

ÖZET

XL MIMO AĞLARINDA YAYILIM TAHMİNİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM

- 5 Buluş, aşırı büyük çoklu giriş çoklu çıkış (XL-MIMO) sistemlerinde yayılım bölgelerinin sınıflandırılmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Aşırı büyük çoklu giriş çoklu çıkış sistemlerinde yakın alan ve uzak alan yayılımını sınıflandırmaya yönelik bir yöntem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

5

- a. XL anten dizisi ile donatılmış bir baz istasyonu ile en az bir kullanıcı ekipmanı (UE) arasında bir iletişim bağlantısının kurulması, burada baz istasyonu sinyal özelliklerini ölçmek üzere konfigüre edilmiştir;
- b. alınan gücün uzamsal dağılımına dayalı olarak görüş hattı (LOS) ve görüş hattı dışı (NLOS) yayılım koşullarını ayırt etmek için XL anten dizisi üzerinden alınan sinyallerin bir güç profilinin ölçülmesi;
- c. anten dizisi boyunca gecikme değişimini analiz ederek yayılım bölgelerini belirlemek için alınan sinyallerin bir gecikme profilinin ölçülmesi;
- d. anten elemanları boyunca polarizasyon davranışını değerlendirmek ve LOS ve NLOS yayılım senaryolarını ayırt etmek için bir polarizasyon profilinin ölçülmesi;
- e. UE'nin hareketliliği tespit edilirse, anten dizisi boyunca Doppler kaymalarını analiz etmek için alınan sinyallerden bir Doppler profilinin belirlenmesi; ve
- f. yayılım bölgesini yakın alan, uzak alan veya karma bir bölge olarak sınıflandırmak için güç, gecikme, faz, mesafe, polarizasyon ve Doppler profillerinden elde edilen sonuçların toplanması; burada ağırlıklar çevresel koşullara göre her bir profile uyarlanabilir şekilde atanmaktadır.

10

15

20

2. XL anten dizisinin düzgün doğrusal dizi (ULA), düzgün düzlemsel dizi (UPA) veya düzgün dairesel diziden (UCA) biri olarak konfigüre edildiği, İstem 1'e göre yöntem.

25

3. LOS koşullarının, güç profili tek bir görünürlük bölgesi (VR) içinde yoğunlaşan sürekli ve öngörülebilir bir dağılım sergilediğinde belirlendiği, İstem 1'e göre yöntem.

4. Gecikme profilinin XL anten dizisi boyunca gecikme geçişlerinin düzgünlüğüne dayalı olarak yakın alan ve uzak alan yayılımını ayırt ettiği, İstem 1'e göre yöntem.

30

5. Polarizasyonun, anten elemanları boyunca belirli polarizasyon dağılım modellerini tespit ederek yakın alan ve uzak alan yayılımını ayırt ettiği, İstem 1'e göre yöntem.

6. Doppler profilinin, dizi boyunca Doppler kaymasındaki değişimlere dayalı olarak yakın alan ve uzak alan yayılımı arasındaki geçişleri belirlemek için analiz edildiği, İstem 1'e göre yöntem.
- 5 7. Doppler profilinin $f_D = \frac{\Delta\theta}{2\pi\Delta t}$ olarak ölçüldüğü, $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ 'nin faz değişim oranı olduğu, İstem 6'ya göre yöntem.
8. Ayrıca gecikme profilini faz bilgisine dönüştürerek bir faz profili belirleme adımını içermesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
- 10 9. Ayrıca yakın alan ve uzak alan yayılımını daha ileri sınıflandırmak için gecikme profilinden bir mesafe profili hesaplama adımını içermesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
- 15 10. Ayrıca çevresel faktörlere dayalı olarak her bir profile atanan ağırlıkları dinamik olarak ayarlamak için bir yapay zekâ (AI) mekanizmasının kullanılması adımını içermesi ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.
- 20 11. Mesafe profilinin $r = tc$ ilişkisi kullanılarak hesaplandığı, c 'nin ışık hızı olduğu, İstem 1'e göre yöntem.
12. Faz profilinin $\phi = \frac{2\pi c}{\lambda} \tau$ olarak belirlendiği, τ 'nin gecikme profili ve λ 'nin dalga boyu olduğu, İstem 1'e göre yöntem.
- 25 13. İstem 1'e göre yöntem olup, ayrıca toplam ağırlığın ve profile özgü ağırlıkların yayılım bölgesini aşağıdakiler olarak sınıflandırmak için kullanıldığı bir karar verme adımını içermektedir:
- tüm profiller tutarlı bir şekilde yakın alanı gösteriyorsa yakın alan yayılımı,
 - tüm profiller tutarlı bir şekilde uzak alanı gösteriyorsa uzak alan yayılımı, veya
 - profiller arasında çelişkili sınıflandırmalar gözlemleniyorsa bir gri bölge.
- 30

14. Önceki istemlerden herhangi birine göre yöntemi yürütmeye yönelik araçlar içeren bir veri işleme sistemi.

5 **15.** Program, İstem 14'e göre bir veri işleme sistemi tarafından yürütüldüğünde, bilgisayarın İstemler 1 ila 13'e göre yöntemi gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bir bilgisayar programı.

16. İstem 15'e göre bilgisayar programının üzerinde depolandığı bir bilgisayar tarafından okunabilir veri taşıyıcısı.

10

TARİFNAME

XL MIMO AĞLARINDA YAYILIM TAHMİNİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM

5 Teknik Alan

Buluş, aşırı büyük çoklu giriş çoklu çıkış (XL-MIMO) sistemlerinde yayılım bölgelerinin sınıflandırılmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

10 Önceki Teknik

Yakın alan ve uzak alan yayılımı arasında doğru bir ayırım yapmak XL-MIMO sistemleri için kritik bir zorluktur. Bu ayırım, hüzmleme, kanal tahmini ve kaynak tahsisinin optimize edilmesi için elzemdir. Mevcut hüzmleme ve kanal tahmin yöntemleri, özellikle karışık görüş hattı (LOS) ve görüş hattı dışı (NLOS) yayılım koşullarının artan yaygınlığı ile gerçek dünya senaryolarında karşılaşılan karmaşık sinyal davranışını yakalayamayan düzlemsel veya küresel dalga cephelerinin basitleştirilmiş varsayımlarına dayanmaktadır. Bu sınırlamalar, özellikle mmDalga/THz iletişimleri ve yeniden konfigüre edilebilir akıllı yüzeyler (RIS) gibi uygulamalarda yanlış hizalanmış ışınlara, hatalı kanal modellerine, verimsiz kaynak kullanımına ve düşük sistem performansına yol açmaktadır.

Önceki teknikte, XL-MIMO sistemlerindeki yayılım tahmin yöntemleri öncelikle basit dalga cephesi modellerine (düzlemsel veya küresel) ve dinamik yayılım ortamlarına uyum sağlama esnekliğinden yoksun önceden tanımlanmış algoritmalara dayanıyordu.

Yakın alan ve uzak alan geçişi için sabit eşik yöntemleri, [1,2,3] yakın alan ve uzak alan bölgeleri arasındaki sınırı tanımlamak için Rayleigh mesafesi gibi sabit bir eşik kullanmaktadır. Bu yöntemler çevresel faktörleri, LoS/NLoS koşullarını ve çok yollu etkileri hesaba katmayarak aşırı basitleştirmeye ve yanlış sınıflandırmaya yol açmaktadır.

Uzak alan yayılımı için düzlemsel bir dalga cephesi varsayımı [4] klasik çok girişli çok çıkışlı sistemlerde (MIMO) ve erken dönem aşırı büyük çoklu giriş çoklu çıkış sistemlerinde (XL-MIMO) yaygın olarak kullanılmaktadır, bu yaklaşım dizi boyunca tek tip sinyal davranışı olduğunu varsaymaktadır. Ancak bu yaklaşım, yakın alan senaryolarında dalga cephelerinin

eğriliğini yakalayamamaktadır ve anten dizisine yakın konumdaki kullanıcılar için hüzmeleme ve kaynak tahsisinde önemli hatalara yol açmaktadır.

Yakın alan yayılımına yönelik küresel dalga cephesi modelleri [5] bazı gelişmiş XL-MIMO ve Yeniden Konfigüre Edilebilir Akıllı Yüzey (RIS) ile ilgili sistemlerde kullanılmaktadır, bu yaklaşım yakın alan kullanıcıları için tamamen küresel dalga cephesi olduğunu varsaymaktadır. Bu yaklaşım yakın alan koşulları için doğru olsa da, uzak alan bölgelerinde veya geçiş alanlarında bozulmaktadır ve karışık yayılım ortamlarında uygulanabilirliğini sınırlamaktadır.

XL-MIMO sistemlerinde yayılım sınıflandırmasına yönelik mevcut yöntemler, etkinliklerini engelleyen çeşitli sınırlamalardan etkilenmektedir. İlk olarak, doğaları gereği esnek değildirler ve görüş hattı (LoS) ile görüş hattı dışı (NLoS) yayılım arasındaki geçişler veya değişen çok yollu davranışlar gibi dinamik çevresel koşullara uyum sağlayamayan önceden tanımlanmış yaklaşımlara dayanmaktadır. İkincisi, bu yöntemler geçiş bölgelerinde (yakın alan ve uzak alan yayılımı arasındaki “gri alanlar”) kötü performans göstererek önemli yanlışlıklarla ve sistem performansının düşmesi ile sonuçlanmaktadır. Son olarak, yayılım türlerinin yanlış sınıflandırılması verimsiz kaynak kullanımına yol açarak, özellikle yoğun dağıtım senaryolarında veya yüksek mobilite ortamlarında, optimum olmayan hüzmeleme, kanal tahmini ve güç tahsisine neden olmaktadır.

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

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Bu buluşun ana amacı, yakın alan ve uzak alan yayılım koşullarını ayırt ederek XL-MIMO sistemlerinde yayılım özelliklerini doğru bir şekilde tahmin etmeye yönelik bir yöntem oluşturmak ve aynı zamanda iki rejim arasındaki sınıflandırmanın belirsizleştiği bir geçiş gri bölgesini belirlemek ve tanımlamaktır.

Buluşun bir diğer amacı, daha verimli hüzmeleme, hassas kanal tahmini, optimize edilmiş kaynak tahsisi ve etkili girişim yönetimi sağlayan bir yöntem oluşturmaktır.

Buluşun bir diğer amacı da kablosuz iletişim sistemlerinde güvenliği artıran bir yöntem oluşturmaktır. Doğru yayılım tahmini, daha iyi parazit yönetimi ve hüzme hizalaması sağlayarak hassas iletişim kanallarında gizli dinleme veya sinyal kesilmesi olasılığını azaltmaktadır.

5

Yukarıda belirtilen avantajları elde etmeye yönelik yöntem, bir XL anten dizisi ile donatılmış bir baz istasyonu ile en az bir kullanıcı ekipmanı (UE) arasında bir iletişim bağlantısı kurma adımlarını içermektedir, burada baz istasyonu şu sinyal özelliklerini ölçmek üzere konfigüre edilmiştir; alınan gücün uzamsal dağılımına dayalı olarak görüş hattı (LOS) ve görüş hattı dışı (NLOS) yayılım koşullarını ayırt etmek için XL anten dizisi üzerinden alınan sinyallerin bir güç profilinin ölçülmesi; anten dizisi boyunca gecikme değişimini analiz ederek yayılım bölgelerini tanımlamak için alınan sinyallerin bir gecikme profilinin ölçülmesi; gecikme profilinin faz bilgisine dönüştürülmesiyle bir faz profilinin belirlenmesi; yakın alan ve uzak alan yayılımını daha fazla sınıflandırmak için gecikme profilinden bir mesafe profilinin hesaplanması; anten elemanları boyunca polarizasyon davranışını değerlendirmek ve LOS ve NLOS yayılım senaryolarını ayırt etmek için bir polarizasyon profilinin ölçülmesi; UE'nin hareketliliği tespit edilirse, anten dizisi boyunca Doppler kaymalarını analiz etmek için alınan sinyallerden bir Doppler profilinin belirlenmesi; ve yayılım bölgesini yakın alan, uzak alan veya karma bir bölge olarak sınıflandırmak için güç, gecikme, faz, mesafe, polarizasyon ve Doppler profillerinden elde edilen sonuçların toplanması, burada ağırlıklar, çevresel koşullara bağlı olarak her bir profile uyarlanabilir şekilde atanmaktadır.

Böylece, güç, gecikme, faz, mesafe, polarizasyon ve Doppler profilleri olmak üzere altı farklı sinyal profilinden yararlanılarak anten dizisi boyunca sinyal yayılımının benzersiz özellikleri yakalanmaktadır.

Şekillerin Açıklaması

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

Şekil 1. Mevcut buluşun bir akış şeması.

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Buluş, aşırı büyük çoklu giriş çoklu çıkış (XL-MIMO) sistemlerinde yayılım bölgelerinin sınıflandırılmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

5

Yöntemin gerçekleştirilmesi için, çoklu anten elemanlarından oluşan bir XL dizisi ile donatılmış bir baz istasyonu ile çoklu anten elemanlarına sahip tekli veya çoklu anten dizisi ile donatılmış bir kullanıcı arasında bir iletişim bağlantısı kurulmaktadır. 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 tür anten dizisine uygulanabilmektedir. Baz istasyonu zaman gecikmesini ve alınan güç kuvvetini ölçebilmektedir. Örneğin, kullanıcı tarafından iletilen sinyalden alınan Gecikme Profili aracılığıyla. Ek olarak, baz istasyonu çevresel engellerden yansıyan sinyalleri yakalayabilmektedir.

15

Şekil 1'e atfen: sinyali aldıktan sonra, baz istasyonu sinyal profillerini analiz etmektedir.

Güç profili için, baz istasyonu XL anten dizisi üzerinden alınan sinyal gücünü ölçmektedir. Bu ölçüm, alınan sinyalin LOS'tan mı yoksa NLOS'tan mı geldiğine karar vermektedir.

20

Tüm ağırlıkların toplamı w_t 'ye eşit olacak şekilde her profile belirli bir ağırlık atanmaktadır.

Her profil ikili bir karar sağlamaktadır: karar Görüş Hattı'nı (LoS) gösteriyorsa bir ve Görüş hattı dışını (NLoS) gösteriyorsa sıfır. Karar daha sonra ilgili profilin ağırlığı ile çarpılmaktadır. Örneğin, güç profili davranışına dayanarak sinyalin LoS olduğunu belirlerse, güç profilinin ağırlığı bir ile çarpılmaktadır. Bu ağırlıklı değerler daha sonra w_t 'yi elde etmek için toplanmaktadır. Eğer LoS olma karar ağırlığı η_{los} 'u aşarsa, nihai karar LoS olarak sınıflandırılmaktadır. Tersine, toplam ağırlık η_{los} 'dan azsa, karar NLoS olarak sınıflandırılmaktadır.

30

Her profil kendi ikili kararını davranışına göre vermektedir. Örneğin, güç profili, XL dizisi içindeki bazı anten elemanlarında gücün maksimize edildiği ve diğerlerinde minimize edildiği belirli bir örüntü sergileyebilmektedir. Bu davranışa dayanarak, güç profili sinyalin LoS'ta olduğunu belirleyebilmektedir. Her bir profilin davranışı, karar verme prosesini iyileştirmek

için çeşitli algoritmalar ve yöntemler kullanılarak analiz edilebilmektedir. Ayrıca, her bir profilin ikili kararını geliştirmek için AI teknikleri kullanılabilmektedir.

Ağırlıkları atamaya yönelik bir yöntem aşağıdaki şekilde ilerleyebilmektedir:

5

- Doppler etkisi yoksa, gecikme ve polarizasyon profillerinin her birine %25 ağırlık verilirken ($w_2=w_3=0,25$) güç profiline %50 ağırlık verilmektedir ($w_1=0,5$),
- Doppler mevcutsa, güç profiline %40 ağırlık atanmaktadır ($w_1=0,4$) ve gecikme, Doppler ve polarizasyon profillerinin her biri %20 ağırlık almaktadır ($w_2=w_3=w_4=0,2$).

10

Eğer LoS olma karar ağırlığı η_{los} 'u aşarsa, nihai karar LoS olarak sınıflandırılmaktadır. Toplam ağırlık η_{los} 'dan azsa, karar NLoS olarak sınıflandırılmaktadır. Her profil için ağırlık atamalarını uyarlamaya yönelik çeşitli algoritmalar ve yöntemler kullanılabilmektedir.

15

Eşik (η_{los}) çevresel faktörlere veya XL alıcı-verici tasarımının doğruluğuna bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin, η_{los} 0,6 olarak ayarlanabilmektedir.

20

Birinci adımda LoS kararı verilmesi durumunda; her profile belirli bir ağırlık (γ) atanmaktadır. Bu ağırlık, profil deseninin eğimine göre belirlenmektedir. Eğim sıfıra eşitse, ağırlık da sıfırdır. Profil deseninin eğimi ölçülerek, profilin ağırlığı doğrudan hesaplanmakta ve ağırlık eğime eşit olmaktadır.

25

Her bir profilin davranışı ve deseni, ağırlıklandırma prosesini iyileştirmek için çeşitli algoritmalar ve yöntemler kullanılarak çalışılabilmektedir. Her bir profilin ağırlığını artırmak için AI teknikleri de kullanılabilmektedir.

30

Her profilin ağırlığı belirli bir eşik (η_{NF}) ile karşılaştırılmaktadır. Ağırlık eşiği aşarsa, o profil için karar yakın alan olarak sınıflandırılmaktadır. Aksi takdirde, karar o profil için uzak alan olarak sınıflandırılmaktadır. Eşik (η_{NF}) çevresel faktörlere veya XL alıcı-verici tasarımının doğruluğuna bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin, η_{NF} 0,6 olarak ayarlanmış olabilmektedir.

Tüm profiller yakın alan kararı verirse, nihai karar yakın alan olarak sınıflandırılmaktadır. Tüm profiller uzak alan kararı verirse, nihai karar uzak alan olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak, en az bir profilin kararı diğerlerinden farklıysa, nihai karar gri bölgeye düşmektedir.

- 5 Nihai karar verme prosesi, AI teknikleri uygulanarak daha da geliştirilebilmektedir.

Birinci adımda Görüş hattı dışı (NLoS) kararı verilmesi durumunda, her profile belirli bir ağırlık (σ) atanmaktadır. Bu ağırlık, profil deseninin çoklu eğimlerine göre belirlenmektedir. Eğim sıfıra eşitse, ağırlık da sıfırdır. Bu eğimler ölçülerek uygun ağırlıklar atanabilmektedir.

10

Her bir profilin davranışı ve modeli, ağırlıklandırma prosesini iyileştirmek için çeşitli algoritmalar ve yöntemler kullanılarak analiz edilebilmektedir. Ayrıca, her profil için ağırlıklandırmanın doğruluğunu artırmak için AI teknikleri uygulanabilmektedir.

- 15 Her profilin ağırlığı daha sonra belirli bir eşik (ηNF) ile karşılaştırılmaktadır. Ağırlık eşiği aşarsa, o profil için karar yakın alan olarak sınıflandırılmaktadır. Aksi takdirde, karar o spesifik profil için uzak alan olarak sınıflandırılmaktadır.

- 20 Eşik (ηNF) çevresel durumlara veya XL alıcı-verici tasarımının doğruluğuna bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin, ηNF 0,6 olarak ayarlanmış olabilmektedir.

Tüm profiller yakın alan kararı verirse, nihai karar yakın alan olarak sınıflandırılmaktadır. Tüm profiller uzak alan kararı verirse, nihai karar uzak alan olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak, en az bir profilin kararı diğerlerinden farklıysa, nihai karar gri bölgeye düşmektedir.

25

Bir LOS senaryosu için, dizi boyunca güç dağılımı, tek bir VR'de yoğunlaşan sürekli ve öngörülebilir bir model sergileyecektir. Bunun nedeni sinyale hakim olan güçlü doğrudan LOS yoludur. Burada profil, dizi boyunca güçte tek bir yumuşak geçişe sahiptir. Bu durumda LOS tespiti elde edilmektedir. Bu profile büyük ağırlık değeri verilmektedir.

30

Bir NLOS senaryosu için, güç profili muhtemelen birden fazla, seyrek görünürlük bölgesine (VR) bölünmüştür. Bunun nedeni, sinyalin dizinin farklı bölümlerine farklı yollardan (yansımalar, kırınımalar veya saçılmalar) ulaşması ve bazı dizi elemanlarının tıkanmalar nedeniyle kullanıcı tarafından aydınlatılamamasıdır. Bu durumda, sinyalin NLOS yakın alan

yayılımından mı yoksa uzak alan yayılımından mı geldiğini tespit edememektedir. Bu profile daha az ağırlık verilmektedir.

Güç profili için baz istasyonu, alınan sinyalin XL dizisi boyunca gecikmesini ölçmektedir.

5 Bu ölçüm LOS ve NLOS senaryolarında farklı davranışlara sahiptir.

Bir LOS senaryosunda, kullanıcı ekipmanı tek bir baskın küme olarak modellenenmektedir, bu da bir birincil bileşen (doğrudan yola karşılık gelen) ve küresel dalga cephelerinin eğriliğinden kaynaklanan daha küçük ikincil bileşenler ile karakterize edilen bir gecikme profili ile sonuçlanmaktadır. Bu durumda, bu profile güç profiline benzer şekilde yüksek ağırlık verilmektedir.

Bir NLOS senaryosunda, gecikme profili daha karmaşık hale gelmektedir ve tipik olarak birden fazla küme içermektedir. Her küme, küme seviyesindeki küresel dalga cepheleri nedeniyle ikincil bileşenlerle çevrili her küme için bir ana gecikme bileşeni ile farklı bir çok yollu bileşene (örneğin, yansımalar veya kırınım) karşılık gelmektedir. Dizi boyunca gecikme varyasyonu modeli deseni, bu varyasyonun yakın alan yayılımındaki NLOS'tan mı yoksa uzak alan yayılımından mı kaynaklandığına karar vermektedir. Yakın alan yayılımı anten dizisi üzerinde yumuşak bir gecikme geçişi sağlamaktadır. Bu durumda, yakın-alan uzak-alan kestirim kararı için gecikme profiline yüksek ağırlık verilmektedir.

Daha geniş bant genişlikleri gecikmede daha ince çözünürlük sağladığından ve dalga cephelerinin eğriliğini daha iyi yakaladığından, küresel dalga cephelerinin etkileri daha yüksek bant genişliklerinde daha belirgindir.

25

Bir faz profili, zamanı $\phi = \frac{2\pi c}{\lambda} \tau$ olarak faza dönüştürerek gecikme profilinden hesaplanabilmektedir; burada τ gecikme profili ve λ dalga boyudur. Bu profil gecikme profiline benzediğinden, gecikme profiline benzer kararlarla buraya eşit ağırlık verilmektedir.

30 Mesafe profili gecikme profilinden $r = \tau c$ olarak hesaplanabilmektedir, burada c boş uzaydaki ışık hızıdır. Bu profil gecikme profiline benzediğinden, gecikme profiline benzer kararlarla buraya eşit ağırlık verilmektedir.

Bir polarizasyon profili de ölçülmektedir, Faraday etkisi veya ortamdaki anizotropiler nedeniyle polarizasyon rotasyonu meydana gelebilmektedir, ancak bu etkiler kısa yollar veya ideal ortamlar için genellikle küçüktür. Polarize antenler kullanılarak anten dizisi üzerinde polarizasyon profili ölçülmektedir. Bu ölçüm LOS ve NLOS için farklı davranışlara sahiptir.

5

Yakın alan LOS'ta polarizasyon, birinci/referans eleman α_0 üzerindeki polarizasyon dikkate alındığında bazı periyodik davranışlar göstermektedir. Anten elemanları üzerindeki polarizasyonun $\Delta\alpha_n = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta r_n$ durumunda $\alpha_n = \alpha_0 + \Delta\alpha_n$ olduğu göz önüne alındığında, bu davranış dizi üzerinde kolayca not edilebilmektedir ve bu nedenle polarizasyon profiline kestirim kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

10

Uzak alan LOS'unda, polarizasyon açısı iletilene eşit olmaktadır ve anten elemanları üzerinde eşit olarak dağılmaktadır. Bu davranış kaydedilirse, sinyalin uzak alan bölgesinde yayıldığı varsayılmaktadır. Burada, polarizasyon profiline tahmin kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

15

NLOS'ta sinyal, birden fazla engelle (örneğin duvarlar, binalar veya diğer saçıcılar) etkileşime girdikten sonra diziye ulaşmaktadır. Her etkileşim (yansıma, kırınım veya saçılma) dalganın kutuplaşmasını değiştirebilmektedir. Sonuç olarak, farklı anten elemanlarında alınan sinyal, değişken polarizasyon durumları sergileyebilmektedir. Bu varyasyonlar şunlara bağlıdır: Saçılma yüzeylerinin doğası (örneğin, pürüzsüz, pürüzlü veya metalik) ve geliş açısı ve saçılma yollarının geometrisi. Bireysel çok yollu bileşenler kendi yolları içinde tutarlı polarizasyonu koruyabilirken, diziye gelen birleşik sinyal tipik olarak depolarizasyon (polarizasyon durumlarının bir karışımı) sergilemektedir.

25

Uzak alan NLOS'ta, dizi üzerinden alınan polarizasyon açısı, farklı yollardan alınan polarizasyonların bir karışımıdır; ancak, bu kombinasyonun etkisinin tüm anten elemanları üzerinde eşit/benzer olduğu varsayılmaktadır. Burada, polarizasyon profiline tahmin kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

30

Yakın alan NLOS'da, dizi üzerinden alınan polarizasyon açısı farklı yollardan alınan polarizasyonların bir karışımıdır ve yakın alandaki anten elemanları üzerindeki polarizasyon belirli bir dağılım ($\alpha_n = \alpha_0 + \Delta\alpha_n$) izlediğinden, polarizasyon profili yakın alan ve uzak alan

yayılımını ayırt etmek için kullanılabilir. Burada, polarizasyon profiline tahmin kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

5 Kullanıcı hareket halindeyse bir Doppler profili ölçülebilmektedir, Doppler profili, alınan sinyaldeki (θ) ardışık sembollerin fazının çıkarılmasıyla ölçülmektedir, daha sonra Doppler profili $f_D = \frac{\Delta\theta}{2\pi\Delta t}$ olarak ölçülmektedir, burada $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ faz değişim oranıdır.

10 Uzak alan yayılımında, Doppler profili hem LOS hem de NLOS'ta tüm anten elemanları üzerinde sabittir. Bu nedenle, bu profilin ölçümü anten dizisi üzerinde sabitse, yayılım uzak alan yayılımı olarak korunmaktadır. Burada, Doppler profiline yakın-alan uzak-alan kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

15 Yakın alan yayılımında, ölçüm anten dizisi üzerinde LOS veya NLOS'tan geldiğine bağlı olarak bazı doğrusal/doğrusal olmayan değişimler göstermektedir. Bu değişimlerin eğimleri ölçülebilmekte ve sinyalin yakın alandan mı, uzak alandan mı, yakın alandan uzak alana mı, yoksa uzak alandan yakın alana mı geldiğini hesaplamak için izlenebilmektedir. Burada, Doppler profiline yakın-alan uzak-alan kararı için yüksek ağırlık verilmektedir.

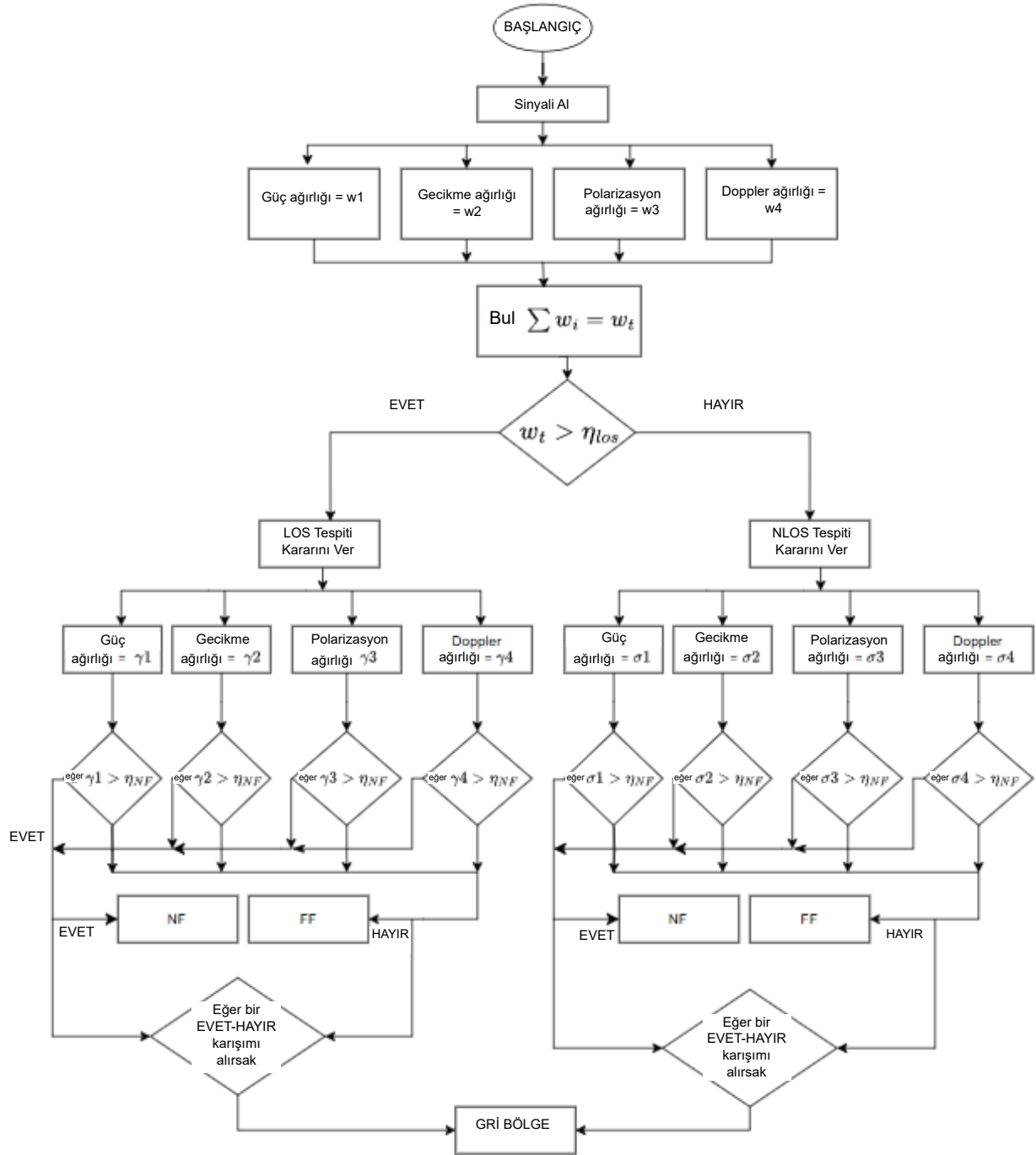
20 Sınıflandırma kararı için, yayılım bölgesini sınıflandırmak üzere tüm profillerden elde edilen sonuçlar toplanmaktadır. Sınıflandırmanın üç olası sonucu vardır. İlk olarak, tüm profiller yakın alan üzerinde hemfikir, sinyal yakın alan olarak tespit edilmektedir. İkincisi, tüm profiller uzak alan üzerinde hemfikir, sinyal uzak alan olarak tespit edilmektedir. Üçüncüsü, profillerden elde edilen sonuçlar karışıktır, (en az bir profilin sonuçları diğerlerinden farklıdır), sinyal gri alan (karışık alan) olarak tespit edilmektedir.

25

Tercih edilen bir yapılandırmada, daha iyi yayılım tespiti için her bir profilin ağırlığını değişen ortama göre uyarlamak üzere AI mekanizması ile işbirliği yapılabilir.

REFERANSLAR

- [1] G. Liu ve X. Sun, "Two-Stage Matrix Differencing Algorithm for Mixed Far-Field and Near-Field Sources Classification and Localization," in IEEE Sensors Journal, cilt 14, no. 6, ss. 1957-1965, Haziran 2014, doi: 10.1109/JSEN.2014.2307060.
- [2] A. M. Molaei, B. Zakeri ve S. M. Hosseini Andargoli, "Components Separation Algorithm for Localization and Classification of Mixed Near-Field and Far-Field Sources in Multipath Propagation," IEEE Transactions on Signal Processing, cilt. 68, ss. 404-419, 2020, doi: 10.1109/TSP.2019.2961226.
- [3] H. Yan, Y. Wang, Y. Gong, Z. Zhang ve L. Wang, "Improved Sparse Symmetric Arrays Design for Mixed Near-Field and Far-Field Source Localization," IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, cilt 59, no. 6, ss. 7486-7498, Aralık 2023, doi: 10.1109/TAES.2023.3291678.
- [4] Lu, L., Li, G.Y., Swindlehurst, A.L., Ashikhmin, A. ve Zhang, R., 2014. An overview of massive MIMO: Benefits and challenges. IEEE journal of selected topics in signal processing, 8(5), ss.742-758.
- [5] Lu, H., Zeng, Y., You, C., Han, Y., Zhang, J., Wang, Z., Dong, Z., Jin, S., Wang, C.X., Jiang, T. ve You, X., 2024. A tutorial on near-field XL-MIMO communications towards 6G. IEEE Communications Surveys & Tutorials.



ŞEKİL 1