

ÖZET

XL-MIMO SİSTEMLERİNDE DÜŞÜK GÜÇLÜ CİHAZLAR İÇİN HİBRİT TABANLI GÖRÜNÜRLÜK BÖLGESİ TANIMLAMA YÖNTEMİ

5

Buluş, son derece büyük ölçekli çoklu giriş çoklu çıkış (XL-MIMO) sistemlerinde Ortam IoT cihazları için yeni bir görünürlük bölgesi (görünürlük bölgesi) tanımlama metodolojisi ile ilgili olup, ortam IoT'deki temel zorluklardan biri olan kitlesel bağlanabilirliği ele almaktadır.

ABSTRACT

HYBRID BASED VISIBILITY REGION IDENTIFICATION METHOD FOR LOW-POWER DEVICES IN XL-MIMO SYSTEMS

5 The invention is related to a novel visibility region (visibility region) identification methodology for Ambient IoT devices in extremely large-scale multiple-input multiple-output (XL-MIMO) systems, addressing one of the key challenges in ambient IoT: massive connectivity.

İSTEMLER

1. En az bir verici düğümü (110), bir XL-MIMO alıcısı (120) ve geri saçılım saçılım cihazına (130) sahip son derece büyük ölçekli çok girişli çok çıkışlı sistemlerde geri
5 saçılım cihazlarının (130) görünürlük bölgesinin tanımlanmasına yönelik bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir;

a) XL-MIMO alıcısı (120) üzerindeki büyük anten dizisi, etkin anten (210) ve devre dışı anten (220) olmak üzere en az iki alt diziye ayrılması ve alt diziler mevcut RF
10 zincirlerinin sayısına bağlı olarak sırayla veya eş zamanlı olarak etkinleştirilmesi,

b) geri saçılım cihazları (130) etkin değilken ortama bir sinyal (160) iletilmesi ve geri saçılım cihazlarının (130) görünürlük bölgesinin tanımlanması için çevresel saçıcıların (150) etki görünürlük bölgesini kaldırmak üzere çevresel saçılım saçıcıların (150) görünürlük bölgesinin tanımlanması;

c) Geri saçılım cihazları (130) etkinken ortama bir sinyal (160) iletilmesi;

d) ayrı anten elemanı gruplarına atanan ve dizi boyunca seri olarak yerleştirilmiş iki kayar dikey pencereyi kontrol eden XL-MIMO alıcısının (120) en az iki RF zincirinin ve iki kayar dikey pencerenin kesişiminde konumlandırılan bir paralel pencereyi kontrol eden XL-MIMO alıcısının (120) en az bir başka RF zincirinin kullanılması,

e) iki kayar dikey pencerenin anten elemanı boyunca kaydırılması, ardışık konumlar arasındaki bir örtüşmenin korunması ve paralel pencerenin kayar dikey pencereler ile aynı zamanda kaydırılması,

f) geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgesi boyutlarına karşılık gelen sinyallerin (160) açısal yayılımının belirlenmesi.

2. Kayar pencerelerin boyutunun verici düğümün (110) görünürlük bölgesi, geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgesinin minimum boyutu ve XL-MIMO alıcısındaki (120) uygun RF zincirleri ve XL-MIMO alıcısı (120) antenlerinin sayısı tarafından tanımlanması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

3. İstem 1'e göre yöntem olup, kanalların tahmin edilmesi, kanalın bir hüzmeye alanı temsiline dönüştürülmesi ve aşağıdaki formül kullanılarak kayar pencerenin (210a) boyutunu tanımlanması ile karakterize edilmektedir

$$N_{VR}^B = \frac{1.3 \times \lambda}{d \times \Omega_{dB}}$$

burada Ω_{dB} sinyal gücünün pik değerinde x dB dahilinde olduğu radyasyon şablonunun ana lobunun açısai genişliğidir ve x sayıdır ve N_{VR}^B kayar pencerenin (210a) boyutudur, λ dalga boyudur ve d anten elemanı aralığıdır.

5

4. Daha büyük pencereler dahilinde yüksek çözünürlüklü tespit gerçekleştirmek üzere en küçük görünürlük bölgesinin tanımlanması ile karakterize edilen, İstem 1'e göre yöntem.

5. Benzersiz görünürlük bölgesine sahip geri saçılım cihazlarına (130) ortogonal olmayan kaynakların ve örtüşen görünürlük bölgesine sahip geri saçılım cihazlarına (130) ortogonal kaynakların atanması ile karakterize edilen, önceki istemlerden herhangi birine göre yöntem.

6. Önceki istemlerden herhangi birine göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmeye yönelik araçlar içeren bir veri işleme cihazı.

7. Program, İstem 6'ya göre veri işleme cihazı tarafından yürütüldüğünde, veri işleme cihazının İstemler 1 ila 5'ten herhangi birine göre yöntemi gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bir bilgisayar programı.

20

8. İstem 6'ya göre veri işleme cihazı tarafından yürütüldüğünde, İstem 7'ye göre veri işleme cihazının İstemler 1 ila 5'ten herhangi birine göre yöntemi gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren bilgisayar tarafından okunabilir bir ortam.

CLAIMS

1. A computer implemented method for identifying of visibility region of backscatter devices (130) in extremely large-scale multiple-input multiple-output systems having at least one a transmitter node (110), an XL-MIMO receiver (120) and backscatter device (130), characterized by;
 - a) transmitting a signal (160) into the medium while the backscatter devices (130) are inactive and identifying visibility region of environmental scatterers (150) to remove effect visibility region of environmental scatterers (150) for identification of visibility region of the backscatter devices (130);
 - b) Transmitting a signal (160) into the medium while the backscatter devices (130) are active;
 - c) using at least two RF chains of the XL-MIMO receiver (120) which are assigned distinct groups of antenna elements and controls two sliding vertical windows placed serially across the array and at least one another RF chain of the XL-MIMO receiver (120) which controls a parallel window that is positioned at the intersection of the two sliding vertical windows,
 - d) sliding the two sliding vertical windows along the antenna element, maintaining an overlap between successive positions and sliding the parallel window concurrently with the sliding vertical windows,
 - e) determining angular spread of the signals (160), which corresponds to the visibility region sizes of the backscatter device (130).
2. Method according to claim 1, characterized by size of the sliding windows is defined by visibility region of the transmitter node (110), minimum size of the visibility region of backscatter device (130) and available RF chains in XL-MIMO receiver (120) and number of antennas XL-MIMO receiver (120).
3. Method according to claim 1, characterized by estimating channels and transforming the channel into a beamspace representation, and defining the size of the sliding window (210a) by the formula of

$$N_{VR}^B = \frac{1.3 \times \lambda}{d \times \Omega_{dB}}.$$

wherein Ω_{xdB} is the angular width of the main lobe of the radiation pattern where the signal strength is within x dB of its peak value and x is a number and the N_{VR}^B is size of the sliding window (210a), λ is the wavelength, and d is the antenna element spacing.

- 5 **4.** Method according to claim 1, characterized by identifying the smallest visibility region to perform high-resolution detection within the larger windows.
- 10 **5.** Method according to any of preceding claims, characterized by assigning non-orthogonal resources to backscatter devices (130) with unique visibility region, and orthogonal resources to backscatter devices (130) devices with overlapping visibility region.
- 15 **6.** A data processing device comprising means for carrying out the steps of the method of any of preceding claims.
- 7.** A computer program comprising instructions which, when the program is executed by the data processing device of claim 6, cause the data processing device to carry out the method of any of claim 1 to 5.
- 20 **8.** A computer-readable medium comprising instructions which, when executed by the data processing device of claim 6, cause the data processing device of claim 7 to carry out the method of any of claim 1 to 5.

25

TARİFNAME

XL-MIMO SİSTEMLERİNDE DÜŞÜK GÜÇLÜ CİHAZLAR İÇİN HİBRİT TABANLI GÖRÜNÜRLÜK BÖLGESİ TANIMLAMA YÖNTEMİ

5

Teknik Alan

Buluş, son derece Ekstra Büyük Çoklu Giriş Çoklu Çıkış (XL-MIMO) sistemlerinde Ortam IoT cihazları için yeni bir görünürlük bölgesi (görünürlük bölgesi) tanımlama metodolojisi ile ilgili olup, ortam IoT'deki temel zorluklardan biri olan kitlesel bağlanabilirliği ele almaktadır.

10

Önceki Teknik

MIMO, kablosuz iletişim sistemlerinde kullanılan ve hem verici hem de alıcı uçlarında birden fazla anten kullanan bir teknolojidir. Bu yapılandırma, birden fazla veri akışının aynı anda iletilmesini sağlamaktadır ve ortamdaki çok yollu yayılımdan yararlanarak veri hızlarını, spektral verimliliği ve güvenilirliği arttırmaktadır.

15

Geri saçılım iletişimine dayanan ortam IoT cihazları, veri iletimi için sınırlı iletişim kaynaklarını paylaşmaktadır. Konuşlandırılan IoT cihazlarının sayısı arttıkça, alıcıda kaynak çekişmesi ve çarpışma olasılığı artmaktadır, bu da veri kaybına ve verimsiz iletişime yol açmaktadır. Birden çok cihazdan gelen düzensiz iletim, parazite neden olarak güvenilir iletişimin sürdürülmesini zorlaştırmaktadır. MIMO sistemlerindeki geleneksel yöntemler, Ortam IoT dağıtımlarının ölçeği ve yoğunluğu ile başa çıkmada yetersiz kalmaktadır.

20

Görünürlük bölgesi, her bir anten elemanı tarafından deneyimlenen sinyal özelliklerinin (güç ve faz gibi) fiziksel ortam nedeniyle önemli ölçüde farklılık gösterdiği bir anten dizisinin etrafındaki alandır. Bu kavram, iletişim bağlantısının performansını ve farklı kullanıcılar veya cihazlar arasındaki girişim potansiyelini etkilediği için MIMO sistemlerinde çok önemlidir.

25

XL-MIMO sistemlerinde görünürlük bölgesi tespitine tipik olarak güç tabanlı yöntemlerle yaklaşılmıştır; burada amaç, açık Görüş Hattı (LoS) bağlantısına veya normal saçıcılardan alınan sinyallere dayalı olarak belirli bir kullanıcının görünürlük bölgesini tespit etmektir. Bu yöntemler ağırlıklı olarak geleneksel MIMO sistemlerinde kullanıcıların

konumlandırılabilceği uzamsal bölgeleri karakterize etmek ve sinyalin güç azalmasını yerelleştirme amacıyla kullanmak için kullanılmıştır.

5 Görünürlük bölgelerini tanımlamak için literatürde çeşitli teknikler önerilmiştir. Bunlar enerji algılama, konum tabanlı yaklaşımlar, hüzmeye süpürme teknikleri ve küme tabanlı algılama yöntemleridir.

10 Zhang ve diğerleri [1] tarafından yapılan çalışmada, XL dizi düğümlerinin alınan sinyallerin enerji seviyelerini analiz ederek görünürlük bölgelerini tahmin ettiği yer-uydu bağı (UL) eğitim aşamasında enerji algılama kullanılmaktadır.

15 Liu ve diğerleri [2] görünürlük bölgesi tanıma için konum tabanlı bir yöntem sunmuştur; bu yöntem, ağırlıklı XL-MIMO ortamındaki görünürlük bölgesi dağılımını tanımlamak için pilot kullanıcılarla kanal ölçümleri yaptığı ve bu düğümlerin konumlarını tanımladığı bir eğitim aşaması içermektedir.

Christophe ve diğerleri [3], görünürlük bölgelerini etkili bir şekilde tespit etmek için hem güç hem de açısal bilgileri kullanan bir hüzmeye süpürme yöntemi önermektedir.

20 Kihero ve diğerleri [4], kullanıcıların görünürlük bölgelerini tanımlarken aynı zamanda her bir görünürlük bölgesiyle ilişkili kümelerle ilişkili bilgileri kullanan ve hem güç hem de hüzmeye uzayı alanlarından elde edilen bilgileri birleştiren bir teknik sunmaktadır.

25 XL-MIMO sistemleri için görünürlük bölgesi (VR) tespit tekniklerindeki ilerlemelere rağmen, bazı önemli dezavantajlar, özellikle Ortam IoT cihazları bağlamında etkinliklerini sınırlamaktadır.

30 Düşük Güçlü Sinyallerle Baş Edememe: Geleneksel güç tabanlı yöntemlerin çoğu, görünürlük bölgelerini tanımlamak için alınan sinyallerin gücünü tespit etmeye dayanmaktadır. Ancak bu yöntemler, esas olarak önemli ölçüde daha zayıf sinyaller üreten geri saçılım teknikleri aracılığıyla iletişim kuran Ortam IoT cihazları için uygun değildir. Geri saçılan sinyallerin düşük gücü, bunları gürültüden veya normal saçıcılardan ayırt etmeyi zorlaştırarak görünürlük bölgelerinin potansiyel olarak yanlış tanımlanmasına neden olmaktadır.

Doğrudan Yol Girişimine Duyarlılık: Enerji algılama veya konum tabanlı yaklaşımlar kullanan teknikler genellikle işaretçilerden gelen doğrudan LoS yollarının baskınlığı ile mücadele etmektedir. Ortam IoT cihazlarının güçlü doğrudan sinyallerle bir arada bulunduğu ortamlarda, bu sinyallerin daha yüksek gücü geri saçılan iletişimleri gölgede bırakabilmektedir. Bu parazit, görünürlük bölgesi tanımlama prosesini karmaşıktırarak IoT cihazları için güvenilir olmayan tahminlere ve potansiyel olarak hatalı uzamsal yapılandırmalara neden olmaktadır.

Sınırlı Ölçeklenebilirlik: Hüzme tarama yaklaşımları gibi mevcut birçok yöntem, birden çok IoT cihazının bulunduğu yoğun ortamlarda iyi ölçeklenemeyebilmektedir. Cihaz sayısı arttıkça sinyal çakışması ve çarpışma olasılığı da artmaktadır. Güç tabanlı algılama yöntemleri hızla verimsiz hale gelebilmektedir ve birden fazla eşzamanlı iletimi etkili bir şekilde yönetememesi nedeniyle gecikmenin artmasına ve genel sistem performansının düşmesine neden olabilmektedir.

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

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Mevcut buluşun ana amacı, XL-MIMO sistemlerinde çalışma verimliliğini arttıran yeni bir görünürlük bölgesi tanımlama metodolojisi oluşturmaktır. Bu metodoloji, birden çok eşzamanlı IoT cihazı arasında optimize edilmiş kaynak atamasına ve daha az parazite izin vererek röle sistemlerinde verimi arttırmaktadır ve gecikmeyi en aza indirmektedir. Küçük hücre ağlarında, Ortam IoT uygulamalarının değişen bant genişliği gereksinimlerini karşılamak için çok önemli olan eşzamanlı ana taşıyıcı ve erişim işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

Ayrıca buluş, bilişsel radyo ağlarında gerçek zamanlı spektrum algılama ve dinamik erişim sağlayarak değişken koşullar altında güvenilir bağlantı sağlamaktadır. Ek olarak, 5G ve ötesinde Entegre Erişim ve Ana Taşıma teknolojilerini destekleyerek, Ortam IoT cihazlarının artan yoğunluğu için hayati önem taşıyan daha verimli kaynak kullanımına yol açmaktadır ve böylece sağlam ve verimli kablosuz iletişim altyapılarının önünü açmaktadır.

Mevcut buluş, XL-MIMO sistemlerinde ortam IoT cihazları için görünürlük bölgelerinin (VR'lerin) tanımlanmasına yönelik bir metodoloji sunmaktadır. Bu metodoloji, özellikle işaretçilerden gelen güçlü açık Görüş Hattı (LoS) bağlantılarının varlığında, ortam IoT cihazlarının düşük güçlü geri saçılan iletişimlerinden gelen sinyaller ile normal saçıcılardan gelen sinyaller arasında ayırım yapmakta zorlanan geleneksel güç tabanlı görünürlük bölgesi algılama yöntemleriyle ilgili kritik zorlukları ele almaktadır.

Buluş, veri iletimi için kaynakların etkin kullanımının çok önemli olduğu ortam IoT ortamlarında kitlesel bağlantı bilimsel sorununun çözülmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle ortam IoT cihazlarının (BD'ler) görünürlük bölgelerini normal saçıcılarla ilişkili görünürlük bölgelerinden ayırt etmedeki zorlukları ele almaktadır. Mevcut güç tabanlı yöntemler, düşük güç bağlamlarında güvenilir görünürlük bölgesi tanımlaması sağlayamadıkları için veri çarpışmaları ve kayıplara neden olmaktadır.

Mevcut buluş, çeşitli ortam IoT cihazlarının görünürlük bölgelerini, sinyal çarpışmalarını en aza indirmek ve veri aktarım verimliliğini arttırmak için kritik öneme sahip olan normal dağıtıcılarınkinden doğru bir şekilde ayıran ve hem ortam IoT cihazlarının hem de dağıtıcıların bir arada bulunduğu karmaşık bir ortamda tek bir işaretle ilişkili birden fazla görünürlük bölgesini tanıyan yöntem adımları önermektedir.

Bu hedeflere ulaşmak için, mevcut buluş XL-MIMO dizisi içinde anten etkinleştirme için bir yaklaşım önermektedir. Bu yaklaşım hiyerarşik arama tabanlı anten etkinleştirme ve pencere tabanlı anten etkinleştirmenin hibritidir. Bu, anten elemanlarını sistematik olarak hiyerarşik bir şekilde etkinleştiren ve farklı BD'lerden ve normal saçıcılardan gelen sinyalleri doğru bir şekilde ayırt etme olasılığını en üst düzeye çıkaran görünürlük bölgeleri için yapılandırılmış bir arama sağlayan hiyerarşik arama tabanlı anten etkinleştirmedir. Pencere tabanlı anten etkinleştirme, zaman içinde koşullar değiştikçe görünürlük bölgelerinin daha hassas ve etkili bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlayan, sinyal ortamına dayanarak uyum sağlayan etkinleştirilmiş antenlerin dinamik bir penceresini kullanmaktadır.

Ortam IoT iletişiminin benzersiz özelliklerine odaklanan bu metodoloji, görünürlük bölgelerini tanımlamak için daha güvenilir bir yol sunarak gelişmiş kaynak atamasını kolaylaştırmakta ve veri çarpışmalarını azaltmaktadır. Ayrıca bu yöntem XL-MIMO sistemlerinin görünürlük bölgelerini ek radyo kaynakları olarak kullanma kabiliyetini

geliştirerek yoğun ortamlarda daha verimli ağ operasyonlarına yol açmaktadır. Son olarak, yeni nesil kablolu ağlarda bağlantı ve kaynak yönetimi zorluklarını ele alarak, artan ortam IoT cihaz sayısı ile verimli ölçeklendirme sağlamaktadır.

5 Kısaca, önerilen yaklaşımın avantajları aşağıdaki gibidir:

- **Geliştirilmiş görünürlük bölgesi tanımlama:** Buluş, XL-MIMO sistemlerinde ortam IoT cihazlarının görünürlük bölgelerini (visibility regions) tanımlamak için geleneksel güç tabanlı algılama yöntemlerinin sınırlamalarını aşan sağlam bir metodoloji sağlamaktadır. Buluş, ortam IoT cihazlarından ve normal saçıcılar tarafından gelen geri saçılım iletişiminin görünürlük bölgelerini etkili bir şekilde ayırt ederek veri çarpışmalarını azaltmaktadır ve genel iletişim verimliliğini arttırmaktadır.
- **Uyarlanabilir Anten Etkinleştirme:** Hiyerarşik arama tabanlı ve kayar pencere tabanlı anten etkinleştirmenin çift yaklaşımı, değişen sinyal ortamlarına dinamik ve uyarlanabilir yanıtlar verilmesini sağlamaktadır. Bu esneklik, sistemin birden çok IoT cihazının bulunduğu yoğun nüfuslu ortamlarda bile birden fazla görünürlük bölgesini doğru bir şekilde tanımlama yeteneğini geliştirmektedir.
- **Yoğun Konuşlandırmalar için Ölçeklenebilirlik:** Önerilen çözümler, artan sayıda ortam IoT cihazı ile etkili bir şekilde ölçeklenecek şekilde tasarlanmıştır. Bu, özellikle cihaz yoğunluğunun görünürlük bölgesi tespitini zorlaştırabileceği modern kentsel ortamlarda önemlidir. Buluş, XL-MIMO sistemlerinin ağ büyüdükçe performansı ve güvenilirliği koruyabilmesini sağlamaktadır.
- **Geliştirilmiş Kaynak Kullanımı:** Buluş, tanımlanan görünürlük bölgelerini ek radyo kaynakları olarak kullanarak ağ içindeki kaynak atamasını optimize etmektedir. Bu, daha verimli iletişim ve gelişmiş verim sağlamaktadır ve sonuçta ortam IoT senaryolarında daha iyi hizmet kalitesine katkıda bulunmaktadır.
- **Parazitlere Karşı Sağlamlık:** Metodoloji, geleneksel sistemlerde genellikle geri saçılan sinyalleri gölgede bırakan işaretçilerden gelen güçlü doğrudan sinyallerin etkisini azaltmak için tasarlanmıştır. Bu sağlamlık, zorlu sinyal koşullarında bile daha doğru görünürlük bölgesi tanımlaması sağlamaktadır.
- **Entegre Erişim ve Backhaul için Destek:** Buluş, 5G ve ötesinde Entegre Erişim ve Ana Taşıma (IAB) ilkeleriyle uyumludur ve eşzamanlı erişim ve ana taşıma

işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Bu entegrasyon, kablosuz ağların genel verimliliğini arttırmaktadır ve ortam IoT uygulamalarının gelişen ihtiyaçlarını desteklemektedir.

Buluşun Şekillerinin Açıklaması

5

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

Şekil 1a. XL-MIMO sisteminin şematik görünümü.

10

Şekil 1b. Görünürlük bölgeleri ile XL-MIMO sisteminin şematik görünümü.

Şekil 2. Mevcut açıklamanın belirli yönlerine uygun olarak temel işlemlerin akış diyagramının gösterimi.

Şekil 3a. XL dizisinin birinci bölümünü etkinleştiren önerilen hiyerarşik yaklaşım tasarımının şematik görünümü.

15

Şekil 3b. XL dizisinin ikinci kısmını etkinleştiren hiyerarşik yaklaşım tasarımının şematik görünümü.

Şekil 4. Mevcut açıklamanın bazı yönlerine göre kayar pencere yaklaşımının şematik bir görünümü.

Şekil 5. Mevcut açıklamanın bazı yönlerine göre hibrit arama yaklaşımının şematik bir görünümü.

20

Referans Numaraları

Buluş konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için şekillerde verilen parça ve bileşenlere atıfta bulunulmuştur.

25

110. Verici Düğümü

120. XL-MIMO Alıcısı

130. Ortam IoT cihazları

30

140. Görünürlük Bölgesi

140a. Görünürlük Bölgesinin Bir Kısım

150. Çevresel Saçıcılar

160. Sinyal

170. Geri Saçılım Modülasyonlu Sinyal

210. Etkin anten elemanı

210a. Kayar pencere

220. Devre dışı anten elemanı

310. Anten elemanı

5 **320.** Kayma kısmı

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

10 Buluş, geri saçılım modülasyon düğümü, ortam IoT cihazı, pasif IoT cihazı, bir XL-MIMO sistemindeki IoT cihazları gibi geri saçılım cihazlarının (130) görünürlük bölgelerini (140) tanımlayan ve bu görünürlük bölgelerini (140) optimize edilmiş iletişim için ek radyo kaynakları olarak kullanan bir yöntemle ilgilidir.

15 Şekil 1a ve 1b'ye atıfta bulunarak; Ekstra Büyük Çoklu Giriş Çoklu Çıkış (XL-MIMO), geri saçılım cihazlarının (130) konumlandırıldığı bir ortama pilot sinyal gibi bir sinyal (160) ileten en az bir verici düğümü (110) içermektedir. Geri saçılım cihazı (130), kendi sinyalini üretmek yerine bir işaretçi tarafından gönderilen sinyalleri yansıtarak (veya geri saçarak) iletişim kuran bir cihazdır.

20 Ortam aynı zamanda çevresel saçıcıları (150) da içerebilmektedir. XL-MIMO ayrıca görünürlük bölgesini (140) tanımlayan bir XL-MIMO alıcısı da içermektedir. Görünürlük bölgesi (140), geri saçılım cihazlarının (130) veya çevresel saçıcıların (150) belirli görünürlük bölgelerini tanımlayan görünürlük bölgelerinin bir kısmını içermektedir.

25 Şekil 2'ye atıfta bulunarak; mevcut buluş, geri saçılım cihazlarının (130) görünürlük bölgelerini tanımlamak için bir yöntem önermektedir. Yönteme göre, verici düğümü (110), geri saçılım cihazlarının (130) ve XL-MIMO alıcısının (120) konumlandırıldığı bir ortama iletim yapmaktadır. Geri saçılım cihazları (130), XL-MIMO alıcısı (120) tarafından alınan geri saçılım modülasyonlu sinyal (170) oluşturmak için geri saçılım modülasyonu
30 gerçekleştirmektedir. XL-MIMO alıcısı (120), XL-MIMO alıcısının (120) bölünmesi ile sağlanan anten elemanlarının parçalarını kullanarak geri saçılım modülasyonlu sinyalleri (170) tanımlamaktadır. Her bir parça, bir geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgelerini (140) ayrı ayrı tanımlar ve bu proses her bir geri saçılım cihazı (130) için gerçekleştirilmektedir.

Tanımlama hibrit tabanlı anten seçim yaklaşımı vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Her bir yöntem için, pilot sinyalleri (160) XL-MIMO alıcısına (120) ileten verici düğümü (110) ve ortamdaki birden fazla görünürlük bölgesi (bazı görünürlük bölgeleri geri saçılım cihazından (130) ve diğerleri çevresel saçıcılardan (150) kaynaklanmaktadır). Her bir geri saçılım cihazının (130) XL-MIMO alıcısı (120) üzerinden tanımlanması gereken benzersiz bir görünürlük bölgesine sahip olduğu varsayılmaktadır.

İlk olarak, çevresel saçıcıların (150) görünürlük bölgesi tanımlanmaktadır. Verici düğümü (110), geri saçılım cihazları (130) etkin değilken pilot sinyal (160) iletmektedir. XL-MIMO alıcısında (120) yalnızca çevresel saçıcılardan (150) gelen görünürlük bölgeleri alınabilmektedir. XL-MIMO alıcısı (120) çevresel saçıcıların (150) görünürlük bölgesini tanımlamak için literatürdeki [1]-[4] geleneksel görünürlük bölgesi tanımlama yöntemlerinden herhangi birini uygulamaktadır. Bu tanımlama aynı zamanda hiyerarşik arama tabanlı anten etkinleştirme, kayar pencere tabanlı anten etkinleştirme, aşağıda açıklanacak olan hibrit tabanlı anten seçim yaklaşımı ile kullanılabilir.

Geri saçılım cihazlarının (130) görünürlük bölgesini tanımlamak için, geri saçılım cihazları (130) etkinken verici düğümü (110) pilot sinyal (160) iletmektedir. Çevresel saçıcılardan (150) ve geri saçılım cihazlarından (130) gelen görünürlük bölgeleri (140) XL-MIMO alıcısında (120) alınmaktadır. XL-MIMO alıcısı (120), önceki adıma göre çevresel saçıcıların (150) görünürlük bölgelerinin etkisini ortadan kaldırmaktadır.

Şekil 3a ve 3b'ye bakıldığında; hiyerarşik arama tabanlı anten etkinleştirmede, XL-MIMO alıcısı (120) üzerindeki büyük anten dizisi, etkin anten (210) ve devre dışı anten (220) olmak üzere en az iki alt diziye ayrılmaktadır. Proses adımlarına göre alt diziler etkin anten (210) ve devre dışı anten (220) olabilmektedir. Bu adımın ardından, alt diziler mevcut RF zincirlerinin sayısına bağlı olarak sırayla veya eş zamanlı olarak etkinleştirilmektedir.

Bir XL-MIMO sistemindeki bir alt dizi etkinleştirildiğinde, bu alt dizi içindeki antenlerin tek bir RF zincirine bağlandığı anlamına gelmektedir. Bir RF zinciri, kendisine bağlı olan etkin anten elemanlarından gelen sinyalleri almak ve işlemekten sorumludur. Sıralı veya eşzamanlı etkinleştirme yöntemlerinin seçimi, mevcut RF zincirlerinin sayısına bağlıdır.

Sıralı etkinleştirme, alt dizilerden daha az RF zinciri olması durumunda kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda, bir RF zincirine aynı anda yalnızca bir alt dizi bağlanmaktadır ve alt diziler birbiri ardına etkinleştirilmektedir. Bu yaklaşım donanım maliyetini azaltmaktadır ancak daha yavaş veri işlemeye neden olabilmektedir.

Eşzamanlı etkinleştirme, alt dizilerin sayısına uyacak kadar RF zinciri olması durumunda kullanılmaktadır, tüm alt diziler ayrı RF zincirlerine bağlanabilmektedir ve aynı anda etkinleştirilebilmektedir. Bu, daha hızlı veri işlemeyi sağlamaktadır ancak daha fazla RF zinciri ve dolayısıyla daha karmaşık ve maliyetli donanım gerektirmektedir.

Verici düğümü (110) pilot sinyalleri (160) iletmektedir ve geri saçılım cihazı (130) kendi dizilerini pilot sinyallere modüle etmektedir. Geri saçılım modülasyonlu sinyali (170) tespit ederek her bir alt dizideki geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgesini (140) tanımlamaktadır. Geri saçılım cihazının (130) tespit edilmediği alt diziler devre dışı bırakılmaktadır.

Bu proses, geri saçılım cihazının (130) sayısı sistemde (XL-MIMO alıcısından (120)) sağlanan mevcut ortogonal dizilerle eşleşene kadar veya mevcut alt dizide hiçbir cihaz kalmayana kadar tekrarlanmaktadır.

Bundan sonra, elde edilen bilgi ile ilgili görünürlük bölgeleri (140) kaynak atamaları için kullanılabilir. Bunun için, geri saçılım cihazına (130) ortogonal olmayan kaynaklar benzersiz görünürlük bölgeleri ile ve ortogonal kaynaklar örtüşen görünürlük bölgelerine sahip cihazlara atanmaktadır. Bu kaynak atama aynı zamanda kayar pencere tabanlı anten etkinleştirme, aşağıda açıklanacak olan hibrit tabanlı anten seçim yaklaşımı ile kullanılabilir.

Hiyerarşik arama tabanlı anten seçimi yaklaşımı, büyük diziler için verimli, ölçeklenebilir, arama alanını azaltmakta ve seyrek ortamlarda algılamayı kolaylaştırmaktadır.

Şekil 4'e atıfta bulunarak; pencere tabanlı anten etkinleştirmede, verici düğümü (110) pilot sinyalleri (160) iletmektedir ve geri saçılım cihazı (130) kendi dizilerini pilot sinyallere modüle etmektedir. Bundan sonra kayar pencerenin (210a) boyutu tanımlanmaktadır.

Kayar pencerenin boyutu bunlarla sınırlı olmamak üzere aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurarak tanımlanmaktadır:

- 5 1. verici düğümünün (110) görünürlük bölgesi boyutu.
 2. Geri saçılım cihazının (130) minimum görünürlük bölgesi.
 3. XL-MIMO alıcısındaki (120) uygun RF zincirlerinin sayısı.
 4. XL-MIMO alıcısındaki (120) anten elemanlarının sayısı.
- 10 Kayar pencere (210a) yaklaşımındaki pencere büyüklüğünü tanımlamaya yönelik bir yöntem XL MIMO kanalının hüzmeye alanı temsiline kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bir hüzmeye alanı temsili, sıklıkla MIMO sistemlerinde uzamsal çözünürlüğünü arttırmak için kullanılan, sinyal yollarının açısal bilgisine odaklanan uzamsal alanda sinyalin bir temsidir. [4]'te ele alınan yaklaşıma benzer olarak, XL-MIMO alıcısı (120) kanalı tahmin etmekte ve
- 15 bunu, her bir geri saçılım cihazına (130) karşılık gelen hüzmeler, yollar veya ana bileşenleri tanımlamak için kullanılan bir hüzmeye alanı temsiline dönüştürmektedir. Hüzmeye alanı temsilineindeki hüzmeye genişlikleri görünürlük bölgesinin boyutu ile ilişkilidir. Görünürlük bölgesi aşağıdaki ilişki kullanılarak hesaplanabilmektedir:

20
$$N_{VR}^B = \frac{1.3 \times \lambda}{d \times \Omega_{3dB}}$$

Belirli bir hüzmeye/yol/ana bileşen ve bununla ilişkili görünürlük bölgesinin boyutu N_{VR}^B için 3 dB'lik hüzmeye genişliği Ω_{3dB} , λ dalga boyudur ve d ise anten elemanı aralığıdır.

- 25 Tüm geri saçılım cihazlarının (130) tespit edilmesinin sağlanması için hüzmeye alanındaki en büyük görünürlük bölgesine dayanarak pencere boyutu seçilmektedir. Daha küçük bir pencere (210a), aynı geri saçılım cihazlarının (130) birçok tespiti veya kaçırılan tespitler ile sonuçlanabilmektedir.
- 30 Pencerenin (210a) boyutuna karar verilmesinden sonra, pencere (210a) XL dizi boyunca kaymaktadır ve her bir geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgelerini tanımlamaktadır.

Kayar pencere tabanlı anten seçimi yaklaşımı yoğun konuşlandırmalarda kesintisiz kapsama, ayarlanabilir pencere boyutu, etkililik sağlamaktadır ve yüksek lokalize çözünürlük sağlamaktadır.

- 5 Şekil 5'e atıfta bulunarak; hibrit tabanlı anten etkinleştirmede, verici düğümü (110) pilot sinyalleri (160) iletmektedir ve geri saçılım cihazı (130) kendi dizilerini pilot sinyallere modüle etmektedir. Birçok RF zinciri kullanılmaktadır. En az üç RF zinciri kullanılmakta olup, her biri efektif paralel işleme için ayrı anten elemanı gruplarına atanmaktadır. RF zincirlerinden ikisi dizi boyunca (dikey olarak hizalanmış) seri olarak yerleştirilmiş iki kayar
- 10 pencereyi kontrol ederken, üçüncü RF zinciri ise iki dikey pencerenin kesişiminde konumlandırılan bir paralel pencere için kullanılmaktadır. İki RF zincirine karşılık gelen iki dikey pencere, bunların her biri anten dizisinin bir bölümü kapsayacak şekilde konumlandırılmaktadır. Üçüncü paralel pencere, Şekil 5'te gösterildiği üzere aralarında örtüşen sinyalleri yakalamak üzere iki dikey pencerenin bağlantı noktalarına
- 15 yerleştirilmektedir. Bu konfigürasyon, pencere sınırlarında bulunan birçok BD veya saçıcıdan alınan sinyallerin efektif bir şekilde yakalanmasını ve kaçırılan tespitlerin olasılığını azaltmayı sağlamaktadır.

Pencerelerin boyutu, pencere tabanlı yöntem ile aynı veya benzer bir şekilde belirlenmektedir.

- 20 İki dikey pencere anten dizisi boyunca kayarak, ardışık konumlar arasında bir örtüşmeyi, tercihen %75 oranında bir örtüşmeyi korumaktadır. Bu örtüşme, dizinin kesintisiz kapsanmasını sağlamak için seçilmekte olup, herhangi bir görünürlük bölgesinin kaçırılma ihtimalini azaltmaktadır. Üçüncü paralel pencere aynı zamanda hareket etmektedir.

- 25 Daha büyük pencereler bütün diziyi taradıktan sonra sistem, alınan sinyallerin hüzme alanı temsilini kullanarak tespiti iyileştirmektedir. Hüzme alanı, geri saçılım cihazının (130) görünürlük bölgesi boyutlarına karşılık gelen sinyallerin açısal yayılımına ilişkin bilgileri sağlamaktadır. Hüzme alanından en küçük görünürlük bölgelerinin tanımlanması, daha büyük
- 30 pencereler dahilinde yüksek çözünürlüklü tespitin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu adım, geri saçılım cihazlarına (130) veya daha küçük uzamsal ayakizlerine sahip olanlara yakın bir şekilde konumlandırılmak üzere görünürlük bölgesi tanımlamasının hassasiyetini arttırmaktadır.

Hibrit Tabanlı Anten Seçim Yaklaşımı hiyerarşik ve kayar pencere tekniklerinin güçlerini birleştirmektedir. Aynı zamanda birçok pencere taraması ve hüzme alanı iyileştirme aracılığıyla tespit hassasiyetini arttırırken, paralel RF zincirleri ve örtüşen pencere yapılarını kullanarak hesaplama verimliliğini korumaktadır.

5

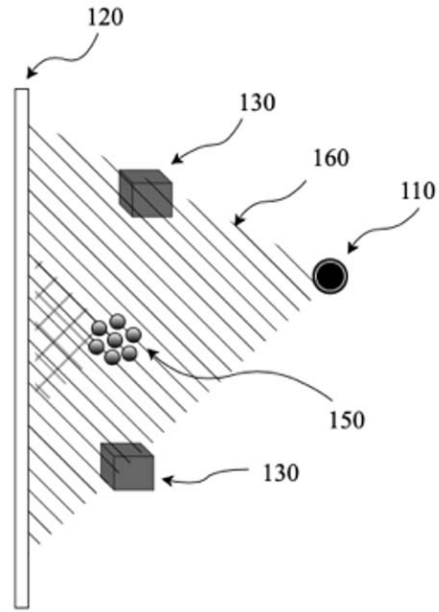
Buluşun açıklığa kavuşturulması için, çoklu terimler aşağıda açıklanmıştır:

- **Dizinin Durağan Olmaması:** Dizinin durağan olmaması, çoklu anten dizisinin kanal kazançları ve faz kaymaları gibi özelliklerinin, kullanıcıların veya nesnelerin hareketi veya yayılım ortamındaki değişiklikler gibi ortamdaki değişiklikler nedeniyle önemli ölçüde değiştiği olguyu tanımlamaktadır. Bu durum, her anten elemanının farklı sinyal koşullarına maruz kalmasına yol açarak sinyal işleme ve iletişim stratejilerini zorlaştırmaktadır.
- **Örtüşmeyen görünürlük bölgeleri:** Çakışmayan görünürlük bölgeleri, ortak anten elemanlarını paylaşmayan birden fazla kullanıcı veya cihaz için görünürlük bölgesinin bölümleridir. Bu senaryoda, kullanıcılar kendi kendine parazitlenme yaşamadan iletişim kurabilmektedir ve bu da optimum sinyal kalitesi ve performansına yol açmaktadır.
- **Kısmen Örtüşen Görünürlük Bölgesi:** Kısmen örtüşen görünürlük bölgeleri, iki veya daha fazla kullanıcının görünürlük bölgeleri içindeki anten elemanlarının tümünü değil de bir kısmını paylaşması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu örtüşme, iletişim kalitesini korumak için yönetilmesi gereken bir miktar parazite yol açabilmektedir ancak tamamen örtüşen bölgelere göre daha az sorunludur.
- **Tamamen Örtüşen Görünürlük Bölgesi:** Tamamen çakışan görünürlük bölgeleri, iki veya daha fazla kullanıcı görünürlük bölgeleri içinde aynı anten elemanlarını kullandığında ortaya çıkmaktadır. Bu senaryo önemli ölçüde parazite neden olmaktadır ve kullanıcılar sinyal kalitesinde önemli ölçüde bozulma yaşayabileceğinden, genellikle kendi kendine parazit azaltma için ek stratejiler gerektirmektedir.

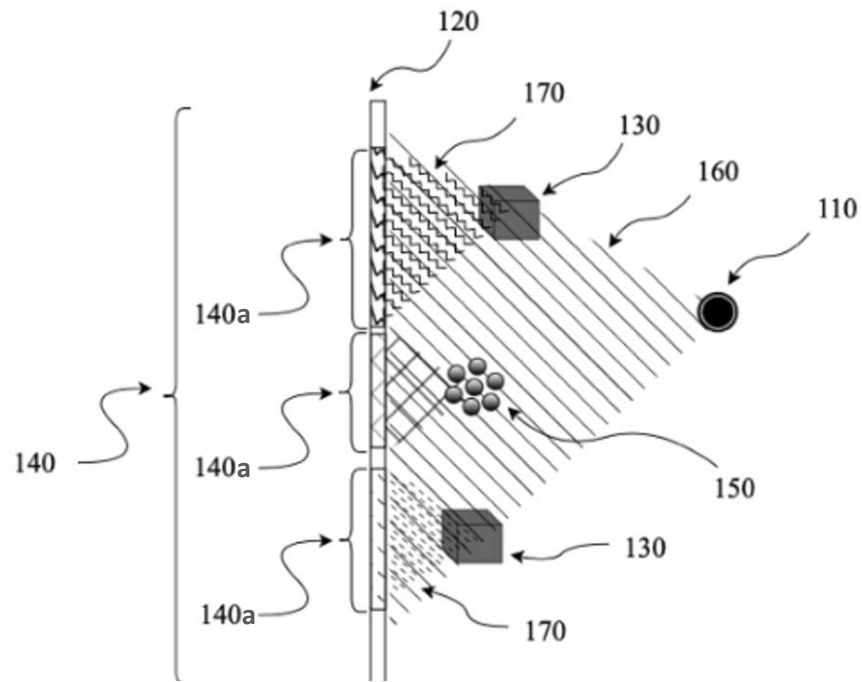
30

REFERANSLAR

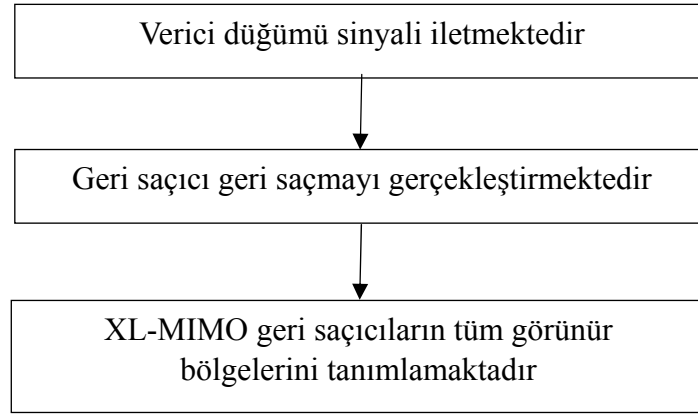
- [1] J. Zhang, J. Zhang, Y. Han, J. Wang ve S. Jin, “Average Spectral Efficiency for TDD-based non-Stationary XL-MIMO with visibility region Estimation,” 2022 14th International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP), Nanjing, China, 2022, s. 973-977, doi: 10.1109/WCSP55476.2022.10039284.
- [2] D. Liu vd., “Location-Based Visible Region Recognition in Extra-Large Massive MIMO Systems,” in IEEE Transactions on Vehicular Technology, cilt. 72, no. 6, s. 8186-8191, Haziran 2023.
- [3] C. M. Christophe, AB Kihero, H. Arslan, “A method to enable visibility regions (visibility regions) detection and identification, and a visibility region-aware user scheduling technique in Extremely Large Aperture Arrays (ELAA) based Wireless Networks” Submitted to Turkish Patent, Application number: 2023/015732
- [4] A. B. Kihero, L. Afeef, ve H. Arslan, “A method for identifying visibility regions in ELAA-based wireless networks,” Ocak 15, 2024, Turk Patent (EPATS), App. No: 2024/001049.

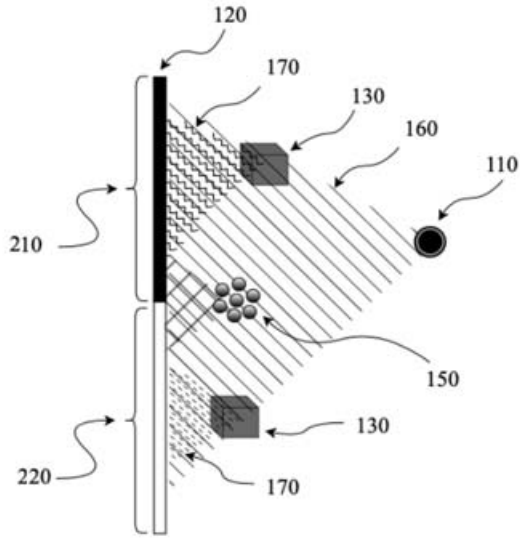


ŞEKİL 1a

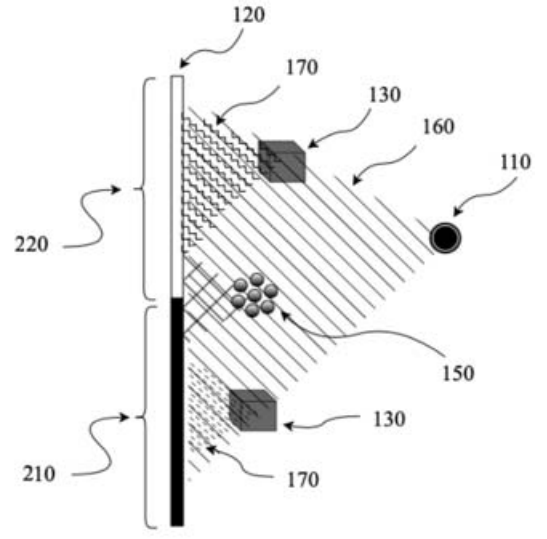


ŞEKİL 1b

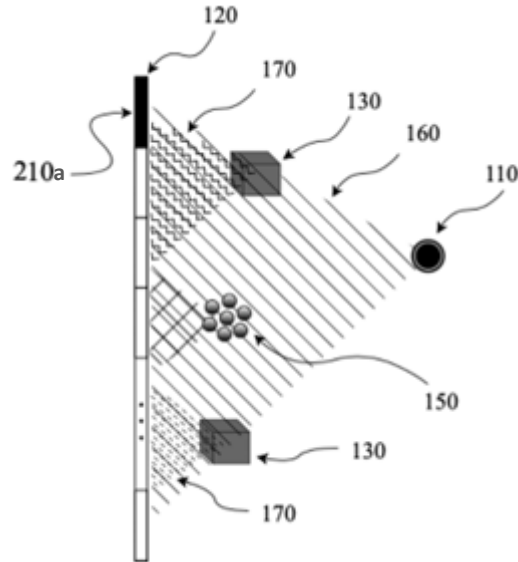
**ŞEKİL 2**



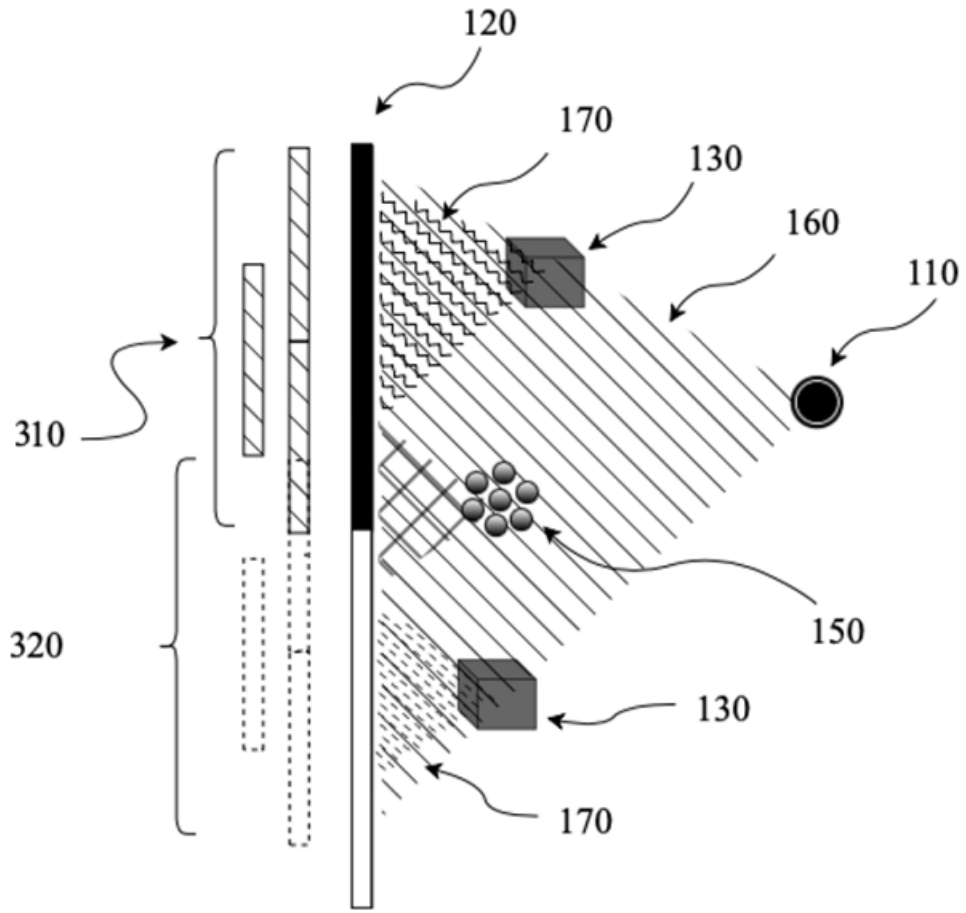
ŞEKİL 3a



ŞEKİL 3b



ŞEKİL 4



ŞEKİL 5

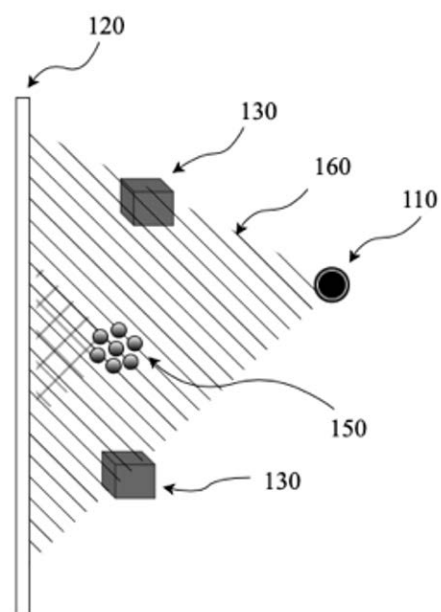


Figure 1a

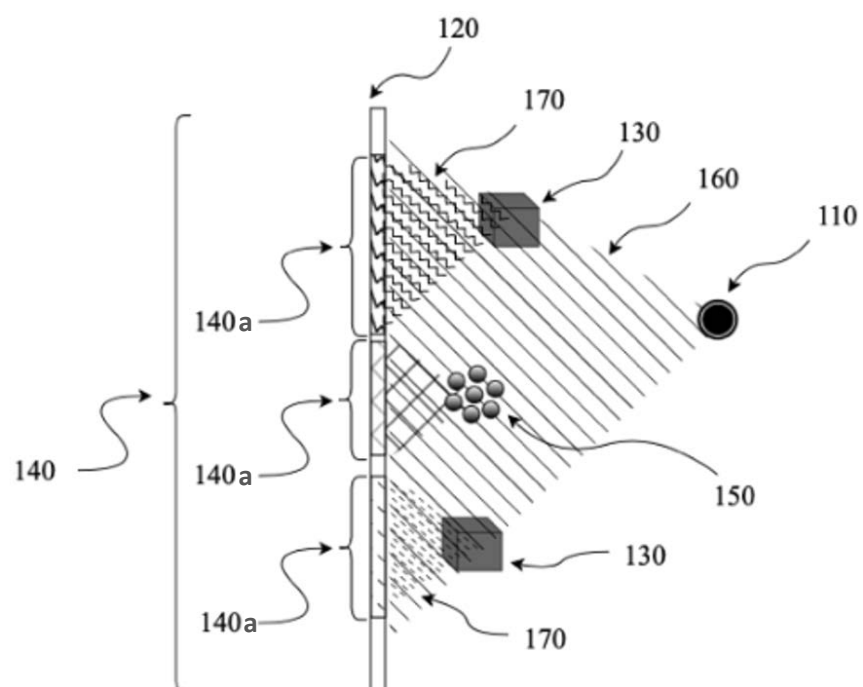


Figure 1b

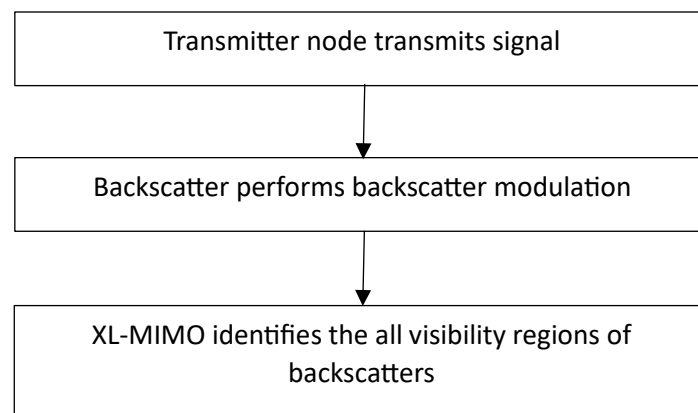


Figure 2

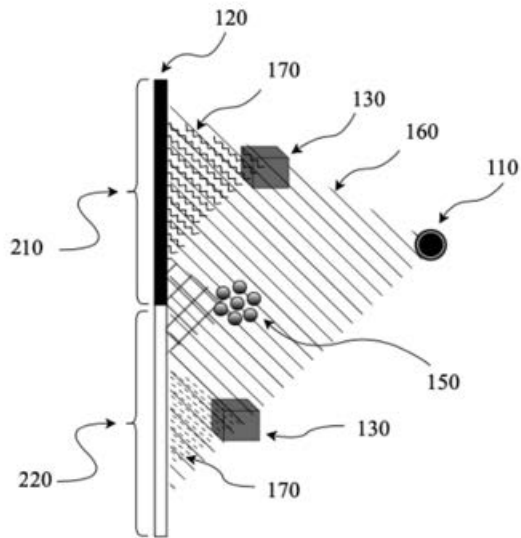


Figure 3a

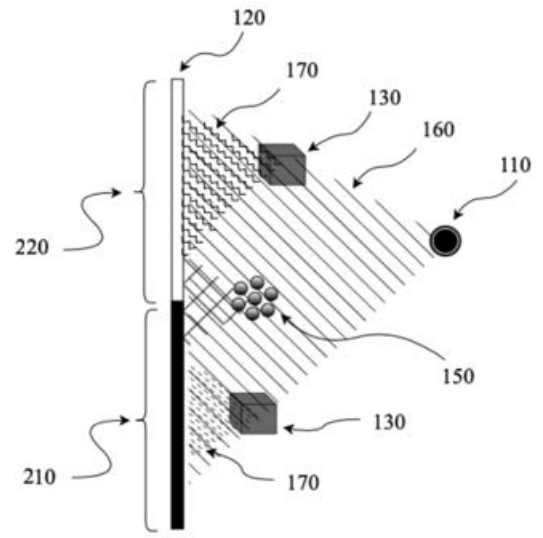


Figure 3b

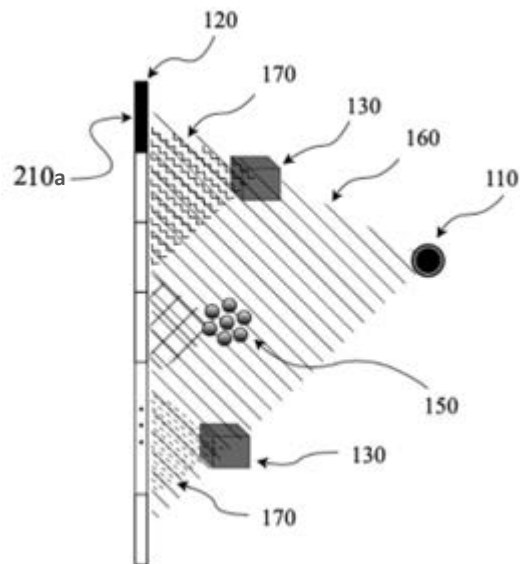


Figure 4

