAMA VE İLETİŞİME YÖNELİK RADYO ORTAMI EŞLEMEYE YÖNELİK YÖNTEM

5

Buluş, XL MIMO ağlarında algılama ve iletişim için radyo ortamı eşleme yöntemi sağlamakta olup, söz konusu yöntem, sinyal alımı, kullanıcı ekipmanı (UE) konum tahmini için güç gecikme profili (PDP) analizi, blokaj tespiti, engellenen anten elemanlarının devre dışı bırakılması, ışın yönlendirmesi için aktif elemanların güç ve fazının ayarlanması ve dinamik, kendi kendini onaran ışın yönlendirmesi için güç gecikme profilinin (PDP) sürekli izlenmesini içermektedir.

10

15

20

25

30

İSTEMLER

1. Buluş, XL MIMO ağlarında algılama ve iletişime yönelik radyo ortamı eşlemeye yönelik yöntemle ilgili olup, bu yöntem aşağıdakileri içermektedir:

5

- i. bir baz istasyonunun XL anten dizisindeki bir kullanıcı ekipmanından (UE) sinyallerin alınması,
- ii. alınan sinyallerin güç gecikme profilinin (PDP) ölçülmesi,
- iii. kullanıcı ekipmanının (UE) konumunu tahmin etmek için güç gecikme profilinin (PDP) analiz edilmesi,
- iv. blokajların varlığının veya yokluğunun tespit edilmesi ve herhangi bir blokajın konumunun belirlenmesi için ölçülen güç gecikme profilinin (PDP) daha önce depolanan ölçümlerle karşılaştırılması,
- v. bir anahtarlama ağı kullanarak blokajlar tarafından engellenen anten elemanlarının, engellenmemiş anten elemanlarını aktif tutarken, devre dışı bırakılması,
- vi. devre dışı bırakılan elemanları telafi etmek ve ışıını kullanıcı ekipmanının (UE) konumuna yönlendirmek için aktif anten elemanlarının gücünün ve fazının ayarlanması; ve
- vii. blokaj özelliklerindeki ve kullanıcı hareketindeki değişiklikleri izlemek için güç gecikme profilinin (PDP) zaman içinde sürekli olarak izlenmesi ve böylece kendi kendini onaran bir ışıının dinamik yönlendirmesinin sağlanması.

10

15

20

2. Anten elemanlarının devre dışı bırakılmasının, alınan sinyaldeki blokajın neden olduğu derin zayıflamanın tespit edilmesine dayalı olarak gerçekleştirildiği, İstem 1'e göre yöntem.

25

3. Ayrıca ağ optimizasyonu için çevresel farkındalığın artırılması amacıyla tespit edilen blokaj konumlarının zaman içinde bir araya getirilmesiyle bir blokaj eşleminin oluşturulmasını içeren, İstem 1'e göre yöntem.

30

4. Anahtarlama ağının, iletişim kalitesini korurken enerji tüketimini en aza indirmek için aktif ve aktif olmayan anten elemanlarını dinamik olarak yeniden konfigüre edildiği, İstem 1'e göre yöntem.

5. Ayrıca kullanıcı ekipmanından (UE) ek sinyalleme gerektirmeden, blokajın ortaya çıkması veya kaybolması dâhil olmak üzere çevresel değişikliklerin tespit edilmesi için pasif algılama tekniklerinin kullanılmasını içerdği, İstem 1'e göre yöntem.

5 6. Kendi kendini onaran ışının, geçmiş blokaj verileri üzerinde eğitilmiş makine öğrenimi algoritmalarını birleştirerek güncellenmiş blokaj özelliklerine dinamik olarak uyum sağladığı, İstem 1'e göre yöntem.

10 7. Sistemin, kullanıcı ekipmanının (UE) yakınlığı ve hareketine dayalı olarak ışın genişliğini ve iletim gücünü ayarlayarak enerji verimli çalışmaya öncelik verdiği, İstem 1'e göre yöntem.

8. Güç gecikme profilinin (PDP), bir blokajın varlığını veya yokluğunu belirlemek üzere ölçüldüğü ve karşılaştırıldığı, İstem 1'e göre yöntem.

15

20

25

30

TARİFNAME

XL MIMO AĞLARINDA ALGILAMA VE İLETİŞİME YÖNELİK RADYO ORTAMI EŞLEMEYE YÖNELİK YÖNTEM

5

Teknik Alan:

10 Bu buluş, akıllı şehirler, otonom araçlar ve endüstriyel IoT sistemleri gibi gerçek zamanlı veri alışverişi ve konumlandırma için dinamik ve güvenilir iletişimin kritik önem taşıdığı senaryolarda uygulanabilen, değişen çevre koşullarına ve kullanıcı hareketlerine uyum sağlayarak verimli spektrum kullanımı, girişim yönetimi ve gelişmiş sinyal kalitesi sağlayan XL MIMO ağlarında algılama ve iletişim için radyo ortamı eşleme yöntemine ilişkindir.

Önceki Teknik:

15

Bu buluştan önce, mmWave ve alt-THz gibi yüksek frekans bantlarında güvenilir iletişim sorunu, blokajların etkisini azaltmayı amaçlayan çeşitli çözümlerle ele alınmıştır. En dikkat çekici yöntemlerden bazıları şunlardır:

20 1. Görüş Hattı (LOS) Baz İstasyonlarına Geri Dönüş [1]:

Bir blokaj durumunda, iletişim sistemi bağlantıyı sürdürmek için yakındaki bir LOS baz istasyonunun kullanılabilirliğini esas almaktadır.

Dezavantajları:

- 25
- Yoğun kentsel ortamlarda veya kırsal alanlarda dağıtım kısıtlamaları genellikle LOS baz istasyonlarının uygun bir şekilde konumlandırılmaması anlamına gelmektedir.
 - Ek altyapıya duyulan ihtiyaç maliyeti ve karmaşıklığı artırmaktadır.
 - Baz istasyonları arasındaki sık geçişler iletişim güvenilirliğini ve verimliliğini azaltmaktadır.

30

2. Kullanıcı Geri Bildirimi Kullanarak Kendi Kendini Onaran Işınlr [3]:

Başka bir yaklaşım, kullanıcı tarafındaki blokajı algılamaya dayalı olarak kendi kendini onaran ışınları etkinleştirmeyi içermekteydi. Kullanıcı cihazı blokajı algılayacak, algılama

işlemlerini gerçekleştirecek ve ışın ayarlaması için baz istasyonuna geri bildirim sağlayacaktır.

Dezavantajları:

- 5 - Güç Tüketimi: Kullanıcı tarafındaki algılama, pil ile çalışan cihazlarda kritik olan güç kullanımını önemli ölçüde artırmaktadır.
- Karmaşıklık: Kullanıcı tarafındaki algılama donanımı ve algoritmaları, cihaz karmaşıklığına ve maliyetine eklenmektedir.
- Geribildirim Zorlukları: Dinamik ortamlarda, özellikle kullanıcı bloke edildiğinde zamanında geri bildirim sağlamak zordur. Bu gecikme, iletişim kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir.

3. Özel Algılama Sinyalleri [7]:

Bazı çözümler, ortamı eşlemek ve blokajları tespit etmek için baz istasyonu tarafından iletilen özel algılama sinyallerini esas almaktadır.

Dezavantajları:

- Spektral Verimsizlik: Ek sinyalleme değerli spektral kaynakları tüketerek genel ağ verimliliğini azaltmaktadır.
- Ek yük: Özel sinyallerin kullanımı, özellikle yüksek yoğunluklu dağıtımlarda sinyalleme ek yükünü artırmaktadır.

4. Önceden Konfigüre Edilmiş Işın Yönlerine Geri Dönüş [5],[6]:

Bazı sistemlerde, baz istasyonu blokajı aşmak için önceden tanımlanmış ışın desenlerini etkinleştirmektedir.

Dezavantajları:

- Verimsizlik: Önceden konfigüre edilmiş ışınlar, engelleyicinin konumuyla doğru bir şekilde hizalanmayabilmektedir, bu da zayıf kapsama ve optimum olmayan bağlantı kalitesiyle sonuçlanmaktadır.
- Uyarlanabilirlik Eksikliği: Bu sistemler, gerçek zamanlı blokaj özelliklerine dayalı olarak ışınları dinamik olarak ayarlama yeteneğinden yoksundur.

Bu mevcut yöntemler kısmi çözümler sunarken, genellikle verimsizlikler, yüksek karmaşıklık ve zayıf uyarlanabilirlik ile sınırlıdır. Aynı zamanda, kullanıcı tarafı algılamayı veya ek sinyallemeyi esas almak hem spektral hem de enerji verimliliğini zayıflatmaktadır.

Sonuç olarak, gerçek zamanlı olarak blokajlara dinamik olarak uyum sağlayan, güç ve spektral verimsizlikleri en aza indiren, karmaşıklığı ve maliyetleri azaltan ve güvenilirliği sağlayan yeni bir yöntemle ihtiyaç duyulmaktadır.

5

Referanslar:

- [1] D. Aziz, J. Gebert, A. Ambrosy, H. Bakker ve H. Halbauer, "Architecture Approaches for 5G Millimetre Wave Access Assisted by 5G Low-Band Using Multi-Connectivity," 2016 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps), Washington, DC, USA, 2016, ss. 1-6, doi: 10.1109/GLOCOMW.2016.7848840
- [2] F. Devoti ve I. Filippini, "Planning mm-Wave Access Networks Under Obstacle Blockages: A Reliability-Aware Approach," in IEEE/ACM Transactions on Networking, cilt 28, no. 5, ss. 2203-2214, Oct. 2020, doi: 10.1109/TNET.2020.3006926.
- [3] C. Baquero Barneto vd., "Millimeter-Wave Mobile Sensing and Environment Mapping: Models, Algorithms and Validation," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, cilt 71, no. 4, ss. 3900-3916, Nisan 2022, doi: 10.1109/TVT.2022.3146003
- [4]. Z. Cui vd., "Extended Projection Distance and Sidelobe Suppression of THz Bessel Beam with Combined Axicons," in IEEE Photonics Technology Letters, cilt 36, no. 5, ss. 337-340, 1 1 Mart, 2024, doi: 10.1109/LPT.2024.3355128
- [5]. Reddy, I.V., Bodet, D., Singh, A. vd. Ultrabroadband terahertz-band communications with self-healing bessel beams. Commun Eng 2, 70 (2023). <https://doi.org/10.1038/s44172-023-00118-8>
- [6]. Bodet, D., Petrov, V., Petrushkevich, S. vd. Sub-terahertz near field channel measurements and analysis with beamforming and Bessel beams. Sci Rep 14, 19675 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70542-z>
- [7]. Y. Cui, H. Ding, S. Ke ve L. Zhao, "Integrated Sensing and Communication in mmWave Wireless Backhaul Networks," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 73, no. 5, pp. 6455-6469, Mayıs 2024, doi: 10.1109/TVT.2023.3323563.

30

Buluşun Açıklaması:

Buluş, yakın alan bölgesinde çalışan Ekstra Büyük MIMO (XL-MIMO) sistemlerinin sağladığı benzersiz fırsatlardan yararlanarak verimli ve hassas radyo ortamı eşlemesi elde

etmektedir. Uzak alan sistemlerinin aksine, XL-MIMO kanalları, çevreleyen ortam hakkında zengin uzamsal ve zamansal ayrıntıları doğal olarak kodlayan küresel dalga cepheleriyle karakterize edilmektedir. Bu yakın alan özellikleri, yüksek frekans bantlarında çalışmanın zorluklarına güvenilir bir çözüm sunarak ek algılama sinyallerine veya kullanıcı tarafı geri bildirimine olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. XL-MIMO dizisi boyunca küresel dalga cephelerinin Güç Gecikme Profilini (PDP) analiz ederek, baz istasyonu blokaj oluşturan nesnelerin konumu, boyutu ve şekli gibi kritik blokaj niteliklerini doğru bir şekilde çıkarabilmektedir.

10 Bu yenilikçi yöntem, kullanıcı tarafı algılamaya olan bağımlılığı tamamen ortadan kaldırmaktadır ve güç tüketimini azaltırken sistem tasarımını önemli ölçüde basitleştirmektedir. İşlemeyi baz istasyonunda merkezileştirerek, yaklaşım operasyonel verimliliği artırmaktadır ve karmaşıklığı en aza indirmektedir. Aynı zamanda, küresel dalga cephelerinden çıkarılan blokaj bilgisi, baz istasyonunun dinamik kendi kendini onaran ışınları 15 otonom olarak üretmesini ve etkinleştirmesini sağlayarak, sık veya öngörülemeyen blokajların olduğu zorlu ortamlarda bile güvenilir ve kesintisiz iletişim sağlamaktadır.

Mevcut çözümlerin kritik sınırlamalarını ele alarak ve yakın alan XL-MIMO kanallarının gelişmiş yeteneklerinden yararlanarak, bu buluş çevre eşleme ve blokaj giderme konusunda 20 devrim niteliğinde bir yaklaşım sunmaktadır. Yüksek spektral verimlilik, operasyonda otonomi ve azaltılmış sistem karmaşıklığı elde etmektedir ve bu da onu dinamik ve yoğun dağıtım senaryolarında yüksek frekanslı iletişim ağları için özellikle uygun hale getirmektedir.

Bu buluş, radyo ortamı eşleme ve blokaj gidermeye dönüştürücü bir yaklaşım getirerek, 25 özellikle mmWave ve alt-THz frekans bantlarında çalışan yeni nesil kablosuz iletişim sistemleri için önemli teknik ilgi ve fayda sağlamaktadır. Yakın alan XL-MIMO sistemlerinin benzersiz küresel dalga cephesi özelliklerinden yararlanarak, buluş ek algılama sinyallerine veya kullanıcı tarafı geri bildirimine ihtiyaç duymadan verimli ve otonom ortam eşleme sağlamaktadır. Bu, baz istasyonunun konum, boyut ve şekil gibi kritik blokaj parametrelerini 30 minimum hesaplama karmaşıklığı ve sinyal yüküyle tanımlamasını sağlamaktadır.

Buluşun önemli bir uygulaması, blokajları dinamik ve hassas bir şekilde azaltma becerisinde yatmaktadır. Sistem, XL dizisi üzerindeki PDP'den blokaj özelliklerini çıkararak, çevresel değişikliklere gerçek zamanlı olarak uyum sağlayan kendi kendini onaran ışınlar

üretmektedir. Bu, yüksek frekanslı bantların düzensiz blokajlara ve gölgelenmeye karşı içsel zayıflıklarının üstesinden gelerek etkili ve güvenilir iletişimi garanti etmektedir.

5 Buluş ayrıca spektrum ve enerji verimliliği ile de karakterize edilmektedir. Özel algılama sinyallerinin kullanımını ortadan kaldırarak iletişim için değerli bant genişliğini serbest bırakmaktadır ve spektral kullanımı artırmaktadır. Aynı zamanda, kullanıcı tarafı algılamaya olan ihtiyacın ortadan kaldırılması güç tüketimini azaltmaktadır ve bu çözümü özellikle mobil ve IoT ekipmanı gibi pille sınırlı cihazlar için avantajlı hale getirmektedir. Kullanıcı ekipmanı tasarımının bu şekilde basitleştirilmesi, yüksek sistem performansını korurken karmaşıklığı ve maliyeti daha da azaltmaktadır.

15 Buluş, verimliliği artırmanın yanı sıra iletişim güvenilirliğini de artırmaktadır. Uyarlanabilir ve düşük gecikmeli çözümü, yoğun kentsel ortamlar veya yüksek mobilite durumları gibi dinamik ve zorlu senaryolarda bile kesintisiz bağlantı sağlamaktadır. Aynı zamanda, yaklaşım 5G/6G ağları, ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim (URLLC) ve IoT sistemleri dâhil olmak üzere ortaya çıkan yüksek frekanslı uygulamalar için idealdir. Ayrıca, akıllı şehirler ve endüstriyel otomasyon gibi kesintisiz operasyonlar için hassas çevresel eşleme ve blokaj gidermenin kritik olduğu yoğun ağ dağıtımları için önemli bir potansiyele sahiptir.

20 Mevcut yöntemlerin sınırlamalarını ele alarak, bu buluş yüksek frekanslı iletişimin zorluklarının üstesinden gelmek için son derece uyarlanabilir, güvenilir ve verimli bir yöntem sunmaktadır ve onu kablosuz ağların evrimi için bir temel taşı haline getirmektedir.

25 Bu buluş, sporadik blokajlar ve sinyal bozulmalarına karşı oldukça hassas olan yüksek frekanslı bantlarda, etkili ve güvenilir iletişimi sürdürmek gibi kritik bir bilimsel sorunun çözümüne katkı sağlamaktadır. Geleneksel yöntemler, büyük ölçüde karmaşıklığı, enerji tüketimini ve spektral verimsizliği artıran ek altyapıyı, kullanıcı tarafı algılamayı veya özel sinyallemeyle esas almaktadır. Bu buluş, gereksiz ek yük eklemekten kesintisiz iletişimi sağlayarak, radyo ortamını algılamak ve blokajlara dinamik olarak uyum sağlamak için 30 merkezi, otonom ve verimli bir yöntem olan ihtiyacı ele almaktadır.

Çözülen Teknik Sorunlar:

1. Blokaj Algılama ve Karakterizasyonu:

Bu buluş, özel algılama sinyalleri veya kullanıcı tarafı geri bildirimi gerektirmeden blokajları (konum, boyut ve şekil) doğru bir şekilde algılama ve karakterize etme sorununu çözmektedir.

2. Spektrum ve Enerji Verimliliği:

Ek sinyalleme ve kullanıcı tarafı algılama ihtiyacını ortadan kaldırarak, buluş spektral verimliliği artırmaktadır ve güç tüketimini azaltmaktadır, bu da onu IoT düğümleri gibi enerji kısıtlamalı cihazlar için ideal hale getirmektedir.

3. Basitleştirilmiş Sistem Tasarımı:

Bu buluş, baz istasyonundaki algılama ve işleme görevlerini merkezileştirerek, yüksek performanslı korurken kullanıcı ekipmanının karmaşıklığını ve maliyetini azaltmaktadır.

4. Dinamik ve Uyarlanabilir İletişim:

Bu buluş, blokaj özelliklerine dayalı olarak gerçek zamanlı kendi kendini onaran ışınların üretilmesini sağlayarak, dinamik ortamlarda bile güvenilir iletişimi garanti etmektedir.

5. Dağıtım Olanaklılığı:

Kapsamlı altyapı gerektiren LOS baz istasyonlarına geri dönüşün aksine, bu buluş minimum dağıtım değişiklikleriyle otonom olarak çalışmaktadır.

Buluş, özellikle yüksek frekanslı ağlar için kablosuz iletişim sektörüne birkaç önemli yenilik getirmektedir. Yakın alan XL-MIMO kanallarının benzersiz küresel dalga cephesi özelliklerinden yararlanarak, ek algılama sinyalleri veya kullanıcı tarafı geri bildirimi gerektirmeden boyut, şekil ve konum gibi blokaj özelliklerini otonom olarak çıkarsamak için yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu, karmaşık kullanıcı ekipmanına olan ihtiyacı ortadan kaldırarak güç tüketimini ve donanım maliyetlerini azaltırken, özel sinyallemeden kaçınarak spektral verimliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Buluşun dinamik kendi kendini onaran ışınlar üretme yeteneği, zorlu ortamlarda güvenilir iletişimi garanti ederek yüksek frekanslı bantlardaki kritik sorunları ele almaktadır. 5G/6G ağları için uyarlanmış olan bu buluş, gelişmiş iletişim ağlarında blokaj tespiti ve giderimi için yeni bir standart belirleyerek enerji açısından verimli, uygun maliyetli ve uyarlanabilir bir çözüm sunmaktadır.

Bu buluş, kablosuz iletişim sektöründeki mevcut çözümlerden onu ayıran çeşitli belirgin avantajlar ve benzersiz unsurlar sunmaktadır:

1. Otonom Blokaj Algılama ve Giderme:

Kullanıcı tarafı algılama veya özel algılama sinyallerine dayanan geleneksel yöntemlerin aksine, bu buluş, XL-MIMO kanallarının yakın alan küresel dalga cephesi özelliklerini kullanarak blokajları otonom olarak algılamaktadır ve karakterize etmektedir. Bu, baz istasyonunun kullanıcı cihazından geri bildirim gerektirmeden blokajın konumunu, boyutunu ve şeklini çıkarsamasını sağlayarak sistemi daha verimli ve basit hale getirmektedir.

2. Kullanıcı Tarafı Algılama veya Geri Bildirim İhtiyacının Olmaması:

Bu yaklaşımın benzersiz avantajlarından biri, geleneksel yöntemlerde yaygın olarak gerekli olan kullanıcı tarafı algılama veya geri bildirim ihtiyacını tamamen ortadan kaldırmasıdır. Bu, özellikle IoT sensörleri veya cep telefonları gibi pille sınırlı cihazlar için önemli olan kullanıcı cihazlarının güç tüketimini azaltmaktadır ve algılama ve işleme görevlerini baz istasyonuna yükleyerek sistem tasarımını basitleştirmektedir.

3. Gelişmiş Spektrum ve Enerji Verimliliği:

Buluş, özel algılama sinyallerine veya kullanıcı geri bildirimine olan ihtiyacı ortadan kaldırarak, iletişim için mevcut bant genişliğinin kullanımını en üst düzeye çıkarmaktadır ve böylece spektral verimliliği artırmaktadır. Ayrıca, kullanıcı tarafında ek sinyalleme gereksinimleri veya işleme yükleri olmadığından hem kullanıcı cihazlarının hem de ağın enerji tüketimini azaltmaktadır.

4. Dinamik Kendi Kendini Onaran Işıklar:

Buluş, Güç Gecikme Profilinden (PDP) çıkarılan gerçek zamanlı blokaj özelliklerine dayalı dinamik kendi kendini onaran ışıklar üretmek için yenilikçi bir yöntem sunmaktadır.

5. Basitlik ve Maliyet Azaltma:

Tüm algılama ve işlemeyi baz istasyonunda merkezileştirerek, sistem kullanıcı ekipmanını basitleştirmektedir ve hem karmaşıklığı hem de maliyeti azaltmaktadır. Bu, cihazların ve altyapının maliyetini en aza indirmenin önemli olduğu yoğun kentsel ortamlar veya IoT ağları dâhil olmak üzere büyük ölçekli dağıtımlar için yaklaşımı daha uygulanabilir hale getirmektedir.

6. Yüksek Frekanslı Ağlara Uyarlanabilirlik:

Bu buluş, blokajlar ve gölgeleme nedeniyle sinyal bozulmasına eğilimli olan 5G/6G ve IoT uygulamaları gibi yüksek frekanslı iletişim sistemleri için özellikle uygundur. Bu zorluklara asgari altyapı değişiklikleriyle uyum sağlama yeteneği, ek donanım

veya karmaşık prosedürler gerektiren mevcut çözümlere göre önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Özetle, bu buluşun benzersiz unsurları, yakın alan XL-MIMO kanallarını kullanarak blokajları otonom olarak tespit etme ve giderme, kullanıcı tarafı algılama ihtiyacını ortadan kaldırma ve spektral verimliliği artırırken sistem karmaşıklığını, güç tüketimini ve maliyeti azaltma becerisinde yatmaktadır. Bu avantajlar, onu özellikle yüksek frekanslı ve yoğun dağıtım senaryolarında gelecekteki kablosuz iletişim ağları için oldukça yenilikçi ve pratik bir çözüm haline getirmektedir.

Bu buluşun "çarpıcı özelliği", kullanıcı tarafı algılama veya özel algılama sinyalleri gerektirmeden radyo ortamını otonom olarak eşleme ve yüksek frekanslı iletişim ağlarındaki blokajları giderme yeteneğinde yatmaktadır. Bu, baz istasyonunun konum, boyut ve şekil gibi kritik blokaj parametrelerini çıkarsamasına olanak tanıyan XL-MIMO sistemlerinin benzersiz yakın alan küresel dalga cephesi özelliklerinin kullanılmasıyla elde edilmektedir. Bu yenilik, blokajın nasıl algılanıp yönetildiğini temelden değiştirmektedir ve blokajlar nedeniyle sinyal bozulmasına eğilimli yüksek frekanslı bantlar gibi geleneksel çözümlerin sıklıkla zorlandığı ortamlarda güvenilir iletişimi sürdürmek için daha verimli ve kendi kendine yeterli bir yaklaşım sunmaktadır.

Algılama ve işlemeyi baz istasyonunda merkezileştirerek, buluş kullanıcıdan gelen karmaşık geri bildirim mekanizmalarına olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır, böylece enerji tüketimini azaltmaktadır ve kullanıcı ekipmanını basitleştirmektedir. Ek olarak, baz istasyonunun gerçek zamanlı blokaj özelliklerine dayalı olarak dinamik olarak kendi kendini onaran ışınlar üretme yeteneği, sistemin değişen koşullara uyum sağlayabilmesine olanak tanıyarak iletişim bağlantısının etkinliğini ve güvenilirliğini artırmaktadır.

Bu çarpıcı özellik, hem spektral verimliliği hem de enerji verimliliğini önemli ölçüde iyileştirerek, buluşu genellikle ek altyapı veya kullanıcılardan geri bildirim gerektiren mevcut çözümlerden ayırmaktadır. Yüksek frekanslı, yoğun dağıtım senaryoları için ölçeklenebilir ve uygun maliyetli bir çözüm sunmaktadır ve bu da onu 5G ve 6G gibi kablosuz iletişim sistemlerinin geleceği için önemli bir yenilik haline getirmektedir.

Buluşa konu yöntemin yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları, aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere referansla yazılan ayrıntılı açıklama sayesinde daha net anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirme bu şekiller ve ayrıntılı açıklama dikkate alınarak yapılmalıdır.

5 Şekillerin Açıklaması:

Buluş, buluşun özelliklerinin daha açık bir şekilde anlaşılması ve takdir edilmesi için ekteki şekillere referansla açıklanacaktır, ancak bunun amacı buluşu söz konusu belirli düzenlemelerle sınırlamak değildir. Aksine, ekteki istemlerle tanımlanan buluş alanına dâhil edilebilecek tüm alternatifleri, değişiklikleri ve eşdeğerlikleri kapsamayı amaçlanmaktadır. Gösterilen ayrıntıların, yalnızca mevcut buluşun tercih edilen yapılandırmaları açıklama amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesinin hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en uygun ve kolay anlaşılır açıklamasını sağlamak amacıyla sunulduğu anlaşılmalıdır. Bu şekillerde;

15

Şekil 1 Sistem modellerinin şematik görünümü.

Şekil 2 (a) XL dizisinin başlangıcına yakın konumlandırılan kullanıcının PDP'si, (b) XL dizisinin sonuna yakın konumlandırılan kullanıcının PDP'si ve (c) XL dizisinin ortasına yakın konumlandırılan kullanıcının PDP'si.

20 Şekil 3 Blokaj tespitinin şematik görünümü.

Mevcut buluşu anlamana yardımcı olacak şekiller, ekteki resimde gösterildiği gibi numaralandırılmıştır ve aşağıda adlarıyla birlikte verilmiştir.

25 Referansların Açıklanması:

B. Engelleyici

UE. Kullanıcı Ekipmanı

PDP. Güç Gecikme Profili

30

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması:

XL-MIMO sistemlerinde kendi kendini onaran bir ışını etkinleştirme yöntemi aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

- 1- Sistem kurulumu: İletişim bağlantısı, N anten elemanından oluşan bir XL dizisiyle donatılmış bir baz istasyonu ile M anten elemanına sahip tekli veya çoklu anten dizisiyle donatılmış bir kullanıcı arasında kurulmaktadır. Şekil 1'de gösterildiği gibi, baz istasyonu ile kullanıcı arasında bağlantının Görüş Hattı (LoS) olduğu varsayılmaktadır. Baz istasyonundaki XL dizisi, düzgün doğrusal dizi (ULA), düzgün düzlemsel dizi (UPA) veya düzgün dairesel dizi (UCA) gibi çeşitli konfigürasyonlarda düzenlenebilmektedir. Açıklanan yöntem, mevcut literatürde bulunan her türlü anten dizisine uygulanabilmektedir. Baz istasyonu, örneğin Güç Gecikme Profili (PDP) aracılığıyla, kullanıcı tarafından iletilen alınan sinyalden zaman gecikmesini ölçebilmektedir. Ek olarak, baz istasyonu çevresel engellerden yansıyan sinyalleri yakalayabilmektedir.
- 2- Güç Gecikme Profiline (PDP) Ölçümü: Baz istasyonu, XL dizisi boyunca alınan sinyalin PDP'sini ölçmektedir. Bu ölçüm, blokaj veya engellemeyi gösterebilecek herhangi bir değişiklik veya deseni gözlemlemek için zaman içinde tekrarlanmaktadır. Baz istasyonu, sinyalin dizi boyunca zaman gecikmesini sürekli olarak izlemektedir ve bu verileri daha fazla analiz için toplamaktadır.
- 3- Kullanıcı Konum Tahmini (Mesafe): PDP verilerini analiz ederek baz istasyonu kullanıcının konumunu, örneğin XL dizisine göre mesafe ve yönü tahmin etmektedir. Baz istasyonu, XL dizisinin bir anten elemanını referans noktası olarak kullanmaktadır (örneğin anten elemanı $n = 1$) ve PDP'nin dizi boyunca nasıl davrandığını gözlemlemektedir. Kullanıcının konumuna bağlı olarak, PDP farklı özellikler gösterecektir:
- a. XL dizisinin başlangıcına yakın: PDP, Şekil 2a'da gösterilen desene benzeyecektir.
 - b. XL dizisinin sonuna yakın: PDP, Şekil 2b'de gösterilen deseni izleyecektir.
 - c. XL dizisinin ortasına yakın: PDP, Şekil 2c'deki desene uyacaktır.
- 4- Blokajın ve Konumunun Tespiti: Mevcut PDP'yi önceki ölçümlerle karşılaştırarak, baz istasyonu belirli anten elemanlarında herhangi bir ani zayıflamayı tespit edebilmektedir ve bu da bir blokajın varlığını göstermektedir. Blokajların konumu, önemli sinyal zayıflaması yaşayan anten elemanlarının analiz edilmesiyle belirlenebilmektedir. Ek olarak, engelin konumu anten dizisine yansıyan sinyallerin incelenmesiyle tahmin edilebilmektedir ve bu da blokajın kesin olarak yerleştirilmesini ve karakterize edilmesini sağlamaktadır. Blokajın başlangıç (k_s) ve bitiş (k_e) noktaları işaretlenmektedir ve blokajın boyutu, zayıflamadan etkilenen anten

elemanlarının (k) sayısıyla yaklaşılanmaktadır. Bu, Şekil 3'te görsel olarak gösterilmiştir.

5- Kendi Kendini Onaran Işın Aktivasyonu: Blokaj tespit edildikten sonra, blokajın etkisini azaltmak ve iletişim bağlantısını yeniden sağlamak için aşağıdaki adımlar atılmaktadır:

a. Blokaj Konumunu Belirleme: Blokajın konumu, XL dizisindeki etkilenen anten elemanlarına eşlenmektedir.

b. Anten Elemanlarını Yeniden Konfigüre Etme: Blokaj tarafından engellenmeyen anten elemanları aktif kalırken, blokajdan etkilenenler (derin zayıflama olanlar) bir anahtarlama ağı kullanılarak devre dışı bırakılmaktadır.

c. Gücü ve Fazları Ayarlama: Aktif anten elemanlarının gücü, devre dışı bırakılanları telafi etmek için ayarlanmaktadır. Ek olarak, her aktif elemanın fazı, ışını kullanıcının yönüne hizalamak için ayarlanmaktadır.

6- Lens Anten Alt Dizisi (LAS) ile Alternatif Uygulama: Geleneksel bir XL dizisi kullanmak yerine, yöntem bir lens anten alt dizisi (LAS) yapısı kullanılarak uygulanabilmektedir. Bu durumda, blokaj alanı, bireysel anten elemanları yerine belirli bir lens bölgesine yaklaştırılmaktadır. Bu, aktivasyon sürecini basitleştirmektedir, ancak onarılmış ışındaki azaltılmış kazanç nedeniyle kendi kendini onaran ışının performansı, geleneksel XL dizi konfigürasyonuna kıyasla biraz daha düşük olacaktır.

7- Dinamik Yönlendirme ve İzleme: Kendi kendini onaran ışın, sürekli güncellenen blokaj özelliklerine dayalı olarak dinamik olarak yönlendirilebilmektedir. PDP, blokajın ortaya çıkmasını veya kaybolmasını ve herhangi bir kullanıcı hareketini izlemek için zaman içinde izlenmektedir. Kalman filtresi gibi geleneksel izleme algoritmaları, kullanıcının hareketini ve gelişen blokaj senaryosunu izlemek için kullanılabilir. Bu, aktif anten elemanlarının ve güç ve faz ayarlarının ortam değiştiğinde dinamik olarak güncellenmesini sağlamaktadır.

Teknik Terimler:

- Küresel Dalga Cephesi: Dalga cephelerinin bir nokta kaynağından her yöne doğru genişlediği, tipik olarak yakın alan iletişim senaryolarında meydana gelen bir dalga yayılımı türü.

- Güç Gecikme Profili (PDP): Çoklu yol yayılımı ve engellerin varlığı hakkında fikir verebilen, alınan sinyalin gücünün zaman içindeki (veya gecikmedeki) gösterimi.
- Mesafe Tayini: Uçuş süresine veya sinyalin gecikmesine dayalı olarak iki varlık (bu durumda BS ve engelleyici (B)) arasındaki mesafeyi ölçme prosesi.
- 5 • Kendi Kendini Onaran Işın: Baz istasyonu tarafından üretilen ve bir blokajı uyarlanabilir bir şekilde baypas etmek ve kesintisiz iletişimi sürdürmek için tasarlanmış bir ışın.

Bu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir:

10

1. Baz istasyonundaki XL dizisindeki kullanıcı ekipmanından (UE) gelen sinyal alınmaktadır.
2. Alınan sinyalden gelen güç gecikme profili (PDP) ölçülmektedir.
3. Kullanıcı konumunu tahmin etmek için güç gecikme profili (PDP) analiz edilmektedir.
- 15 4. Blokajın yokluğunu/varlığını ve konumunu tespit etmek için mevcut güç gecikme profili (PDP) önceki ölçümlerle karşılaştırılmaktadır.
5. Blokaj tarafından engellenmeyen anten elemanları aktif kalırken, blokajdan etkilenenler (derin zayıflama olan) bir anahtarlama ağı kullanılarak devre dışı bırakılmaktadır.
- 20 6. Aktif anten elemanlarının gücü, devre dışı bırakılanları telafi etmek için ayarlanmaktadır. Ek olarak, her aktif elemanın fazı, ışını kullanıcının yönüne hizalamak için ayarlanmaktadır.
7. PDP, blokajın ortaya çıkmasını veya kaybolmasını ve herhangi bir kullanıcı hareketini izlemek için zaman içinde izlenmektedir.
- 25 8. Kendi kendini onaran ışın, sürekli güncellenen blokaj özelliklerine dayalı olarak dinamik olarak yönlendirilebilmektedir.

Mevcut teknolojinin belirli yapılandırmalarının yukarıdaki açıklamaları, örnekleme ve tasvir amacıyla sunulmuştur. Bunların kapsamlı olması veya mevcut teknolojiyi açıklanan kesin biçimlerle sınırlaması amaçlanmamıştır. Açıkça, yukarıdaki ilkeler göz önünde bulundurulduğunda birçok değişiklik ve varyasyon mümkündür. Yapılandırmalar, mevcut teknolojinin prensiplerini ve pratik uygulamalarını en iyi şekilde açıklamak için seçilmiş ve açıklanmıştır ve bu sayede teknikte uzman olan diğer kişilerin, mevcut teknolojiyi ve çeşitli yapılandırmaları, öngörülen belirli kullanıma uygun şekilde uygun değişikliklerle

kullanmaları sağlanmıştır. Çeşitli atlamaların ve eşdeğerlerin ikamelerinin, koşulların önerdiği veya uygun kıldığı şekilde öngörüldüğü anlaşılmaktadır, ancak bu tür değişikliklerin, mevcut teknolojinin istemlerinin ana fikrinden veya kapsamından ayrılmadan yazılımı veya uygulamayı kapsamaması amaçlanmaktadır.

5

Herhangi bir çelişkinin olmadığı durumlarda, mevcut tarifnamedeki yapılandırmalar ve özellikleri birleştirilebilmektedir. Yukarıdaki açıklamalar yalnızca mevcut tarifnamenin belirli uygulamalarıdır ve koruma kapsamını sınırlama amacı taşımamaktadır. Mevcut tarifnamenin teknik kapsamı içinde teknikte uzman bir kişi tarafından kolayca belirlenen herhangi bir

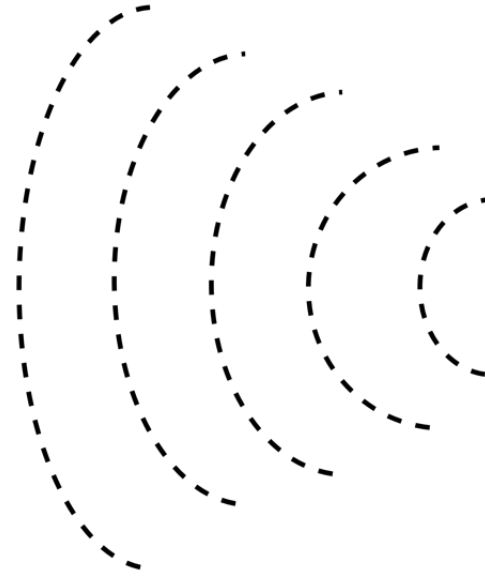
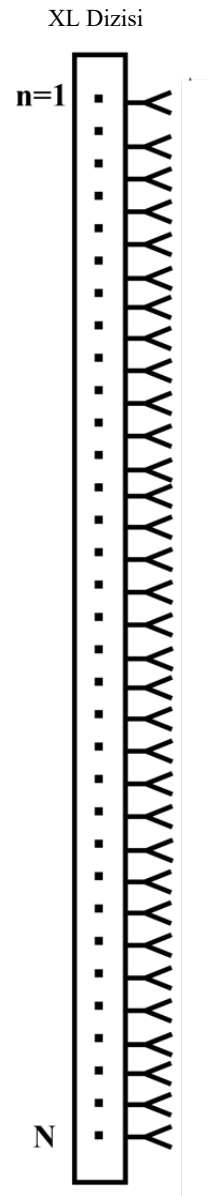
10 değişiklik veya ikame, koruma kapsamına girecektir. Bu nedenle, mevcut tarifnamenin koruma kapsamı istemler tarafından belirlenecektir.

15

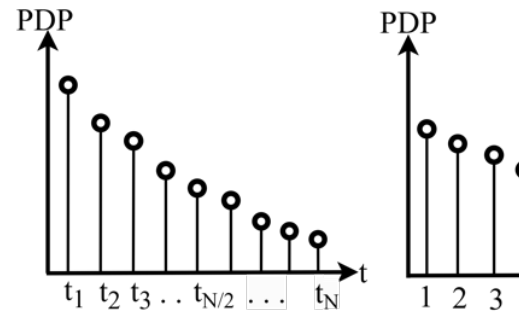
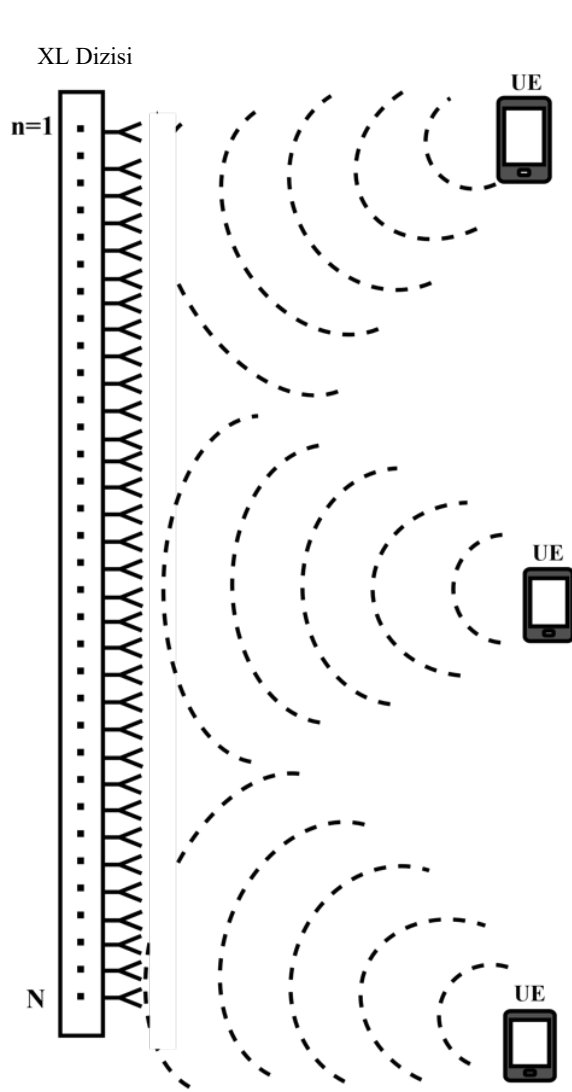
20

25

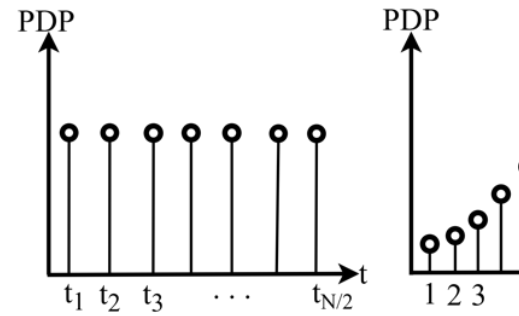
30



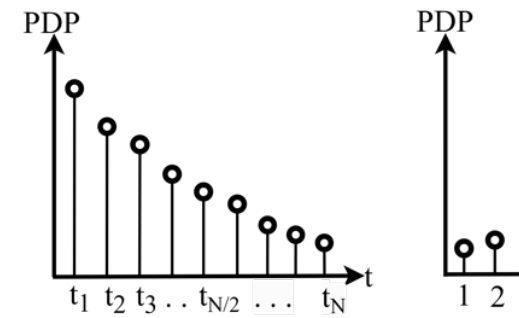
ŞEKİL 1



(a)

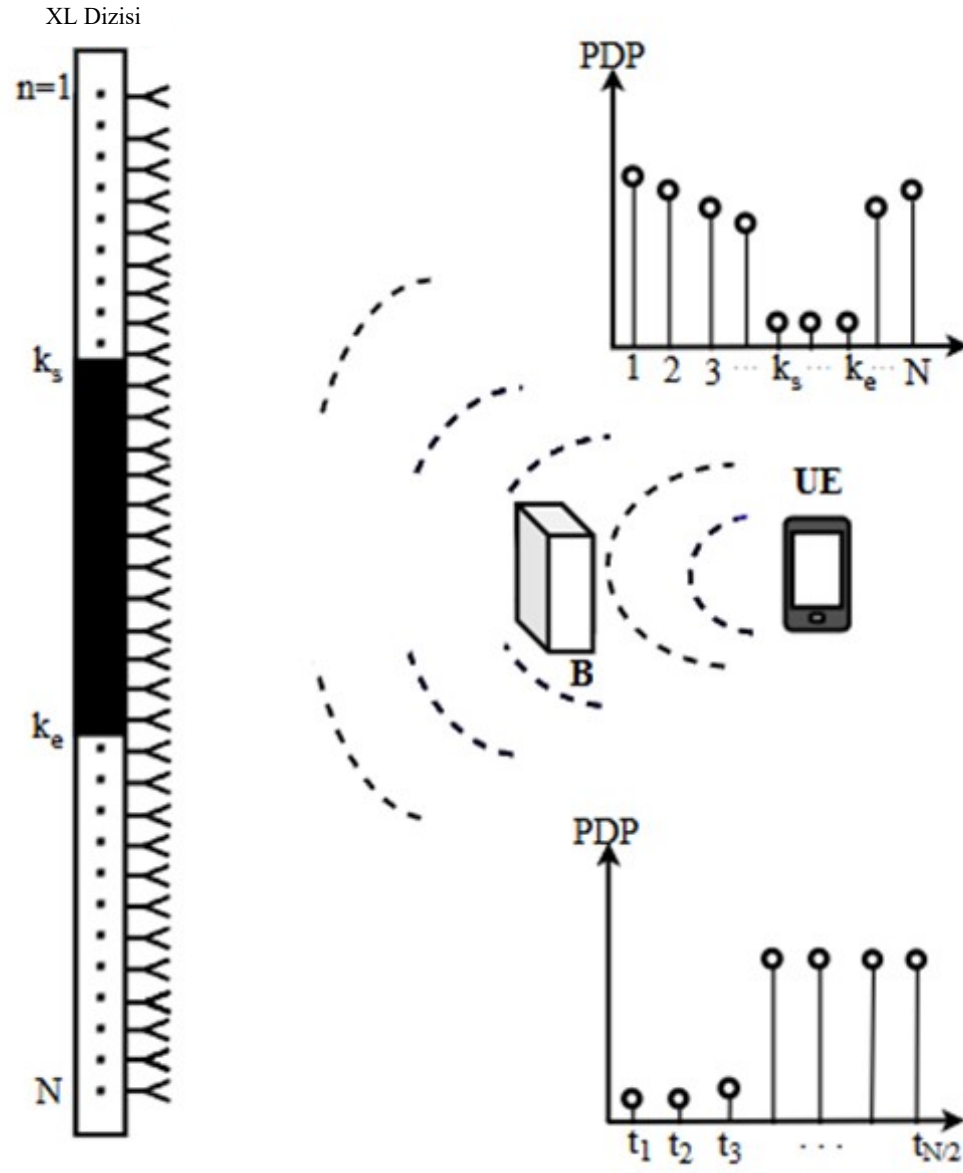


(c)



(b)

ŞEKİL 2



ŞEKİL 3