

ÖZET

STATİK VE MOBİL GERİ SAÇILIM CİHAZLARINA YÖNELİK DİKEY ZAMAN 5 FREKANS ALANI (OTFS) DALGA FORMU KULLANILARAK GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİNDE ÇOKLAMA

10 Bu buluş, bir dikey zaman-frekans alanı (OTFS) dalga formu kullanılarak mobilitesi olan ve olmayan çoklu geri saçılım cihazlarının (yani Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri/cihazları) çoklanmasına yönelik bir yöntemle ilgilidir. Önerilen yöntemde, iletim noktası, geri saçılım cihazları tarafından modüle edilen ve geri saçılan havadaki bir OTFS sinyalinin iletmektedir. Geri saçılım cihazları tarafından iletilen bilgiler, gecikme-Doppler alanında tespit edilmektedir.

İSTEMLER

1. Dikey zaman-frekans alanı (OTFS) sinyali üzerinden geri saçılım iletişimde çoklu mobil veya statik geri saçılım cihazlarının çoklanmasına yönelik bir yöntem olup, daha sonra geri saçılım cihazları bir radyo frekansı (RF) kaynağı tarafından iletilen OTFS sinyalinin modüle etmektedir ve geri saçılmaktadır, burada
 - Mobilite söz konusu ise; geri saçılım cihazlarının sinyalleri, alıcıda hem gecikme hem de Doppler alanlarında ayrılmaktadır veya
 - Mobilite söz konusu değilse; her bir geri saçılım cihazının verileri, alıcıda gecikme alanında ayrılmaktadır.
2. İstem 1'e göre çoklu geri saçılım cihazlarının çoklanmasına yönelik bir yöntem olup, burada söz konusu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir:
 - i. Ortamda bulunan tüm geri saçılım cihazlarına karşılık gelen gecikmelerin ve Doppler kaymalarının belirlendiği eğitim aşaması
 - ii. OTFS modülasyonlu sinyalin iletimi
 - iii. Geri saçılım cihazında sinyal modülasyonu ve
 - iv. Geri saçılım cihazlarının sinyalinin tespiti
3. İstem 1'e göre bir yöntem olup, sinyali geri saçmayacak ve daha sonra tüm geri saçılım cihazlarını sinyali geri saçmaları için açacak ve gecikme ve/veya Doppler bilgisi alıcıda alınacak şekilde, (i) adımında, ortamda bulunan tüm geri saçılım cihazlarına karşılık gelen gecikmelerin ve Doppler kaymalarının tanımlanmasının, tüm geri saçılım cihazları kapatılarak yapılması ile karakterize edilmektedir.
4. İstemler 1-3'ten herhangi birine göre bir yöntem olup, (ii) adımında, gecikme-Doppler kılavuzunda düzenlenen veriler ve/veya pilot sembollerin, ters simplektik hızlı Fourier dönüşümü (ISFFT) kullanılarak zaman-frekans alanına modüle edilmesi ve daha sonra, bu

modüle edilmiş zaman-frekans sembollerinin, Heisenberg dönüşümü kullanılarak zaman alanı sinyaline dönüştürülmesi ve kanal üzerinden iletilmesi ile karakterize edilmektedir.

5. İstem 4'e göre bir yöntem olup, (ii) adımında gecikme-Doppler kılavuzundaki sembollerin düzenlenmesinin, sistem konfigürasyonunun (a) monostatik ve bistatik iletişim veya (b) simbiyotik radyo sistemi olmasına bağlı olması ile karakterize edilmektedir.
6. İstem 5'e göre bir yöntem olup, monostatik ve bistatik iletişimde, iletim noktasının kanal üzerinden sadece OTFS modülasyonlu pilot sembolleri göndermesi ile karakterize edilmektedir.
7. İstem 5'e göre bir yöntem olup, simbiyotik radyo sisteminde, ortam kablosuz sistemi ve geri saçılım iletişimi için ortak bir vericinin tasarlanması, örneğin iletim noktasının, ortam kablosuz sisteminin pilot ve veri sembollerini ve OTFS çerçevesinde düzenlenmiş koruma sembollerini göndermesi ile karakterize edilmektedir,

$$[k, l] = \begin{cases} x_p & k_p = l_p \\ 0 & k_p + k_v \leq k \leq k_p - k_v \\ x_d[k, l] & l_p + l_\tau \leq l \leq l_p - l_\tau \\ & \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

burada x_p pilot sembollerdir, x_d veri sembolleridir, $0 \leq k \leq N - 1$ Doppler kutularıdır, $0 \leq l \leq M - 1$ gecikme kutularıdır, l_τ ve k_v sırasıyla gecikme kademeleri ve Doppler kademeleridir.

8. İstem 7'ye göre bir yöntem olup, pilotun, M gecikme kutuları ve N Doppler kutuları ile gecikme-Doppler kılavuzundaki gecikme (l_p) ve Doppler (k_p) kutularına yerleştirilebilmesi ve Boş kutuların ($\circ$), alıcıda girişimi önlemek için veri sembolleri ve pilot arasında koruma periyotları olarak bırakılması ve pilotun, hem kanal tahmini hem de geri saçılım iletişimi için kullanılması ile karakterize edilmektedir.

9. İstemler 1 ila 8'den herhangi birine göre bir yöntem olup, i'inci geri saçılım cihazının BD_i (203) olarak gösterildiği, her bir geri saçılım cihazının, sırasıyla 1 ve 0 iletmek için antenlerini yansıtma ve yansıtma durumlarına geçirerek gelen OTFS modülasyonlu sinyali modüle ettiği, (iii) adımında ortamda $i = \{1, 2, \dots, MN - 1\}$ geri saçılım cihazının bulunması ile karakterize edilmektedir.

10. İstemler 1 ila 9'dan herhangi birine göre bir yöntem olup, (iv) adımında alıcıda (202) modüle edilmiş geri saçılım sinyallerini tespit etmek için Wigner dönüşümü ve örnekleme uygulanarak zaman-alanı alınan sinyalinin zaman-frekans alanına dönüştürülmesi ve daha sonra geri saçılım cihazlarının sinyallerinin, yöntemin (i) adımında belirlendiği üzere mesafelerine ve mobilitelerine göre farklı gecikmeler ve Doppler kaymaları ile alındığı, zaman-frekans sinyaline simplektik hızlı Fourier dönüşümünün uygulanması ve gecikme-Doppler alanına dönüştürülmesi ile karakterize edilmektedir.

11. İstem 10'a göre bir yöntem olup, geri saçılım cihazlarının mobil olmadığı durumlarda gecikmelerde ayrılımları ile karakterize edilmektedir.

12. İstem 10'a göre bir yöntem olup, geri saçılım cihazlarının mobil olduğu durumlarda, hem gecikmelerde hem de Doppler kaymalarında ayrılımları ile karakterize edilmektedir.

13. Önceki istemlerden herhangi birine göre bir yöntem olup, geri saçılım cihazının monostatik, bistatik, ortam veya simbiyotik olması ile karakterize edilmektedir.

14. IoT cihazları için geri saçılım iletişimini çoklamaya ve mobilite senaryolarını desteklemeye yönelik, İstemler 1 ila 13'ten herhangi birine göre bir yöntemin kullanımı.

15. İstemler 1-13'ün yönteminin, IoT cihazları ve sensörleri ile RFID uygulamalarına yönelik olması ile karakterize edilen, İstem 14'e göre bir yöntemin kullanımı.

TARİFNAME

STATİK VE MOBİL GERİ SAÇILIM CİHAZLARINA YÖNELİK DİKEY ZAMAN FREKANS ALANI (OTFS) DALGA FORMU KULLANILARAK GERİ SAÇILIM İLETİŞİMİNDE ÇOKLAMA

Teknik Alan

Bu buluş, bir dikey zaman-frekans alanı (OTFS) dalga formu kullanılarak mobilitesi olan ve olmayan çoklu geri saçılım cihazlarının (yani Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri/cihazları) iletişiminin çoklanmasına yönelik bir yöntemle ilgilidir. Önerilen yöntemde, iletim noktası, geri saçılım cihazları tarafından modüle edilen ve geri saçılan havadaki bir OTFS sinyalini iletmektedir. Geri saçılım cihazları tarafından iletilen bilgiler, gecikme-Doppler alanında tespit edilmektedir.

Önceki Teknik

Kablosuz bağlantı, bilgi paylaşmak ve verileri buluta aktarmak için IoT cihazlarının temel bir gereksinimidir. Geleneksel olarak, bu cihazlar enerji kısıtlamasına ve düşük veri hızına sahiptir ve daha uzun süre çalışmaları beklenmektedir. Ancak, iletişim için aktif sinyal iletimi önemli miktarda güç tüketmektedir ve pil ömrünü kısaltmaktadır. Geri saçılım iletişimi, örneğin uzun menzilli radyo erişimi (LoRA), dar bantlı IoT (NB-IoT), Bluetooth düşük enerji (BLE) gibi IoT için önerilen geleneksel kablosuz sistemlerden çok daha az miktarda güç tüketen bu sorunu çözmek için potansiyel bir aday olarak önerilmiştir. Aynı ortamda bulunan birden fazla IoT cihazı için geri saçılım iletişimini sağlamak, ortam geri saçılım iletişimi durumunda, geri saçılım cihaz girişimi ve doğrudan bağlantı girişimi nedeniyle zordur. Mobilite söz konusu olduğunda sinyal ayrımı ve girişim sorunları daha da kötüleşmektedir. Çok sayıda mobil IoT cihazının çoklanması ve geri saçılan sinyalinin güvenilirlikle ayrılması, alıcıdaki çoklu cihazların tespitini ve kararlılığını sağlayan bir dalga formu tasarımına ihtiyaç duymaktadır.

5 Geri saçılım iletişimi alanında çoklama ile ilgili çok az çalışma vardır. Çoklu cihazların geri saçılım iletişimini desteklemenin bir yolu, onları zaman alanında veya farklı cihazlara farklı zaman dilimlerinin tahsis edildiği zaman bölmeli çoklu erişim kullanımında çoklamaktır. Diğer bir yol, alıcıdaki geri saçılan sinyaller arasında girişimi önlemek için her bir geri saçılım cihazına farklı dikey kod atamaktır. Geri saçılım cihazları da etiketinin empedansları arasındaki frekans geçişine dayalı olarak çoklanmaktadır. Dikey olmayan çoklu erişim (NOMA) tabanlı yaklaşımlar, geri saçılım cihazlarının farklı yansıma katsayıları ile uzamsal bölgelerde çoklandığı önceki yayınlarda kullanılmaktadır. Başka bir yayında, çoklu geri saçılım cihazları iletişiminde radyo frekansı kaynağından gelen geri saçılım cihaz girişimini ve doğrudan bağlantı girişimini azaltmak için bir stokastik optimizasyon alıcı tasarımı önerilmiştir. Ortam RF kaynağından gelen doğrudan bağlantı girişimi, alma uzamsal filtrelemesi kullanılarak iptal edilmektedir ve geri saçılım cihazları arası girişim, iletme uzamsal filtrelemesi yoluyla azaltılmaktadır. Benzer şekilde, geniş akıllı yüzeyde (LISA)/yeniden yapılandırılabilir akıllı yüzeylerde (RIS) uzamsal filtrelemede çoklu geri saçılım cihazlarının verilerini çoklamak ve girişim sorunlarını azaltmak için kullanılmaktadır.

Daha önce önerilen tekniklerin dezavantajları şunlardır:

- 1- Zaman bölmesi tabanlı çoklama şeması, tek bir cihaz için zaman dilimi sayısını artırarak dahi uygulamada kanal sönümleme etkisi ile mücadele etmede yetersizdir. Ayrıca cihaz sayısı arttıkça zaman diliminin boyutu da azalmaktadır. Böylece, artan cihaz sayısı ile veri hızı azalmaktadır.
- 2- Dikey kod tabanlı çoklama şeması, geri saçılım cihazları arasındaki koordinasyonu gerektirmektedir ve artan sayıda cihazla birlikte şemanın performansı bozulmaktadır.
- 3- Frekans geçişi şemalarının sınırlandırılması, aynı zamanda, güç ve işleme sınırlı cihazlar için uygun olmayan geri saçılım cihazları arasındaki koordinasyonla da ilgilidir.
- 4- NOMA tabanlı şemalar, az sayıda geri saçılım cihazıyla iyi çalışmaktadır; ancak, cihaz sayısı arttıkça performans önemli ölçüde düşmektedir.
- 5- Stokastik optimizasyona ve RIS'ye dayanan önerilen çoklama şemaları, çoklu geri saçılım cihaz iletişimi için girişimi azaltmaktadır, ancak mobilite senaryoları tam olarak araştırılmamıştır.

Mobilite söz konusuysa ve cihaz sayısı fazlaysa, mevcut çoklama teknikleri birden fazla cihazın verilerini tespit edememektedir. Ek olarak, mevcut teknikler yalnızca birkaç geri saçılım cihazını çoklayabilmektedir.

5 Buluşun Amacı

IoT uygulamaları sağlık, tarım, ulaşım, endüstriyel otomasyon, uzaktan izleme vb. alanlarda hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Genellikle IoT cihazları ve sensörleri veri toplamak ve aktarmak için kullanılmaktadır ve daha uzun süre çalışmaları beklenmektedir. IoT'nin iki ana uygulama senaryosu sağlık ve ulaşım. Sağlık uygulamalarında, sağlık istatistiklerinin izlenmesi veya dozun serbest bırakılması gibi birden fazla fonksiyonu gerçekleştirmek için vücuda birden fazla IoT cihazı implante edilebilmektedir. Cihazların kullanım ömrü daha kısaysa, cihazların düzenli olarak değiştirilmesi gerekmektedir ve bu durum, hem hastalar hem de sağlık personeli için elverişsizdir. Öte yandan ulaşım, otonom sürüş ve dronların altyapı ile etkileşime girmesi ve düşük hızdan yüksek hıza kadar mobilite fonksiyonlarını desteklemek için veri toplaması gerekmektedir. Özellikle çevre veya trafik izleme ve kontrolü için küçük dronlar veya uçan makineler sınırlı güce ve yüksek mobiliteye sahiptir. Güç tüketimini azaltmak ve bu tür cihazların çalışma süresini artırmak için geri saçılım iletişimi potansiyel bir aday olarak kabul edilmektedir. Ancak, çoklu geri saçılım cihazlarına iletişim sağlamak zordur.

20

Buluş aşağıdakileri amaçlamaktadır:

- 1- OTFS modülasyonlu sinyal tabanlı geri saçılım iletişimi aracılığıyla çoklu IoT cihazlarına düşük güç ve girişimsiz iletişim sağlanması.
- 2- Yüksek mobiliteye sahip IoT cihazları için geri saçılım iletişiminin sağlanması.
- 25 3- Açıklama sayesinde monostatik, bistatik ve ortam gibi geri saçılım iletişiminin farklı konfigürasyonlarının desteklenmesi.
- 4- Çok sayıda geri saçılım cihazının çoklanması.
- 5- Geri saçılım iletişiminin güvenilirliğini artırmak için OTFS dalga formu tarafından sağlanan çeşitlilik kazanımlarından yararlanılması.

30

Buluşun Kısa Açıklaması

Mevcut buluş, çoklu geri saçılım cihazların iletişiminin çoklanmasına yönelik bir yöntemle ilgili olup, burada söz konusu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir;

- i. Ortamda bulunan tüm geri saçılım cihazlarına karşılık gelen gecikmelerin ve Doppler kaymalarının belirlendiği eğitim aşaması
- ii. OTFS modülasyonlu sinyalin iletimi
- iii. Geri saçılım cihazlarında sinyal modülasyonu
- iv. Geri saçılım cihazlarının sinyallerinin tespiti

Buluşun yöntemi, OTFS sinyali üzerinden geri saçılım iletişimde çoklu mobil/statik IoT cihazlarını çoklayabilmektedir. Geri saçılım cihazları, RF kaynağı tarafından iletilen OTFS modülasyonlu sinyali modüle etmekte ve geri saçmaktadır, burada mobilite söz konusu değilse, her bir geri saçılım cihazının verileri gecikme alanında ayrılmaktadır. Ek olarak, geri saçılım cihazları mobil ise, sinyalleri hem gecikme hem de Doppler alanlarında ayrılabilir.

Bir yönüyle, mevcut buluş monostatik, bistatik ve ortam gibi geri saçılım iletişim sisteminin tüm konfigürasyonlarına uygulanabilir olabilmektedir.

Geri saçılım iletişimi, özellikle IoT cihazları için aktif iletişim sistemlerine kıyasla düşük güçte iletişim sağlamak için potansiyel bir aday olarak kabul edilmiştir. Geri saçılım iletişimde verici ve alıcı konumuna göre monostatik, bistatik ve ortam olmak üzere üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Monostatik ve bistatik konfigürasyonlarda, taşıyıcı sinyal tasarımı gereksinimlere göre kontrol edilmektedir; bununla birlikte, ortam geri saçılım iletişimi durumunda, birincil iletişim amaçları için iletildiği için taşıyıcı sinyal üzerinde geri saçılım iletişimini desteklemekten başka bir kontrol yoktur. Bununla birlikte, bir simbiyotik radyo, ortam geri saçılım iletişiminin yalnızca sinyali paylaşmasına değil, aynı zamanda ortak verici ve alıcı tasarımı gibi altyapıyı birincil sistemle paylaşmasına izin vermektedir (yani, geleneksel bir kablosuz iletişim sistemi, örneğin WiFi, Hücresel). Taşıyıcı sinyalin tasarımı veya taşıyıcı sinyalin dalga formu, alıcıdaki sinyali tespit etmek için kritik öneme sahiptir. Diğer dalga formlarından farklı olarak, OTFS dalga formu, gecikme-Doppler alanındaki sinyalleri modüle etme ve tespit etme gibi benzersiz bir özelliğe sahiptir. OTFS dalga formunun kullanılmasıyla

buluşta önerilen yöntem, farklı sistem konfigürasyonlarında mobilitesi olan ve olmayan çoklu geri saçılım cihazlarının iletişimini sağlamaktadır.

Örneğin, monostatik konfigürasyonda, sinyal kaynağı ve alıcı aynı cihazda bulunmaktadır; 5 bununla birlikte, bistatik konfigürasyonda, sinyal kaynağı ve verici ayrı olarak konumlandırılmaktadır. Ayrıca, ortam geri saçılım iletişim sistemi bir tür bistatik iletişim sistemidir, ancak bir tahsisli sinyal kaynağı kullanmak yerine, TV kuleleri, hücresel baz istasyonları ve WiFi erişim noktaları gibi ortam kablosuz sistemlerinin iletim noktası tarafından 10 iletilen sinyaller, geri saçılım iletişimi için kullanılmaktadır. Ayrıca, birincil kablosuz sistemin ortak bir verici ve/veya alıcı tasarımı aracılığıyla ortam geri saçılım iletişimi ile işbirliği yaptığı bir simbiyotik radyo sistemini de düşünmekteyiz. Şekil 1, buluşta önerilen yöntemin adımlarını göstermektedir.

Şekillerin Açıklaması

- 15
- Şekil 1: Mevcut açıklamanın belirli yönlerine göre temel işlemlerin akış şeması.
- 110: Eğitim aşaması
- 20 120: OTFS modülasyonlu sinyal iletimi
- 130: Geri saçılım cihazında sinyal modülasyonu
- 140: Geri saçılım cihazlarının sinyal tespiti
- 25
- Şekil 2: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında iletilen sinyal (220) ve hiçbir geri saçılım cihazı (203) iletim yapmadığında alınan sinyal (230) ile bistatik geri saçılım iletişim sistemi modelinin bir gösterimi.
- 30 201: OTFS'nin Sinyali Modüle Ettiği İletim Noktası

	202: Alıcı	
	203: Çoklu antenlerle donatılmış geri saçılım cihazı	
5	204: İletim noktası (201) ile geri saçılım cihazı (203) arasındaki kanal	
	205: İletim noktası (201) ve alıcı (202) arasındaki kanal	
10	206: Gecikme	
	207: Doppler	
	208: Pilot Sembol	
15	209: Boş kutu	
	210: Dolu kutu	
20	211: Geri saçılım cihazının sinyal kutusu	
	220: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında iletilen sinyal	
	230: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında alınan sinyal	
25	Şekil 3: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında iletilen sinyal (220) ve bir geri saçılım cihazı (203) iletim yaparken alınan sinyal (230) ile bistatik geri saçılım iletişim sistemi modelinin bir gösterimi.	
30	301: Geri saçılım cihazı (203) ile alıcı (202) arasındaki kanal.	

Şekil 4: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında iletilen sinyal (220) ve tüm geri saçılım cihazları (203) iletim yaparken alınan sinyal (230) ile bistatik geri saçılım iletişim sistemi modelinin bir gösterimi.

5 Şekil 5: Gecikme (206)-Doppler (207) alanında pilot ve veri sembolü yerleşimi iletilmiş sinyali (220) ve tüm geri saçılım cihazları (203) bir simbiyotik ortam geri saçılım iletişim sisteminde iletim yaparken alınan sinyalin (230) bir gösterimi.

501: Veri sembolü

10

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Mevcut buluş, çoklu geri saçılım cihazlarının iletişiminin çoklanmasına yönelik bir yöntemle ilgili olup, burada söz konusu yöntem aşağıdaki adımları içermektedir;

15

- Ortamda bulunan tüm geri saçılım cihazlarına karşılık gelen gecikmelerin ve Doppler kaymalarının belirlendiği eğitim aşaması
- OTFS modülasyonlu sinyalin iletimi
- Geri saçılım cihazında sinyal modülasyonu ve
- 20 - Geri saçılım cihazlarının sinyalinin tespiti

Buluşun yöntemi şu açılardan yenidir: (i) Geri saçılım cihazları verilerinin OTFS modülasyonlu sinyal üzerinden çoklanması, (ii) Alıcıdaki gecikme-Doppler alanında geri saçılım cihazlarının sinyal ayrımı, (iii) Ortam geri saçılım iletişimini desteklemek için ortak verici ve ortak alıcıya sahip bir OTFS dalga formu tabanlı simbiyotik radyo sistemi ve (iv) Geri saçılım iletişiminin güvenilirliğini geliştirmek için OTFS dalga formu tarafından sağlanan çeşitlilik kazanımlarından yararlanılması.

25

Burada, mevcut buluşa göre yöntemin adımlarının her birinin ayrıntılı bir açıklaması aşağıda verilmektedir.

30

Eğitim Aşaması (110):

Eğitim aşamasında, ortamda bulunan tüm geri saçılım cihazlarına (203) karşılık gelen gecikmeler ve Doppler kaymaları tespit edilmektedir. Geri saçılım cihazları (203) ile ilgili gecikme (206)-Doppler (207) bilgisini elde etmenin bir yolu olarak (zorunlu olarak tek yol değil), başlangıçta tüm geri saçılım cihazları kapatılmaktadır ve Şekil 2'deki 230'da gösterildiği gibi sinyali geri saçmamaktadırlar (yani yansıtma durumu). Daha sonra, sinyali (yani yansıtma durumu) geri saçmak için her bir geri saçılım cihazı (203) açılmaktadır ve gecikme (206)-Doppler (207) bilgisi Şekil 2'de gösterildiği gibi alıcıda (202) elde edilmektedir. Şekil 2'deki 202'deki çizgi deseni (211) olan kutular, geri saçılım cihazları (203) nedeniyle meydana gelen gecikmeleri (206) ve Doppler (207) kaymalarını göstermektedir.

OTFS modülasyonlu sinyal iletimi (120):

Bu adımda, gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzunda düzenlenen veriler (501) ve/veya pilot semboller (208), ters simplektik hızlı Fourier dönüşümü (ISFFT) kullanılarak zaman-frekans alanına modüle edilmektedir. Daha sonra, bu modüle edilmiş zaman-frekans sembolleri, Heisenberg dönüşümü kullanılarak zaman alanı sinyaline dönüştürülmektedir ve kanal üzerinden iletilmektedir. Gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzunda iki tip sembol düzenlemesi, daha önce bahsedilen ve aşağıda açıklanan sistem konfigürasyonlarına göre kullanılmaktadır:

1. Monostatik ve bistatik iletişim durumunda, iletim noktası (201), Şekiller 2, 3 ve 4'te gösterildiği gibi kanal üzerinden sadece OTFS modülasyonlu pilot sembolleri (208) göndermektedir. Şekil 2, pilot sembolü gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzundaki kutunun x ile gösterildiği ve boş kutuların $\circ$ (209) ile belirtildiği sistem modelini göstermektedir. Gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzu, M gecikme kutularından ve N Doppler kutularından oluşmaktadır.

2. Simbiyotik radyo sistemi durumunda, birincil kablosuz sistem ve ortam geri saçılım iletişimi için ortak bir verici tasarlanmaktadır; bir yol, 201'in birincil kablosuz sistemin pilot sembolleri (208) ve veri sembollerini (501) ve Raviteja, Patchava, Khoa T. Phan ve Yi Hong, "Embedded pilot-aided channel estimation for OTFS in delay-Doppler channels." IEEE

Transactions on Vehicular Technology 68.5 (2019): 4906-4917 tarafından verilen Şekil 5'te gösterildiği gibi OTFS çerçevesinde düzenlenen koruma sembollerini (209) göndermesidir.

$$x[k, l] = \begin{cases} x_p & k_p = l_p \\ 0 & k_p + k_v \leq k \leq k_p - k_v \\ x_d[k, l] & l_p + l_r \leq l \leq l_p - l_r \\ & \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

5

burada x_p , pilot sembolleri (208) belirtmektedir; x_d , veri sembollerini (501) belirtmektedir; $0 \leq l \leq M - 1$, gecikme (206) kutularını belirtmektedir; $0 \leq k \leq N - 1$, Doppler (207) kutularını belirtmektedir; ve l_r ve k_v sırasıyla gecikme (206) kademelerini ve Doppler (207) kademelerini belirtmektedir. Pilot semboller (208), gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzundaki gecikme (206) (l_p) kutularına ve Doppler (207) (k_p) kutularına M gecikme kutuları ve N Doppler kutuları ile yerleştirilebilmektedir. Boş kutular (209), alıcıda girişimi önlemek için veri sembolleri (501) ve pilot semboller (208) arasında koruma periyotları olarak bırakılmaktadır. Pilot semboller (208) hem kanal tahmini hem de geri saçılım iletişimi için kullanılmaktadır.

15 Geri saçılım cihazlarında sinyal modülasyonu (130):

Ortamda $i = \{1, 2, \dots, MN - 1\}$ geri saçılım cihazı (203) bulunmaktadır, burada i 'inci geri saçılım cihazı BD_i (203) olarak gösterilmektedir. Örneğin, her bir geri saçılım cihazı (203), sırasıyla 1 ve 0 iletmek için antenlerini yansıtma ve yansıtma durumlarına geçirerek gelen OTFS modülasyonlu sinyali modüle etmektedir. Şekil 2, tüm geri saçılım cihazlarının (203) yansıtma durumunda olduğu senaryoyu göstermektedir; bu nedenle, geri saçılım cihazlarının (203) sinyalleri 202'de alınmamaktadır. Şekil 3'te bir geri saçılım cihazı (203) yansıtma durumundadır ve diğerleri yansıtma durumundadır. Şekil 4, tüm geri saçılım cihazlarının (203) yansıtma durumunda olduğu ve geri saçılan sinyallerin 202'de alındığı senaryoyu göstermektedir. Ayrıca, bu geri saçılan cihazlar (203), gecikme (206)-Doppler (207) alanında çoklanmaktadır ve gelen OTFS modülasyonlu sinyalde sırasıyla mesafelerine ve mobilitelerine göre farklı gecikmeler (206) ve Doppler (207) kaymaları oluşturmaktadır. Önerilen yöntem tüm senaryolarda kullanılabilir ve daha yüksek veri hızları için daha yüksek modülasyon sırasına sahip diğer modülasyon şemaları da düşünülebilir.

25

Geri saçılım cihazları sinyal tespiti (140):

Modüle edilmiş geri saçılım sinyallerini 202'de saptamak için, zaman-alan alınan sinyali, Wigner dönüşümü ve örnekleme uygulanarak zaman-frekans alanına dönüştürülmektedir. Daha sonra, zaman-frekans sinyaline simplektik hızlı Fourier dönüşümü uygulanmaktadır ve gecikme (206)-Doppler (207) alanına dönüştürülmektedir. Geri saçılım cihazlarının (203) sinyalleri, eğitim aşamasından bilinen, sırasıyla mesafelerine ve mobilitelerine (230) göre farklı gecikmeler (206) ve Doppler (207) kaymaları ile alınmaktadır. Geri saçılım cihazları (203) hareket etmiyorsa, gecikmeler halinde ayrılmaktadırlar. Aksi takdirde, geri saçılım cihazları (203) hem gecikmelerde (206) hem de Doppler (207) kaymalarında ayrılmaktadır. Şekil 2, tüm geri saçılım cihazları (203) bir yansıtma durumunda olduğunda, gecikme (206)-Doppler (207) alanında alınan pilot sembolleri göstermektedir. Gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzundaki çizgi deseni ile doldurulmuş gecikme (206)-Doppler (207) kutuları (211), geri saçılım cihazları (203) ile ilgili gecikmeleri (206) ve Doppler (207) kaymalarını belirtmektedir (bakınız Şekil 2). Çizgi deseni ile doldurulmuş kutular (211), 230 210'da alınan pilot sembolleri içerdiğinde, bu, geri saçılım cihazlarının (203) bir yansıtma durumunda olduğu anlamına gelmektedir (yani, 1 iletilmektedir) ve çizgi deseni ile doldurulmuş kutular (211) boş kutuları (209) içerdiğinde, bu, geri saçılım cihazlarının (203) bir yansıtma durumunda olduğu anlamına gelmektedir (yani, 1 iletilmektedir). Bununla birlikte, çizgi deseni ile doldurulmuş kutular (211) dışındaki kutulardaki alınan pilot semboller (208), geri saçılım cihazları (203) dışındaki çok yönlü bileşenlerden gelen sinyalleri göstermektedir. Şekil 3, sadece bir geri saçılım cihazı (203) bir yansıtma durumunda olduğunda, alınan pilotlar (210) ile gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzunda alınan sinyali (230) göstermektedir. Şekil 4'te, alınan sinyal, tüm geri saçılım cihazları (203) OTFS sinyalini geri saçarken, gecikme (206)-Doppler (207) kılavuzunda gösterilmektedir. Şekil 5, bir simbiyotik radyo sistemi durumunda alınan sinyali (230) göstermektedir, burada pilot semboller (210), geri saçılım iletişim sistemini ve 202'deki kanal tahminini tespit etmek için kullanılmaktadır ve geri saçılım sinyali tespiti, bistatik konfigürasyonda yukarıda belirtilen adımlar kullanılarak yapılmaktadır.

Buluşun Endüstriyel Uygulanabilirliği

5 Buluş, IoT cihazları için geri saçılım iletişimini çoklamaya yönelik yeni bir yöntemdir ve mobilite senaryolarını desteklemektedir. Bu, IoT cihazları ve sensörleri ile ilgili olan ve RFID uygulamaları geliştiren sektör için çok kritiktir.

İletişim ve/veya algılama ile sınırlı olmayan herhangi bir kablosuz teknoloji, bu buluşu geri saçılım sinyali iletimi ve/veya alımı için kullanabilmektedir.

10 3GPP tabanlı hücresel, IEEE 802.11 tabanlı LAN standartları, IEEE 802.15 tabanlı kablosuz kişisel alan ağı standartları, RFID ile ilgili standartlar (örneğin, ISO/IEC, ASTM) gibi standartlar, bir şekilde geri saçılım iletişiminin desteklenmesi nedeniyle özellikle önemlidir.

15 Ayrıca buluşta önerilen teknik, 3GPP tabanlı hücresel, IEEE 802.11 tabanlı LAN standartları, IEEE 802.15 tabanlı kablosuz kişisel alan ağı standartları, RFID ile ilgili standartlar (örneğin, ISO/IEC, ASTM) gibi yukarıda belirtilen standartlardan herhangi birini destekleyebilen herhangi bir cihaz, sistem veya ağ üzerinde uygulanabilmektedir.

Bu açıklamada kullanılan bazı terimlerin tanımları aşağıda verilmiştir;

20 "Geri saçılım iletişimi" terimi, vericinin, bilgisini alıcıya iletmek için iletim noktası tarafından iletilen sinyali modüle ettiği ve geri saçtığı bir iletişim yolunu ifade etmektedir.

25 "Monostatik geri saçılım iletişimi" terimi, sinyal kaynağının ve alıcının aynı cihazda bulunduğu bir tür geri saçılım iletişimini ifade etmektedir.

"Bistatik geri saçılım iletişimi" terimi, sinyal kaynağının ve alıcının birbirinden ayrıldığı bir tür geri saçılım iletişimini ifade etmektedir.

"Ortam geri saçılım iletişimi" terimi, geri saçılım cihazının, örneğin WiFi erişim noktası, TV kulesi, hücresel baz istasyonu vb. gibi ortam kaynaklarının sinyallerini kullandığı geri saçılım iletişimini ifade etmektedir.

5 "Simbiyotik Radyo" terimi, örneğin işbirlikçi ortam geri saçılım iletişimi gibi iki veya daha fazla radyo sisteminin birbirini desteklemek için karşılıklı olarak bir arada var olduğu bir tür radyo sistemini ifade etmektedir.

10 "Nesnelerin İnterneti (IoT)" terimi, çevre veya bunların kullanım şekli hakkında veri toplamak ve paylaşmak için internet üzerinden diğer cihazlara bağlanan bir cihaz ağını ifade etmektedir.

15 "Simplektik hızlı Fourier dönüşümü (SFFT)" terimi, karşılıklı zaman-frekans düzlemindeki bir kılavuz ile gecikme-Doppler düzlemindeki bir kılavuz arasındaki iki boyutlu (simplektik) Fourier dönüşümünü ifade etmektedir.

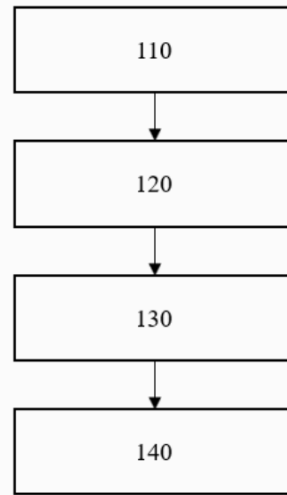
"Ters simplektik hızlı Fourier dönüşümü (ISFFT)" terimi, SFFT'nin ters işlemini ifade etmektedir.

20 "Heisenberg Dönüşümü" terimi, karşılıklı zaman-frekans düzlemindeki bir kılavuz ile zaman alanı arasındaki bir dönüşümü ifade etmektedir.

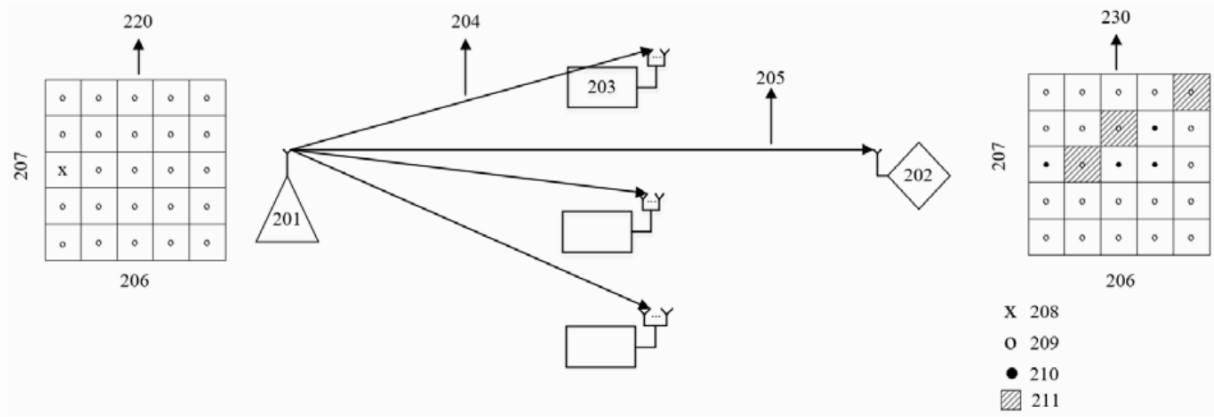
"Wigner Dönüşümü" terimi, Heisenberg Dönüşümünün tersini ifade etmektedir.

25 Bu temel kavramlar etrafında, buluşun konusu ile ilgili çeşitli yapılandırmalar geliştirmek mümkündür; bu nedenle buluş burada açıklanan örneklerle sınırlandırılmamaktadır ve buluş esas olarak istemlerde tanımlandığı gibidir.

30 Teknikte uzman bir kişinin benzer yapılandırmalar kullanarak buluşun yeniliğini aktarabileceği ve/veya bu tür yapılandırmaların ilgili teknikte kullanılanlar gibi diğer alanlara uygulanabileceği açıktır. Bu nedenle, bu tür yapılandırmaların yenilik kriterlerinden ve tekniğin bilinen durumunu aşma kriterlerinden yoksun olduğu da açıktır.



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2

