

ÖZET

OFDM TABANLI BİRLEŞİK RADAR VE İLETİŞİM

- 5 Mevcut buluş, kanalın hem zaman-frekans hem de gecikme-Doppler alanlarında görülebileceği ve tahmin edilebileceği şekilde kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölme (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik yeni bir yöntem ile ilgilidir.
- 10 En seyrek kanal dürtü yanıtını tahmin etme kabiliyeti, çevre haritalama ve dolayısıyla algılama sağlayacaktır.

İSTEMLER

1. Kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik bir yöntem olup, burada söz konusu yöntem

5 aşağıdaki adımları içermektedir;

- o Vericide Dalga Biçimi Oluşturma aşağıdakiler yoluyla gerçekleştirilmektedir;

- o Başlangıçtaki pilot oranının tanımlanması,

- o Her bir zaman diliminde frekansta ve kaymada eşit aralıklandırılan zaman-frekanstaki pilotların seçilmesi,

- 10 o Gecikme-Doppler alanında gösterim yerleşimi sağlamak üzere pilotların karmaşık değerlerinin seçilmesi.

Ve

- o alıcıda tahmin ve tespit.

15

2. İstem 1'e göre bir yöntem olup, burada alıcıda tahmin ve tespit (ii), alınan pilotların değerlerinin gecikme-Doppler alanına dönüştürülmesini içermektedir, burada çevreden her bir yansıma, spesifik bir güç, gecikme kayması ve Doppler kayması olan kademe olarak görünmektedir.

20

TARİFNAME

OFDM TABANLI BİRLEŞİK RADAR VE İLETİŞİM

5 Teknik Alan

Mevcut buluş, kanalın hem zaman-frekans hem de gecikme-Doppler alanlarında görülebileceği ve tahmin edilebileceği şekilde kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölme çoklamları (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik yeni bir yöntem ile ilgilidir.

En seyrek kanal dürtü yanıtını tahmin etme kabiliyeti, çevre haritalama ve dolayısıyla algılama sağlayacaktır.

15 Önceki Teknik

Birleşik İletişim ve Algılama (JCAS), iki radyo frekansı (RF) fonksiyonu, diğer bir deyişle, iletişim ve algılamayı gerçekleştirmek, böylece iki ayrı vericiye sahip sistemler ile karşılaştırıldığında maliyetten ve güçten tasarruf etmek üzere bir donanım platformu ve bir dalga biçimi kullanmak üzere sunulmaktadır. JCAS, nesnelerin interneti (IoT), sağlık hizmetleri vb. gibi birçok farklı uygulamada oldukça önerilmiştir. Mobil iletişimlerde yüksek-hareketlilik kullanım durumlarını daha iyi bir şekilde desteklemek amacıyla, OFDM, iletişim ve radarın eş zamanlı bir performansına yönelik sunulmaktadır.

Ancak, alıcı tarafında OFDM'yi işleyen radar bilgisini elde etmek sayısal olarak pahalıdır. Ek olarak, alıcı tarafındaki yüksek karmaşıklık, gerçek zamanlı olarak aralık ve hız bilgisini elde etmede daha uzun gecikmeleri de beraberinde getirmektedir.

2011'de yayımlanan Surrender, S. C. vd.'ye ait bir yayında, farklı alt taşıyıcıları radara ve iletişime tahsis ederek farklı dağıtık radarlar arasında eş zamanlı olarak veri ileten bir gürültü-Ortogonal Frekans Bölme Çoklama (gürültü-OFDM) dalga biçimi sunulmaktadır. Çalışma, hedef aralık üzerinde iletişim verisinin etkisini incelenmekte, ancak Doppler kayması üzerindeki etkiyi dikkate almamaktadır. 2011'de yayımlanan Sturm, C. vd.'ye ait çalışma, OFDM'nin, iletilen kullanıcı verilerinden bağımsız olarak yüksek dinamik aralık ve FFT'ye

dayalı etkili uygulama sunduğunu göstermektedir. 2013'te yayımlanan Sturm, C. vd.'ye ait bir yayında, girişimin klasik OFDM ile aynı bant genişliğini kapladığı durum ile karşılaştırıldığında çok kullanıcı bir senaryoda kullanıcılar arasındaki girişi azaltmak üzere radar ağına yönelik spektral olarak aralıklı bir çok taşıyıcılı sinyal incelenmektedir.

- 5 Çalışmanın dezavantajı, kullanıcı sayısına orantılı olarak maksimum tam ölçüm aralığının azaltılmasıdır. 2017'de yayımlanan Chabriel, G.'ye ait bir çalışmada, bir optimizasyon sorununun çıktısı olarak OFDM pasif radara dayalı olarak hedeflerin parametre tespitine yönelik bir uyarlanır filtre geliştirilmektedir. Bunun eksikliği, bu tür bir optimizasyon sorununu çözmek için alıcı karmaşıklığıdır.

10

Buluşun Amacı

Mevcut buluş, gecikme-Doppler alanında seyrek kanal gösterimine yönelik bir yöntem sunmayı amaçlamaktadır.

15

Mevcut buluş ayrıca, ilgili gecikmeleri ve Doppler kaymaları ile birlikte kablosuz kanal kademelerinin tahmin edilmesine yönelik bir yöntem sunmayı amaçlamaktadır.

- 20 Buluş sahipleri ayrıca geriye uyumluluğa sahip olan ve basit, düşük karmaşıklıkla, ikili dağılılabilen kanal (zaman ve frekans seçmeli kanal) denkleştiricisi olan bir yöntem sağlamayı amaçlamaktadır.

Buluşun Kısa Açıklaması

- 25 Buluş, kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir, burada söz konusu yöntem, şu genel adımları içermektedir; (i) Vericide dalga biçimi oluşturma ve (b) alıcıda tahmin ve tespit.

- 30 Yöntem, kanalın hem zaman-frekans alanında hem de gecikme-Doppler alanında görülebileceği ve tahmin edilebileceği bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Açıklanan buluş, klasik OFDM'nin genel yapısında çok fazla değişiklik yapmadan ikili dağıtıcı kanallarda (zaman ve frekans seçmeli kanallar) OFDM dalga biçimini dayanıklı hale

getirmektedir, böylece kablosuz iletişimde tüm hareketlilik durumlarına uygundur. Dolayısıyla operatörlerin, halihazırda mevcut teknolojinin alt yapısını değiştirmesi gerekecektir. Bunu gerçekleştirerek, çevre ince çözünürlük ile algılanmaktadır.

5 Açıklanan buluş OFDM ile ilişkili aşağıdaki sorunları çözebilmektedir:

1. Gecikme-Doppler alanında seyrek kanal gösterimi.
2. Kısa aralık ve küçük hız tahmini.
3. Yavaş takip.
- 10 4. Yüksek hesaplama karmaşıklığı.
5. Karmaşık alıcı yapısı.
6. Geriye uyumluluk.

Böylece, buluş yöntemi, (i) hem zaman-frekans hem de gecikme-Doppler alanlarında
15 kablosuz kanal tahmini, (ii) OFDM ile geriye uyumluluk, burada yalnızca pilot değerleri değiştirilmektedir, (iii) uzun aralık ve büyük hız tahmini ve (iv) önceki teknik yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha az karmaşık işleme sağlamaktadır.

Şekillerin Açıklaması

20

Şekil 1: Zaman-frekansta kullanılan OFDM pilot dağılımı

Şekil 2: Açıklanan tasarım kullanılarak gecikme-Doppler alanında Şekil 1'deki pilotların eşdeğer temsili

25

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Yukarıda açıklandığı üzere, buluşun bir yapılandırması, kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölmeli çoklama (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik
30 bir yöntemdir, burada söz konusu yöntem, şu genel adımları içermektedir; (i) Vericide dalga biçimi oluşturma ve (ii) alıcıda tahmin ve tespit.

Buluşun bir yapılandırmasında, vericide oluşturma adımı aşağıdakileri içermektedir;

- Başlangıçtaki pilot oranının tanımlanması,

- Her bir zaman diliminde frekansta eşit aralıklandırılan ve kaydırılan zaman-frekanstaki pilotların seçilmesi,
- Gecikme-Doppler alanında gösterim yerleşimi sağlamak üzere pilotların karmaşık değerlerinin seçilmesi.

5

Pilot oranının tanımlanması, tahmin edilen gecikmelerin aralığını ve Doppler'leri etkilemektedir.

10 Buluşun bir yapılandırmasında, zaman-frekanstaki pilotların seçilmesi, bunlara spesifik karmaşık değerler atanarak gerçekleştirilmektedir. Böylece, spesifik karmaşık değerler atanması üzerine, bu pilotların gecikme-Doppler alanında eşdeğer gösterimi, gecikme-Doppler alanında yerleştirilmektedir.

15 Pilot değerleri, gecikme-Doppler alanında seyrek ve yerleştirilmiş görünecekleri şekilde zaman-frekans alanında atanmaktadır. Bunun gerçekleştirilmenin bir yolu, gecikme-Doppler alanında az sayıda pilotun atandığı ve bunların OFDM pilotları olarak zaman-frekansa dönüşümünün düşünüldüğü geriye doğru tasarımıdır.

Ayrıca iletişim verileri, zaman-frekans alanındaki boş ızgaraya atanacaktır.

20

Buluşun bir yapılandırmasında, buluş, kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölme (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir, burada söz konusu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir;

- 25 (i) Aşağıdaki adımları içeren (veya aşağıdaki adımları gerçekleştiren) vericide dalga biçimi oluşturma;
- o Başlangıçtaki pilot oranının tanımlanması,
 - o Her bir zaman diliminde frekansta ve kaymada eşit aralıklandırılan zaman-frekanstaki pilotların seçilmesi,
 - 30 o Gecikme-Doppler alanında gösterim yerleşimi sağlamak üzere pilotların karmaşık değerlerinin seçilmesi.

ve

(ii) alıcıda tahmin ve tespit.

Buluşun bir yapılandırmasında, alıcıda tahmin ve tespit adımı, alınan pilotların değerlerinin gecikme-Doppler alanına dönüştürülmesini içermektedir, burada çevreden her bir yansıma, spesifik bir güç, gecikme kayması ve Doppler kayması olan kademe olarak görünmektedir.

Diğer bir deyişle; genellikle çevredeki nesneler, iletilen elektromanyetik dalgayı yansıtmaktadır. Alıcı tarafında, nesnenin konumuna dayalı olarak yansımayı teker teker (gecikme ile) alırız. Yansımalar arasındaki gecikme, nesne ile alıcı arasındaki aralığı hesaplamak için kullanılabilir. Ayrıca nesne, alıcıya göre nispeten hareket ediyorsa, bir doppler uygulanacak ve elektromanyetik dalgaya eklenecektir. Doppler kayması, nesne (yansıtıcı) ile alıcı arasındaki göreceli hızı hesaplamak için kullanılabilir.

Buluşun bir yapılandırmasında, buluş, kanal tahminine yönelik ortogonal frekans bölme çokluma (OFDM) dalga biçimine eklenen pilotların tasarlanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir, burada söz konusu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir;

(i) aşağıdaki adımları içeren (veya aşağıdaki adımları gerçekleştiren) vericide dalga biçimi oluşturma;

- o Başlangıçtaki pilot oranının tanımlanması,
- o Her bir zaman diliminde frekansta ve kaymada eşit aralıklandırılan zaman-frekanstaki pilotların seçilmesi,
- o Gecikme-Doppler alanında gösterim yerleşimi sağlamak üzere pilotların karmaşık değerlerinin seçilmesi.

ve

(ii) alıcıda tahmin ve tespit, alınan pilotların değerlerinin gecikme-Doppler alanına dönüştürülmesini içermektedir, burada çevreden her bir yansıma, spesifik bir güç, gecikme kayması ve Doppler kayması olan kademe olarak görünmektedir.

Örnekler

Örnek 1: Mevcut buluşa göre yöntemin uygulaması

5 Verici tarafında:

Pilotlar, bu pilotların gecikme-Doppler alanında eşdeğer gösteriminin gecikme-Doppler alanına yerleştirileceği şekilde bunlara spesifik karmaşık değerler atayarak zaman-frekans alanında dikkatli bir şekilde seçilmektedir. Aşağıdaki kriterler göz önüne alınmalıdır:

10

- İlk olarak, pilot oranı başlangıçta tanımlanmaktadır, bu adım tahmin edilen gecikmelerin aralığını ve Doppler'leri etkileyecektir.

15

- Zaman-frekanstaki pilotlar, her bir zaman diliminde frekansta eşit aralıklandırılacak ve kaydırılacak şekilde seçilmektedir.

- Gecikme-Doppler alanında gösterimi yerleştirmek üzere pilotların karmaşık değerleri seçilmektedir.

20

Örneğin, Şekil 1'de görüldüğü üzere, pilotlar, bunlara spesifik karmaşık değerler atayarak zaman-frekans alanında dikkatli bir şekilde seçilirse, bu pilotların gecikme-Doppler alanında eşdeğer gösterimi, Şekil 2'de gösterilmektedir, burada zaman-frekanstaki tüm pilotlar gecikme-Doppler alanına yerleştirilmiş hale gelmektedir.

25

İletişim verileri, zaman-frekans alanındaki boş ızgaraya atanacaktır.

Alıcı tarafında:

30

Alıcı tarafında tasarlanan sistem aşağıdaki gibi algılamaya yönelik kullanılabilmektedir: Alıcı, alınan pilotların değerlerini gecikme-Doppler alanına dönüştürmektedir, burada çevreden her bir yansıma, spesifik bir güç, gecikme kayması ve Doppler kayması olan kademe olarak görünmektedir.

Buluşun Endüstriyel Uygulanabilirliği

Buluşun yöntemi, algılama veya birleşik iletişim ve algılama ile ilgili endüstriye uygulanabilmektedir.

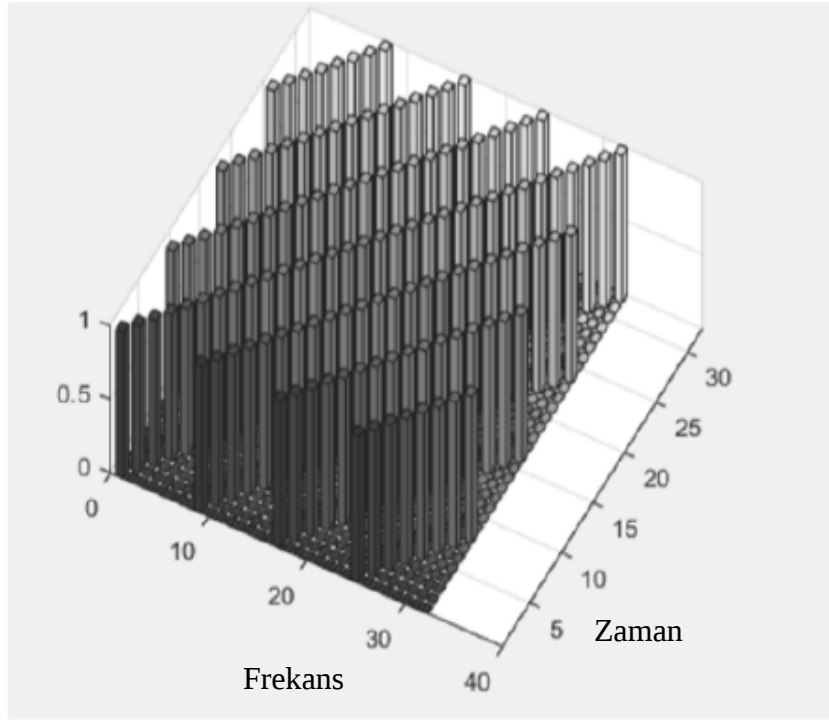
5 Spektrum tıkanıklığındaki artış nedeniyle araştırmacılar, spektrumu daha etkili kullanmanın yeni yollarını bulmakla ilgilenmektedir. Spektrum tıkanıklığı sorununa ek olarak, yakın zamanda, ordu, havacılık ve meteorolojideki klasik uygulamalarına ek olarak radarın tüketici piyasasında birçok yeni uygulama bulmasıyla bu yöndeki çabalar daha fazla hızlanmıştır. Bu, otonom araçlarda uyarlanabilir seyir kontrolü, şerit değiştirme desteği, arkadan geçen trafik uyarıları ve engelden kaçınma gibi otomotiv endüstrisindeki uygulamaları içermektedir. Radarlar ayrıca destekli yaşam gibi sağlıkta yeni uygulamalar bulmaktadır. Aynı zamanda, araçtan araca (V2V) iletişimlerine artan ilgi vardır ve çeşitli güvenlik fonksiyonları, akıllı trafik uygulaması sağlamak ve otonom araçları geliştirmek üzere büyük çabalar harcanmıştır. Dolayısıyla, radar ve iletişim fonksiyonlarının entegrasyonundan faydalanan birçok uygulama vardır. Böylece, radar ile iletişim sistemleri arasında spektrum paylaşımı, son yıllarda büyük oranda ilgi çekmiştir.

Daha spesifik olarak, OFDM dalga biçimini kullanarak veya yalnızca düşük karmaşıklıkla alıcılar ile algılama yaparak güvenilir birleşik iletişim ve radar sağlamak için bu buluşu herhangi bir kablosuz iletişim teknolojisi kullanabilmektedir. Her iki standartta sağlanan çoklu nokta koordinasyonu desteği nedeniyle 3GPP'ye dayalı hücreli ve IEEE 802.11'e dayalı Wi-Fi ağları gibi standartlar veya herhangi bir kablosuz ağ, buluş ile özellikle ilgilidir. Ayrıca, bu buluşta açıklanan yöntem, söz konusu standartların herhangi birini destekleyebilen herhangi bir cihaz, sistem veya ağda uygulanabilmektedir, örneğin: kod bölmeli çoklu erişim (CMDA), frekans bölmeli çoklu erişim (FDMA), Mobil iletişim için Küresel Sistem (GSM), GSM/Genel Paket Radyo Hizmeti (GPRS), Gelişmiş Veri GSM Ortamı (EDGE), Geniş bant-CDMA (W-CDMA), Optimize Edilmiş Evrim Verisi (EV-DO), Yüksek Hızlı Paket Erişimi (HSPA), Yüksek Hızlı Aşağı Bağlantı Paket Erişimi (HSDPA), Yüksek Hızlı Yukarı Bağlantı Paket Erişimi (HSUPA), Gelişmiş Yüksek Hızlı Paket Erişimi (HSPA+), Uzun Dönem Evrim (LTE), AMPS, 5G Yeni Radyo (NR) veya bir kablosuz, kablolu veya nesnelerin interneti (IoT) ağında iletişim kurmak için kullanılan bilinen diğer sinyaller.

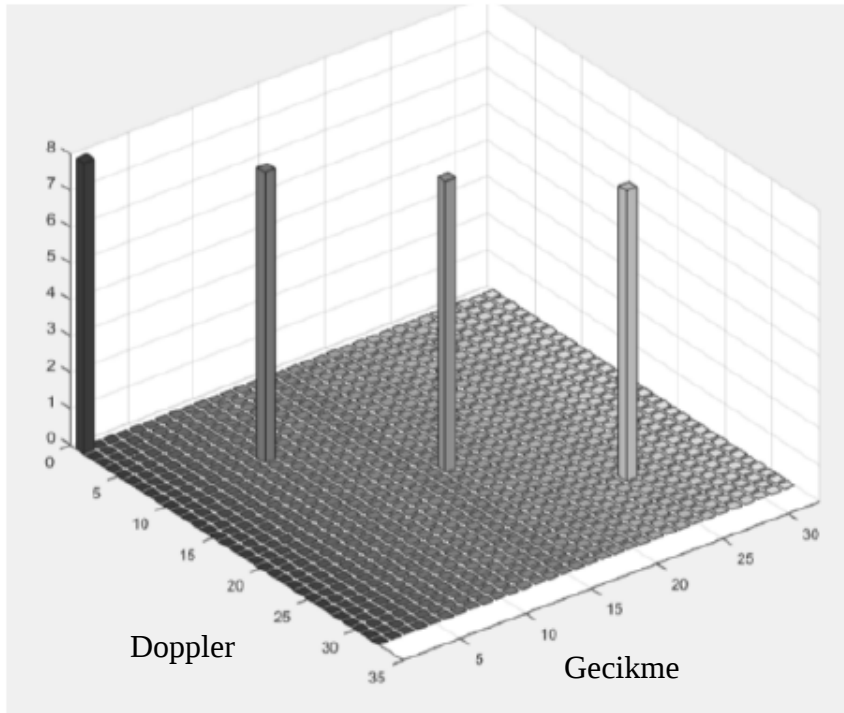
Bu temel konseptler arasında, buluşun konusuna ilişkin birkaç yapılandırma geliştirmek mümkündür; dolayısıyla buluş, burada açıklanan örnekler ile sınırlandırılmamaktadır ve

buluş esas olarak istemlerde tanımlandığı gibidir. Uygun olduğunda ayrı buluş yapılandırmaları birleştirilebilmektedir.

5 Teknikte uzman bir kişinin, benzer yapılandırmalar kullanarak buluş yeniliğini aktarabileceği ve/veya bu tür yapılandırmaların, ilgili teknikte kullanılanlara benzer diğer alanlara uygulanabileceği anlaşıldır. Dolayısıyla, ayrıca bu tür yapılandırmaların, yenilik kriterinden ve tekniğin durumunu aşma kriterinden yoksun olduğu anlaşıldır.



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2