

ÖZET

IRS DESTEKLİ KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE AÇISAL ALAN BASTIRMASINA DAYALI KANAL TAHMİNİNE YÖNELİK YÖNTEM

5

Bu buluş, açısal alanda yeni bir “açısal alan bastırma” kavramından yararlanarak IRS özellikli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahminine yönelik gelişmiş bir çerçeve sunmaktadır. Yöntem, büyük anten dizilerini stratejik olarak bölümlere ayırarak ve saçılma kümelerini sıradan ve kontrollü tipler olarak sınıflandırarak kanalın S tipi, L tipi ve M tipi kanallara verimli bir şekilde ayrıştırılmasını sağlamaktadır. IRS'de pasif hüzmleme ve baz istasyonunda aktif hüzmleme, destek setlerini kontrol etmek için sinyal yansımalarının hassas bir şekilde manipüle edilmesini sağlamaktadır. Süreç, pilot ek yükünü ve hesaplama karmaşıklığını en aza indirerek sıkıştırılmalı algılama, MMSE, LS veya makine öğrenimi tekniklerini ve metrik güdümlü tahmini içermektedir. Çerçeve, önceden tanımlanmış performans ölçütlerine ulaşıldığında sonlandırma yoluyla kaynak açısından verimli tahmin sağlamaktadır. Sistem ayrıca kanal modellemesini hibrit bir yaklaşımla optimize ederek, gelişmiş sinyal doğruluğu için sıradan saçıcıları ve IRS elemanlarını entegre etmektedir. Bu yenilik, modern IRS özellikli ağlarda iletişim güvenilirliğini ve verimliliğini artırmaya yönelik güvenilir bir çözüm sunmaktadır.

20

25

30

İSTEMLER

1. IRS destekli kablosuz haberleşme sistemlerinde açısal alan bastırmaya dayalı kanal tahminine yönelik bir yöntem olup, aşağıdakileri içermektedir;

5

- sıradan saçıcılardan (S tipi kanallar) gelen yansımaları bastırmak için IRS'de hüzmeleme gerçekleştirilmesi,
- kontrollü saçıcılardan (L tipi kanallar) gelen yansımaları bastırmak için BS'de hüzmeleme gerçekleştirilmesi, ve
- açısal alanda kısmen kontrol edilen yansımaları (M tipi kanalları) bastırmak için birleşik IRS ve BS hüzmeleme uygulanması.

10

2. İstem 1'e göre yöntem olup, burada kanalı saçılma kümelerine dayalı olarak üç tipe ayırma yöntemi aşağıdakileri içermektedir;

15

- S tipi kanal, sıradan saçıcılardan gelen yansımalar,
- L tipi kanal, IRS segmentlerinden gelen yansımalar,
- M tipi kanal, hem sıradan saçıcıları hem de IRS segmentlerini içeren yansımalar.

20

3. IRS'deki hüzmelemenin, farklı IRS segmentlerinden gelen yansımaları ayırmak için ortogonal FFT veya Hadamard vektörleri veya bu işi yapan herhangi bir dönüşüm (yani, yalnızca faz değişikliklerine ve sabit büyüklüğe dayalı ortogonal vektörlerle) kullanılarak pasif hüzmeleme ile elde edildiği, İstem 1'e göre yöntem.

25

4. İstem 1'e göre yöntem olup, burada L tipi kanal tahmini şunları içermektedir; faz bilgisini kullanarak kullanıcı konumunu belirlemek için her bir IRS segmenti için açısal alanın taranması.

30

5. İstem 1'e göre yöntem olup, ayrıca şunları içermektedir; IRS fazlarının BS'ye doğru yön hariç tüm yönlerdeki sinyalleri dağıtacak şekilde tasarlanması ve böylece S tipi kanal tahmini sırasında L tipi ve M tipi kanalların bastırılması.

6. S tipi kanal tahmininin basınç algılama, MMSE, LS veya makine öğrenimi teknikleri kullanılarak gerçekleştirildiği, İstem 5'e göre yöntem.

7. İstem 1'e göre yöntem olup, ayrıca şunları içermektedir; ek yükü azaltmak için korelasyon ve uzamsal tutarlılık bilgilerinden yararlanırken, her bir IRS segmenti için ortogonal pilot iletimini ve açısal alan yayılımını birleştirerek M tipi kanalın tahmin edilmesi.

5

8. İstem 1'e göre yöntem olup, ayrıca şunları içermektedir; kanal tahmin sürecinin önceden tanımlanmış bir performans metriği ile yönlendirilmesi, gereksiz ek yükü en aza indirmek için metrik elde edildiğinde sürecin sonlandırılması.

10 9. Ayrıca IRS ve BS'de hüzmleme yoluyla S tipi, L tipi ve M tipi kanallara yönelik açısal alan bastırma gerçekleştirmeye, L tipi, S tipi ve M tipi kanalları için üç adımlı bir prosedür kullanarak kanalları tahmin etmek ve karmaşıklığı azaltmak ve verimliliği artırmak için önceden tanımlanmış performans metriklerini kullanarak tahmin süreç optimize etmeye yönelik bir konfigürasyon içeren, İstem 1'e göre yöntem.

15

10. İstem 1'e göre yöntem olup, burada açısal alan bastırma aşağıdakileri içermektedir;

- IRS'de bir “saçılma” faz profili uygulayarak S Tipi kanalların tahmini sırasında L Tipi kanalların destek setinin (H) bastırılması,
- 20 - bilinen IRS açılarına odaklanarak ve IRS'de bir Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) sütunu kullanarak Kademe-2 hüzmleme uygulayarak L tipi kanalların tahmini sırasında S tipi kanalların destek setinin (H) bastırılması,
- IRS segmentlerinde ışınları süpürerek ve çok yollu bileşenleri tahmin etmek için sıkıştırılmalı algılama, MMSE, LS, makine öğrenmesinden yararlanarak M tipi
- 25 kanalların destek setinin (H) kısmen bastırılması.

11. İstem 1'e göre yöntem olup, ayrıca bir metrik güdümlü tahmin süreci içermektedir, burada;

- 30 - tahmin prosedürü önceden tanımlanmış bir performans metriği tarafından yönlendirilmektedir,
- bir ara tahmin adımında istenen performans metriğine ulaşırsa süreç erken sonlandırılmaktadır böylece kaynak tüketimi ve ek yük azaltılmaktadır.

12. İstem 1'e göre yöntem olup, burada büyük anten dizisinin segmentasyonu aşağıdakileri içeren faktörlere dayanmaktadır;

- IRS ve dağıtıcılar arasındaki mesafe,
- anten elemanları arasındaki boşluk,
- iletişim sisteminin çalışma frekansı.

13. İstem 1'e göre yöntem olup, burada saçıcıların sınıflandırılması aşağıdakileri içermektedir;

- sıradan kümelerin kontrolsüz yansımaları neden olan rastgele nesneler olarak tanımlanması,
- kontrollü kümelerin pasif hüzmleme yoluyla yansımaları kontrol etmek için manipüle edilen IRS segmentleri olarak tanımlanması.

14. Kanal ayrıştırmasının, S tipi, L tipi ve M tipi kanalları ayrı ayrı ele alarak kanalın verimli bir şekilde modellenmesini ve tahmin edilmesini sağlamak için gerçekleştirildiği, İstem 1'e göre yöntem.

15. S tipi ve M tipi kanalların sıkıştırılmalı algılama, MMSE, LS, makine öğrenmesi tahmininin, pilot ek yükünü ve tahmin karmaşıklığını azaltmak için çok yollu bileşenler arasındaki korelasyondan yararlandığı, İstem 10'a göre yöntem.

16. IRS destekli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahminine yönelik bir sistem olup, aşağıdakileri içermektedir;

- bağımsız olarak kontrol edilen daha küçük bölümlere ayrılan bir büyük anten dizisine sahip bir IRS,
- aktif hüzmleme özelliklerine sahip bir baz istasyonu,
- saçıcıları sıradan ve kontrollü kümeler halinde sınıflandırmak, kanalı S tipi, L tipi ve M tipi kanallara ayırmak, sinyal yansımalarını manipüle etmek için IRS'de açılabilir alan bastırma ve pasif hüzmleme uygulamak ve istenen performans metriğine ulaşıldığında süreci sonlandırarak kaynak kullanımını optimize etmek için metrik güdümlü tahmin gerçekleştirmek üzere konfigüre edilen bir kontrolör.

17. IRS segmentlerinin, S tipi kanal tahmini sırasında L tipi kanal katkılarını bastırmak için bir “saçılma” faz profili oluşturmak üzere kontrol edildiği, İstem 16'ya göre sistem.

18. Baz istasyonunun L tipi kanallarla ilişkili çok yollu bileşenleri ayırmak için FFT sütunlarıyla Kademe-2 hüzmeleme uyguladığı, İstem 16'ya göre sistem.

10

15

20

25

30

TARİFNAME

IRS DESTEKLİ KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE AÇISAL ALAN BASTIRMASINA DAYALI KANAL TAHMİNİNE YÖNELİK YÖNTEM

5

Teknik Alan:

Bu buluşta, Akıllı Yansıtıcı Yüzey (IRS) özellikli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahminine yönelik, açıs al an bastırmadan yararlan an yeni bir yöntem sunulmuştur.

10

Tekniğin Bilinen Durumu:

Kanal tahminindeki önemli ek yük, IRS özellikli kablosuz iletişim sistemlerinde, özellikle de IRS çok sayıda anten elemanı iç erdiğinde büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Bu ek yük, verici, IRS ve alıcıdaki her bir anten elemanı arasındaki karmaşık kanal kazançlarını tahmin etme ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Sorun, elemanlarının farklı bölümlerinin farklı saçılma kümelerine maruz kaldığı IRS yüzeyi üzerinde durağan olmama ihtimali ile daha da karmaşıklaşmaktadır.

20

IRS özellikli sistemlerde kanal tahmini ek yükü sorunu, öncelikle kanalın açıs al andaki seyrekliğinden yararlanılarak ve sıkıştırılmış algılama (CS) teknikleri kullanılarak ele alınmıştır. Bu yöntemler, kanalın her biri varış açısı (AoA), kalkış açısı (AoD) ve yol kazancı ile karakterize edilen az sayıda yolla temsil edilebileceği gerçeğinden faydalanmaktadır. CS teknikleri, kanal tahmin problemini seyrek kurtarma problemi olarak formüle ederek, doğru kanal tahmini için gereken pilot sinyal sayısını önemli ölçüde azaltabilmektedir. Bununla birlikte, mevcut CS tabanlı yöntemler genellikle IRS'nin verici ve alıcıdan uzakta bulunduğ u uzak alan çalışmasını varsaymaktadır. Bu varsayım kanal modelini basitleştirmektedir ancak özellikle büyük IRS dağıtımları için pratikte geçerli olmayabilmektedir. Ayrıca, IRS'nin farklı bölümlerinin farklı saçılma ortamları yaşayabileceği IRS yüzeyi üzerindeki durağan olmama sorununu tam olarak ele almamaktadırlar. Bu durum, uygun şekilde hesaba katılmazsa hatalı kanal tahminine yol açabilmektedir.

30

Sıkıştırılmalı algılamaya dayanmadan kanal tahmin verimliliğini artırmayı amaçlayan başka yaklaşımlar da mevcuttu. Bunlar şunları iç ermektedir:

- Ayrık faz kaydırma ve aşamalı iyileştirme: Bu teknik, IRS faz kaymalarının kanal tahmin doğruluğunu iyileştirmek için kademeli bir şekilde ayarlandığı aşamalı bir iyileştirme yaklaşımı kullanmaktadır.

5 - Derin gürültü giderme yapay ağı destekli sıkıştırılmalı kanal tahmini: Bu yöntem, tahmin sürecinin doğruluğunu ve verimliliğini artırmayı amaçlayan CS tabanlı kanal tahminine yardımcı olmak için bir derin gürültü giderme yapay ağı kullanmaktadır.

10 - Büyük akıllı meta yüzey destekli masif MIMO için kademeli kanal tahmini: Bu yaklaşım, büyük IRS destekli masif MIMO sistemleri için kademeli bir kanal tahmin şeması önermekte ve tahmin sorununu daha küçük, daha yönetilebilir alt sorunları ayırmaktadır.

Bu gelişmelere rağmen, mevcut çözümler genellikle BS-IRS (F), IRS-UE (G) ve BS-UE (H) kanallarını ayrı ayrı ele almaktadır. Bu durum, özellikle çok sayıda anten elemanı ile çalışıldığında ek yükün ve karmaşıklığın artmasına neden olabilmektedir.

Önceki belgelerde IRS özellikli sistemlerde kanal tahmini için kanal seyrekliğinden faydalanmaya ve sıkıştırılmalı algılama (CS) yöntemlerini kullanmaya odaklanan çözümler önerilmiştir. Bununla birlikte, bu yöntemler genellikle uzak alan çalışmasını varsaymakta ve IRS yüzeyi üzerindeki durağan olmama sorununu tam olarak ele almamaktadır, bu da önemli bir ek yüke neden olabilmektedir.

Önceki dokümanlarda önerilen bazı spesifik çözümler şunlardır:

- Kanal tahmin doğruluğunu iyileştirmek için IRS faz kaymalarını aşamalı olarak ayarlayan ayrık faz kaydırma ve aşamalı iyileştirme.
- Doğruluğu ve verimliliği artırmak için bir yapay ağı kullanan derin gürültü giderme yapay ağı destekli sıkıştırılmalı kanal tahmini.
- Tahmin sorununu daha küçük alt problemlere ayıran büyük akıllı meta yüzey destekli masif MIMO ya yönelik kademeli kanal tahmini.

IRS destekli sistemlerde kanal tahminine yönelik mevcut çözümler çeşitli dezavantajlar taşımaktadır. Birçok yöntem, doğru tahmin için çok sayıda pilot sinyale ihtiyaç duymakta, bu da yüksek eğitim yüküyle sonuçlanmaktadır ki bu da özellikle büyük IRS dağıtımları için

sorun teşkil etmektedir. Ayrıca, birçok teknikte uzak alan varsayımına dayanılması, bu varsayım pratik senaryolarda geçerli olmayabileceğinden yanlışlıklara yol açabilmektedir. Bir diğer önemli zorluk, farklı segmentlerin farklı saçılma ortamlarına maruz kaldığı IRS yüzeyi üzerindeki kanalın durağan olmamasıdır. Mevcut yöntemler genellikle bu sorunu yeterince ele almakta başarısız olmaktadır. Ayrıca, BS-IRS, IRS-UE ve BS-UE kanallarının ayrı ayrı ele alınmasına yönelik yaygın uygulama hem karmaşıklığı hem de ek yükü artırmaktadır. Son olarak, bazı CS tabanlı yöntemler büyük sözlüklerin veya karmaşık optimizasyon algoritmalarının kullanımı nedeniyle yüksek hesaplama karmaşıklığı nedeniyle sorun yaşarken, geometrik tabanlı yöntemler model uyumsuzluklarına karşı hassas olabilmektedir. Bu sınırlamalar, IRS özellikli sistemlerde kanal tahminine yönelik daha verimli ve sağlam bir yaklaşıma duyulan ihtiyacın altını çizmektedir; bu ihtiyaç, bu buluşun doğrudan ele aldığı bir ihtiyaçtır.

Bu buluş, IRS'yi ayrı bir varlık yerine kanalın ayrılmaz bir parçası olarak ele alarak farklı bir yaklaşım benimsemektedir. Bu, tüm kanalın bütünsel olarak modellenmesine ve kanalın destek setini açısal alanda manipüle etmek için IRS'nin özelliklerinden yararlanılmasına olanak sağlamaktadır. Sonuç, yakın alan etkileri ve durağan olmama durumlarında bile daha verimli ve doğru bir kanal tahmin sürecidir.

Buluşun Açıklaması:

Bu buluş, IRS özellikli sistemlerde mevcut kanal tahmin yöntemlerine göre çeşitli avantajlar sunmaktadır:

Azaltılmış Ek Yük: Önerilen yöntem, IRS'yi kanalın bir parçası olarak değerlendirerek ve açısal alan bastırmadan yararlanarak, doğru kanal tahmini için gereken eğitim yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır.

Geliştirilmiş Sağlamlık: Yöntem, yakın alan etkilerine ve saçılma ortamlarındaki değişikliklere karşı dayanıklıdır, bu da onu pratik dağıtım senaryoları için uygun hale getirmektedir.

Daha Düşük Karmaşıklık: Önerilen yöntem, kanalı saçılma kümelerine göre ayrıştırarak ve IRS'nin özelliklerinden yararlanarak, mevcut bazı CS tabanlı yöntemlere kıyasla daha düşük hesaplama karmaşıklığı elde edebilmektedir.

- 5 Uyarlanabilirlik: Yöntem, farklı IRS dağıtımlarına ve kanal koşullarına uyarlanabilir, bu da onu çeşitli uygulamalar için çok yönlü hale getirmektedir

Özet olarak bu buluş, IRS özellikli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahmini için daha verimli ve sağlam bir çözüm sunmakta, önceki tekniğin sınırlamalarının üstesinden gelmekte
10 ve çeşitli dağıtım senaryolarında gelişmiş performans sağlamaktadır.

Bu buluş, özellikle Akıllı Yansıtıcı Yüzeylerin varlığında kanal tahmin sürecini geliştiren kablosuz iletişim sistemleriyle ilgilidir. IRS teknolojisi, sinyal yansımalarını manipüle etme kabiliyeti nedeniyle kanal tahminine benzersiz zorluklar getirmektedir. Bu buluş, kanalın
15 açışal alanı içinde “açışal alan bastırma” kavramından yararlanan yeni bir yöntem sunarak bu zorlukları ele almaktadır. Bu teknik, belirli sinyal yollarını seçici olarak bastırmak veya geliştirmek için IRS elemanlarını stratejik olarak kontrol ederek daha verimli kanal tahmini sağlamaktadır. Bu, kanal tahmini için gereken ek yükte önemli bir azalmaya yol açarak süreci daha hızlı ve daha az kaynağa ihtiyaç duyar hale getirmektedir.

20 Buluş, özellikle verimli kanal tahmininin çok önemli olduğu devasa MIMO sistemleri ve IoT ağları için faydalıdır. Bu buluş, daha hassas ve verimli kanal tahmini sağlayarak kablosuz iletişim teknolojisinin ilerlemesine katkıda bulunmakta ve daha hızlı, daha güvenilir ve daha verimli ağların önünü açmaktadır.

25 Bu buluşun amacı, IRS özellikli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahmini için yeni ve verimli bir yöntem sağlamaktır. IRS'yi kanalın ayrılmaz bir parçası olarak ele alarak ve kanalın destek setini açışal alanda manipüle etmek için benzersiz özelliklerinden yararlanarak mevcut yöntemlerin sınırlamalarının üstesinden gelmeyi amaçlamaktadır. Bu, daha az eğitim
30 yükü, gelişmiş sağlamlık, daha düşük karmaşıklık ve farklı IRS dağıtımlarına ve kanal koşullarına uyarlanabilirlik gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır.

Buluş aynı zamanda kanal tahminine bir metrik güdümlü yaklaşım sunmaktadır; burada istenen performans metriğine ulaşıldığında süreç sonlandırılmaktadır ve ek yük daha da

azaltılmaktadır. Bu yenilikçi yaklaşım, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamakta ve özellikle büyük IRS dağıtımları, devasa MIMO sistemleri ve IoT ağları gibi senaryolarda kablosuz iletişim sistemlerinin performansını artırmaktadır.

- 5 Bu buluş, Akıllı Yansıtıcı Yüzey (IRS) özellikli kablosuz iletişim sistemlerine yönelik kanal tahminindeki kritik teknik zorlukları ele almaktadır. Özellikle, büyük IRS dağıtımları ve karmaşık saçılma ortamlarını içeren senaryolarda, yüksek ek yük ile mücadele eden geleneksel yöntemlerin sınırlamalarını ele almaktadır.

- 10 Buluş aşağıdaki çözümleri sunmaktadır:

Entegre Kanal Bileşeni Olarak IRS: IRS'nin ayrı bir varlık yerine kanalın bir içsel parçası olarak ele alınmasını önermektedir. Bu, sinyal yansımalarını stratejik olarak manipüle etmek için IRS'nin özelliklerinden yararlanan bütünsel bir kanal modeline olanak sağlamaktadır.

15

Açısal Alan Bastırma: Kanalın açısal alandaki destek setini kontrol etmek için “açısal alan bastırma” adı verilen yeni bir teknik sunmaktadır. Yöntem, belirli sinyal yollarını seçici olarak bastırarak veya geliştirerek ek yükü azaltmaktadır ve tahmin doğruluğunu artırmaktadır. Buluşun yönteminde, açısal alan bastırma, her bir kanal tipiyle (S tipi, L tipi, M tipi) ilişkili üç farklı açısal alanda kullanılmaktadır.

20

Metrik Güdümlü Tahmin: Tahmin sürecinin belirli bir performans metriği tarafından yönlendirildiği benzersiz bir metrik güdümlü yaklaşım önermektedir. Bu, istenen metriğe ulaşılması halinde tahmin sürecinin erken sonlandırılmasına olanak sağlayarak ek yükü daha da azaltmaktadır.

25

Buluşu konu yöntemin yapısal ve karakteristik özellikleri ile tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıfta bulunularak yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net anlaşılacağından değerlendirme bu şekilleri ve detaylı açıklamayı dikkate alınarak yapılmalıdır.

30

Şekillerin Açıklaması:

Buluşun özelliklerinin daha net anlaşılması ve değerlendirilebilmesi için buluş, ekteki şekillere atıfta bulunularak açıklanacaktır, ancak bunun amacı buluşu bu belirli düzenlemelerle sınırlandırmak değildir. Aksine, ekteki istemler tarafından tanımlanan buluş alanına dâhil edilebilecek tüm alternatifleri, değişiklikleri ve eşdeğerlikleri kapsaması amaçlanmaktadır. Gösterilen detayların sadece mevcut buluşun tercih edilen yapılandırmalarını tanımlamak amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesi hem de buluşun kurallarının ve kavramsal özelliklerinin en uygun ve kolay anlaşılabilir şekilde tanımlanmasını sağlamak amacıyla sunulduğu anlaşılmalıdır. Bu şekiller aşağıdaki gibidir;

Şekil-1 Kanal ayrıştırma ve kanal tiplerinin bir görünümü,

Şekil-2 Farklı kanal tipleri için destek setlerinin bir görünümü. Her bir alt kanalın açısız etki alanının bir örneğini göstermektedir. Kareler aktif açılardır, yani bu açılar üzerinde güçlü bir sinyal alınmaktadır. Bu sadece açıklayıcı bir örnektir. S tipi açısız alandaki açılar baz istasyonunda hüzmeleme yoluyla bastırılabilir veya seçilebilir. Aynı şey L tipi alt kanal için de geçerlidir, ancak bu alt kanalda da IRS'de hüzmeleme yoluyla bu aktif açılar ve kazançları kontrol edilebilir.

Şekil-3 Tahmin esnasında destek setinin manipölasyonuna bir bakış. Şekil 3 için, tahmin sürecindeki adımlar gösterilmiştir. İlk alt şekilde, IRS'deki hüzmelemenin L tipi alt kanalın tamamını kapatmış gibi tüm açılar nasıl öldürebileceği gösterilmektedir. İkinci alt şekilde ise baz istasyonundaki hüzmeleme sayesinde L tipi hariç tüm kanal tiplerinin nasıl bastırıldığı gösterilmektedir.

Mevcut buluşun anlaşılmasına yardımcı olacak şekiller ekteki resimde gösterildiği gibi numaralandırılmış ve aşağıda isimleriyle birlikte verilmiştir.

Referansların Açıklaması:

1. Kontrollü Saçılma Kümesi
2. Sıradan Saçılma Kümesi
3. Heterojen Yansıma (Farklı Dağıtıcılar)
4. Kontrollü Güç Kazancı (Sözde LoS Bağlantısı)

5. Rastgele veya Deterministik Güç Kazancı (LoS Olmayan Bağlantı)
6. Örtüşme
- T₁. M tipi ($H^{M,n,e}$)
- T₂. L tipi ($H^{L,n,e}$)
- 5 T₃. M tipi ($H^{S,n,e}$)
- L_X. Akıllı Yansıtıcı Yüzey (IRS)
- T_X. Yer-Uydu Bağı Pilot İletiminde Kullanıcı Olan Verici
- R_X. Yer-Uydu Bağı Pilot İletiminde Baz İstasyonu Olan Alıcı
- H. Destek Seti
- 10 H^S. Sıradan Destek Seti
- H. ^L. Odaklanmış IRS Destek Seti
- H^M. Karışık Destek Seti

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması:

15

Bu buluş, IRS destekli kablosuz iletişim sistemlerinde kanal tahminine yönelik yeni bir çerçeve sunmaktadır. Yöntem, sinyal yansımalarını kontrol etmek için IRS elemanlarını stratejik olarak manipüle ederek kanalın verimli ve doğru bir şekilde tahmin edilmesini sağlayan açısız alanda yenilikçi “açısız alan bastırma” kavramına dayanmaktadır.

20

Temel Bileşenler ve Adımlar:

1. Büyük Anten Dizilerinin Bölümlere Ayrılması: IRS'deki büyük anten dizisi, analiz ve modellemeyi basitleştirmek için daha küçük parçalara ayrılmıştır. Her bir segment, kendi çok yönlü bileşenine (MPC) yol açan bağımsız bir radyasyon kaynağı olarak ele alınmaktadır. Segment sayısı, saçıcıya olan mesafe, anten içindeki eleman aralığı ve çalışma frekansı gibi faktörlere bağlıdır.
- 25 2. Saçılma Kümelerinin Sınıflandırılması: Ortamdaki saçıcılar iki tip olarak sınıflandırılmaktadır: Sıradan Kümeler: Kontrolsüz yansımalarla neden olan rastgele nesneler. Kontrollü Kümeler: Kontrollü saçıcılar olarak hareket eden segmentlere sahip akıllı yansıtıcı yüzeyler (IRS'ler).
- 30 3. Kanal Ayrıştırma: İlgili saçılma kümelerinin tiplerine bağlı olarak kanal üç tipe ayrıştırılmaktadır: S Tipi: Yansımalar sadece sıradan saçıcılardan (kontrollsüz) meydana gelmektedir; L Tipi: Yansımalar sadece IRS segmentlerinden (kontrollü)

meydana gelmektedir; ve M Tipi: Yansımalar hem sıradan saçıcıları hem de IRS segmentlerini (kısmen kontrollü) içermektedir.

4. Kanal Tahminine Yönelik Açısal Alan Bastırma: Her bir kanal tipi açısal alanda genel kanal destek setini (H) belirlemesi beklenen destek setlerine (H) sahiptir. L Tipi kanalların destek seti (H) IRS'de pasif hüzmeye ile ve kısmen de M Tipi kanalların IRS tarafından kontrol edilebilmektedir. Hüzmeye ve Bastırma: Hem IRS hem de BS'de hüzmeye, L tipi kanalın açısal alanının (IRS yansımaları) bastırılmasını sağlamaktadır. BS'de hüzmeye tek başına S Tipi kanalın açısal alanını (sıradan saçıcı yansımaları) bastırabilmektedir. Birleşik BS ve IRS hüzmeye, M Tipi kanalın bastırılmasını sağlamaktadır.

5. Kanal Tahmin Prosedürü: Buluş, bir üç aşamalı kanal tahmin prosedürü önermektedir:

5. 1. L Tipi Kanal Tahmini:

LoS Algılama: BS, S Tipi ve M Tipi kanalları bastırmak için IRS'ye doğru ışınları odaklamaktadır böylece IRS ile UE arasındaki LoS bağlantısının algılanmasını sağlamaktadır. Her IRS segmenti, kullanıcı açısını ve bağlantı durumunu (LoS veya LoS olmayan) belirlemek için açısal alanı taramaktadır.

Pilot İletim ve Kademe-2 Hüzmeye: UE pilot sinyalleri iletmektedir. Her IRS segmenti IRS-UE tarafında belirli bir açıya odaklanmaktadır ve sinyali BS'ye doğru yansıtmaktadır. IRS'de Kademe-2 hüzmeye (örneğin, ortogonal FFT veya Hadamard vektörleri kullanarak) farklı segmentlerden gelen yansımaları ayırmaktadır.

Sinyal İşleme: BS, güç ve fazı ölçerek bireysel segment sinyallerini çıkarmak için ters işlem (örn. ters FFT) gerçekleştirmektedir.

Açısal Alan Yayılımı: Bu süreç her bir segmentin açısal alanındaki farklı açılar için tekrarlanmaktadır. Ek yükü azaltmak için mevcut bilgilerden (örneğin LoS korelasyonu, önceki LoS bilgisi) yararlanınız.

Kullanıcı Konumlandırma: Kullanıcının konumunu tahmin etmek için toplanan aşama bilgilerini kullanınız.

5.2. S Tipi Kanal Tahmini:

IRS Faz Tasarımı: IRS fazlarını, sinyalleri BS'ye doğru hariç tüm yönlere dağıtacak şekilde tasarlayınız ve L Tipi ve M Tipi kanallarını etkili bir şekilde bastırınız.

Tahmin Tekniği: S Tipi kanalını açısal alanında tahmin etmek için uygun herhangi bir tahmin tekniğini (örneğin, sıkıştırımlı algılama, MMSE, LS, makine öğrenimi) uygulayınız.

5.3. M Tipi Kanal Tahmini:

BS Hüzmeleme: Diğer kanal katkılarını bastırmak için BS ışınlarını L Tipi tahmin sürecine benzer şekilde IRS'ye odaklayınız.

Açısal Alanı Kapsayan ve Ortogonal Pilot İletim: Her IRS segmenti açısal alanı kapsamaktadır. Her açı için, segmentleri ayırt etmek için ortogonal tabanlı pilot iletim yaklaşımını (L Tipi tahmininde olduğu gibi) kullanınız.

Mevcut Bilgilerden Yararlanma: Tahmin ek yükünü azaltmak için segmentler arasındaki korelasyon, uzamsal tutarlılık veya ortamla ilgili önceki bilgiler gibi mevcut tüm bilgilerden yararlanınız.

Tahmin Tekniği: M Tipi kanalını her bir segmentte tahmin etmek için uygun herhangi bir tahmin tekniğini (örneğin, sıkıştırımlı algılama, MMSE, LS, makine öğrenimi) uygulayınız.

6. Metrik GÜdümlü Tahmin: Tahmin prosedürü önceden tanımlanmış bir performans metriği tarafından yönlendirilmektedir. İstenen metrik daha önceki bir adımda elde edilirse, süreç sonlandırılabilir ve diğer adımlardan kaynaklanan gereksiz ek yüklerden kaçınılabilmektedir.

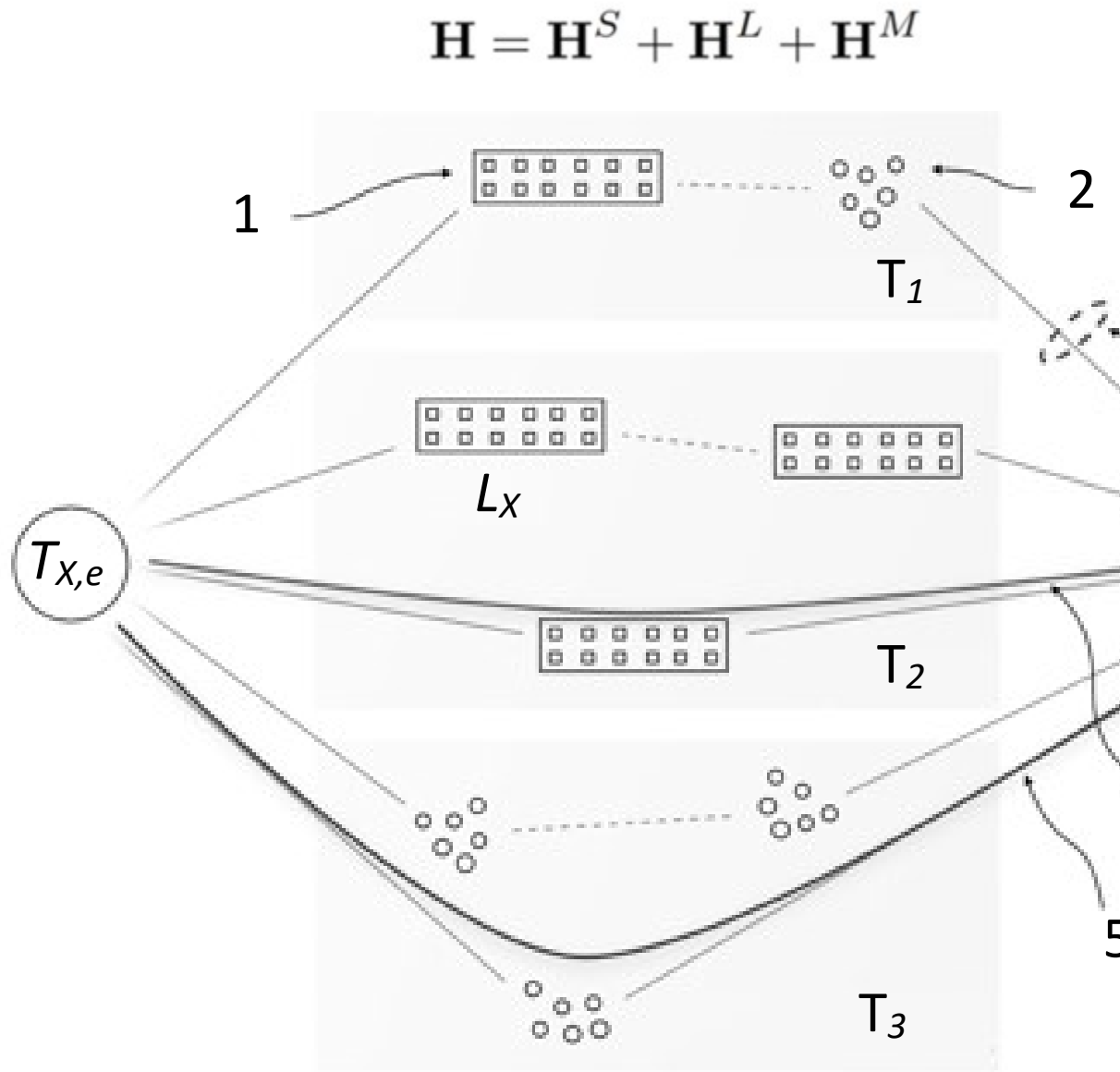
Benzersiz Öğeler:

- Buluş, IRS'yi kontrol edilebilir bir saçılma kümesi olarak benzersiz bir şekilde tanımlayarak sinyal yansımalarının manipüle edilmesini sağlamaktadır.
- Çok yönlü bileşenlerin seyahat yollarına dayalı olarak kanalı ayrıştıran ve bunları S Tipi, L Tipi ve M Tipi kanalları olarak sınıflandıran yeni bir kanal modeli sunmaktadır.
- “Açısal alan bastırma” kavramı, kanalın destek setinin (H) açısal alanda stratejik olarak manipüle edilmesine olanak tanıyarak verimli ve doğru kanal tahminine yol açmaktadır.
- Tahmine yönelik metrik odaklı yaklaşım, istenen performans metriğine ulaşıldığında süreci sonlandırarak kaynak kullanımını optimize etmektedir.

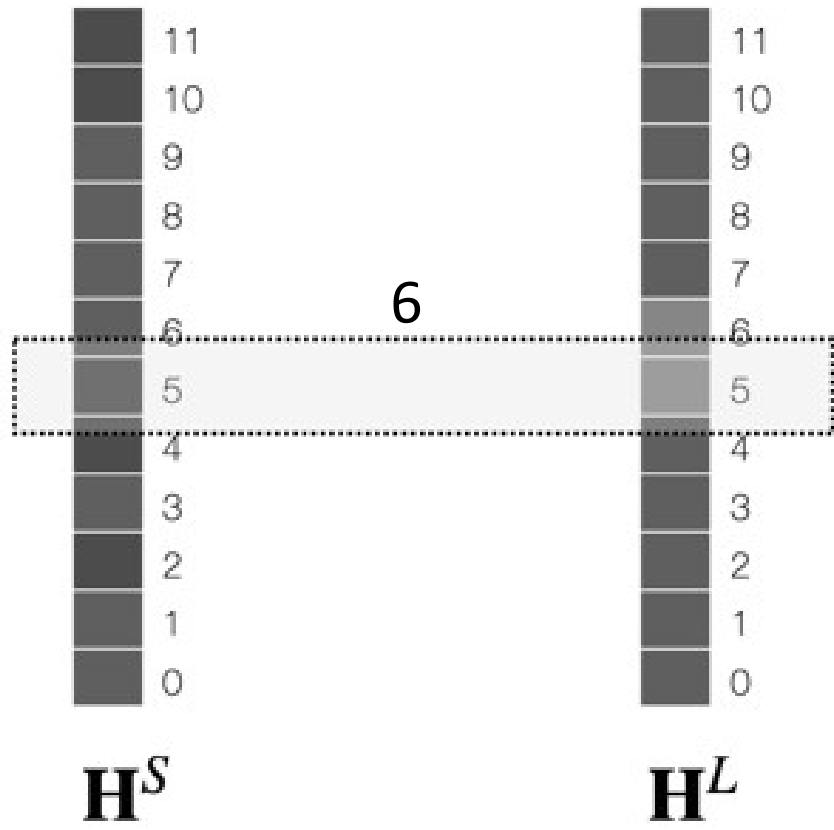
Mevcut teknolojinin spesifik yapılandırmalarına ilişkin yukarıdaki açıklamalar örnekleme ve açıklama amacıyla sunulmuştur. Bunların kapsamlı olması veya mevcut teknolojiyi açıklanan kesin formlarla sınırlandırması amaçlanmamıştır. Açıkçası, yukarıdaki öğretiler göz önüne alındığında birçok modifikasyon ve varyasyon mümkündür. Bu yapılandırmalar, mevcut teknolojinin prensiplerini ve pratik uygulamalarını en iyi şekilde açıklamak için seçilmiştir ve tanımlanmıştır; böylece teknikte uzman olan diğer kişilerin mevcut teknolojiyi ve çeşitli

yapılandırmalarını, öngörülen özel kullanıma uygun olarak uygun değişikliklerle kullanabilmeleri sağlanmıştır. Koşulların önerebileceği veya uygun hale getirebileceği çeşitli eksikliklerin ve eşdeğerlerin değiştirilmesinin öngörüldüğü anlaşılmaktadır ama bu tür değişiklikler, mevcut teknolojinin taleplerinin ruhundan veya kapsamından ayrılmadan yazılımı veya uygulamayı kapsamayı amaçlamaktadır.

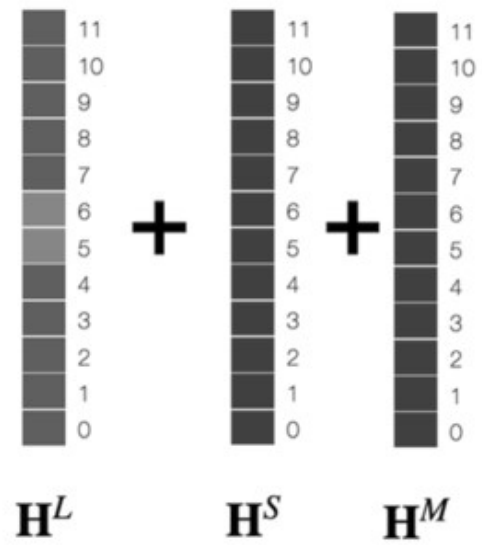
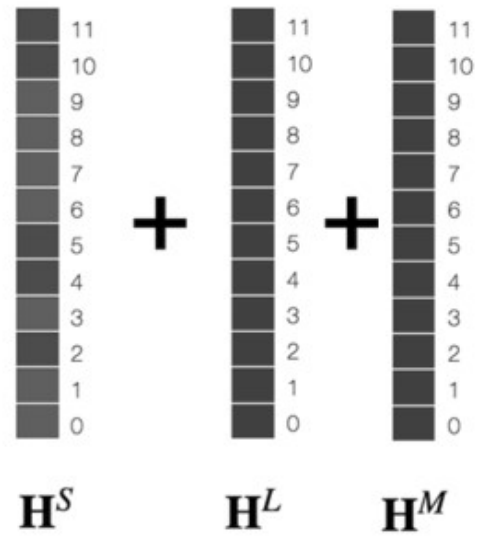
Herhangi bir çelişkinin söz konusu olmadığı durumlarda, mevcut açıklamadaki yapılandırmalar ve bunların özellikleri birleştirilebilmektedir. Yukarıdaki açıklamalar sadece mevcut açıklamanın spesifik uygulamalarıdır ve koruma kapsamını sınırlama amacı taşımamaktadır. Mevcut açıklamanın teknik kapsamı dâhilinde bir teknikte uzman kişi tarafından kolayca belirlenen herhangi bir varyasyon veya değişiklik, koruma kapsamına girmektedir. Bu nedenle, mevcut tarifnamenin koruma kapsamı istemler tarafından belirlenecektir.



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2



ŞEKİL 3