

ÖZET

ISAC UYGULAMALARI İÇİN FMCW VE OFDM İŞARETLERİNİN MİNİMUM GİRİŞİMLE ENTEGRE EDİLMESİ YÖNTEMİ

5

Bu buluş, Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) ile Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga (FMCW) sinyallerini sorunsuz bir şekilde birleştiren Entegre Algılama ve İletişim (ISAC) sistemleri için dalga biçimi tasarımına yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Temel yenilikler arasında Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) matrisinin köşegen elemanları kullanılarak hassas FMCW dalga formu çıkarımı, köşegen elemanların stratejik çarpımı ve bölünmesi ile elde edilen parazit azaltma, Ters Fourier Dönüşümü (IFFT) çıkışı ile eleman bazında çarpım yoluyla algılama bilgilerinin sorunsuz bir şekilde gömülmesi yer almaktadır. Yöntem, gömülü algılama verileri ile FMCW sinyalini ve orijinal OFDM sinyalini birleştirerek birleşik bir kompozit sinyal ile sonuçlanır ve kablosuz uygulamalarda eşzamanlı iletişim ve algılama için verimli bir çözüm sunmaktadır.

10

15

İSTEMLER

- 1- Bu buluş ISAC uygulamaları için FMCW ve OFDM işaretlerinin minimum girişimle entegre edilmesi yöntemi ile ilgili **olup, özelliği;**
- 5 i. metin, ses, video gibi dijital verilerin rastgele veri bitleri (100) şeklinde sisteme girilmesi,
- ii. sisteme giren giriş veri akışının OFDM sisteminde kullanılan alt taşıyıcı sayısına karşılık gelen çoklu paralel akışlara bölünmesi,
- 10 iii. her bir paralel veri akışının seçilen modülasyon şemasına göre belirli bir takımyıldızı noktasına eşlenmesi,
- iv. eşlenen alt taşıyıcısı sembollerinin ters Fourier dönüşümü (IFFT) (103) işlemi kullanılarak frekans alanından zaman alanına geri dönüştürülmesi,
- v. Bir FMCW dalga biçimini çıkarmak için DFT matrisinin köşegen elemanlarının kullanılması,
- 15 vi. köşegen elemanların birler vektörü ile çarpılması ve köşegen elemanlar tarafından formüle edilen FMCW ile OFDM modülasyonlu veri olan modüle edilmiş veri sembolleri arasında minimum girişim olması için veri sembollerine bölünmesi,
- vii. Chirp sinyalinde kodlanan algılama bilgisini iletişim verisini taşıyan OFDM sinyaline gömmek için çıkarılan diyagonal elemanların IFFT çıkışı ile eleman
- 20 bazında çarpılması,
- viii. frekans chirpli karmaşık bir üstel sinyalin, gömülü algılama yetenekleri ile nihai FMCW dalga biçimini şekillendirmek için çarpılan elemanları modüle etmesi,
- ix. gömülü algılama verisi ile üretilen FMCW sinyali orijinal OFDM sinyali ile birleştirilerek iletişim ve algılama bilgisi taşıyan tek bir bileşik sinyal elde
- 25 edilmesi,
- x. kanal bozulmaları ve sembol paraziti ile mücadele etmek için birleştirilmiş sinyalin başına sinyalin sonunun kopyalanmış bir kısmından oluşan bir döngüsel önek ekleme işlem adımlarını içermesidir.
- 30 2- İstem 1'e göre yöntem olup özelliği, Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) matrisinin köşegen elemanlarının bir FMCW dalga formunu çıkarmak için kullanılması ile karakterize edilmesidir.

- 3- İstem 1'e göre yöntem olup özelliği, FMCW dalga biçimi ile modüle edilmiş OFDM verileri arasındaki girişimi en aza indirmek için köşegen elemanların birler vektörü ile çarpılması ve veri sembollerine bölünmesi (adım (105), denklem (4)) ile karakterize edilmesidir.

5

- 4- İstem 1'e göre yöntem olup özelliği, çıkarılan diyagonal elemanların IFFT çıkışı ile eleman bazında çarpılarak chirp sinyali içindeki algılama bilgisinin iletişim verisi taşıyan OFDM sinyaline gömülmesi ile karakterize edilmesidir.

- 10 5- İstem 1'e göre yöntem olup özelliği, gömülü algılama verileriyle üretilen FMCW sinyalinin orijinal OFDM sinyaliyle birleştirilerek hem iletişim hem de algılama bilgilerini taşıyan tek bir bileşik sinyalin elde edilmesi ile karakterize edilmesidir.

- 15 6- İstem 3'e göre yöntem olup özelliği, genel OFDM verici yapısının değişmeden kalması ve adım (105)'teki işlemin bu sürekliliğini kolaylaştırması ile karakterize edilmesidir.

20

25

30

TARİFNAME

ISAC UYGULAMALARI İÇİN FMCW VE OFDM İŞARETLERİNİN MİNİMUM GİRİŞİMLE ENTEGRE EDİLMESİ YÖNTEMİ

5

Teknolojik Alan:

Bu buluş, endüstride uygulanabilen ve ISAC senaryolarında kullanılabilen ISAC uygulamaları için FMCW ve OFDM işaretlerinin minimum girişimle entegre edilmesi yöntemi ile ilgilidir.

10

Tekniğin Bilinen Durumu:

Gelecek nesil kablosuz ağlar, kablosuz iletişim ve çevresel algılamanın eşzamanlı olarak yürütülmesi gibi önemli bir özelliğe sahip sayısız uygulama sunmaya hazırlanıyor. İletişim ve algılamanın entegrasyonu, sonraki nesiller için çift işlevsellik vaat eden 4G'nin başarılı bir şekilde konuşlandırılmasından bu yana ivme kazanan önemli bir odak alanı haline gelmiştir [1]. Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) gibi iletişim için optimize edilmiş ve Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga (FMCW) gibi algılama için özel olarak tasarlanmış iki dalga biçiminin bir arada bulunması ana tema olmak üzere birçok farklı teknik araştırılmıştır. Bununla birlikte, bu iki dalga biçiminin bir arada var olmasını sağlamak, dalga biçimleri arasındaki paraziti en aza indirmeyi veya ortadan kaldırmayı amaçlayan önemli bir zorluktur. Bu amaçla yapılan bazı patent ve çalışmalar aşağıda verilmiştir.

25

US2009079620A1 numaralı başvuruda "OFDM Frekans Taramalı Radar" açıklanmaktadır. Bu başvuruda bir ortogonal frekans bölmeli çoğullama (OFDM) modemi ve bir frekans tarama anteni içeren bir radar sistemi açıklanmaktadır. Gönderme kipinde, OFDM modem radar dalga biçimlerini modüle eder ve frekans tarama anteni OFDM modülasyonlu radyo frekansı (RF) enerjisini yayar. Alma modunda, frekans tarama anteni yankıları yakalar ve OFDM modem yankıları demodüle eder. Frekans tarama anteninin yönlülüğü RF taşıyıcı frekansına bağlıdır. Diğer bir özellik olarak, radar

30

sistemi ayrıca OFDM modülasyonunu yukarı dönüştüren ve yükselten ve yükseltilmiş işareti frekans tarama antenine gönderen bir gönderme/alma (T/R) modülü içerir. T/R modülü frekans tarama anteninden alınan bir RF yankısını yükseltir ve aşağı dönüştürür ve aşağı dönüştürülmüş gürültüyü OFDM modeme gönderir. Çok sayıda tarama açısı eşzamanlı olarak ölçülür.

Bu patent başvurusu, OFDM ve FMCW dalga biçimlerinin ortogonal olmayan süperpozisyonu da dahil olmak üzere çeşitli ISAC tekniklerini tartışmaktadır.

[2]'de, örtüşen radar ve haberleşme dalga biçimleri arasında ortogonallik sağlamak için kullanılan strateji, radar dalga biçiminin zaman bölgesinde hizalanmasını içerir. Bu, Fourier dönüşümü özelliklerinin kullanılması yoluyla frekans alanında yalnızca belirli alt taşıyıcıları işgal etmesini sağlar.

Buna karşın, [3] Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga (FMCW) ve Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullamanın (OFDM) ortak bir bant genişliği üzerinde değişen güç seviyeleriyle ortogonal olmayan bir şekilde üst üste bindirildiği bir yöntem benimsemiştir. Bu teknik potansiyel avantajlar sunarken, alıcıda daha fazla karmaşıklığa yol açmaktadır.

20

İki dalga biçiminin bir arada bulunması iki temel tekniği içerir: ortogonal ve ortogonal olmayan.

1. Ortogonal olmayan senaryoda, aynı bant genişliğini kullanan bir güç alanı ayırma tekniği kullanılır. [3]'teki yaklaşımın karmaşıklığı, özellikle her iki dalga biçimi de aynı kaynakları paylaşıyor ancak farklı güç seviyeleri sergiliyorsa, parazit ve ayrı sinyalleri etkin bir şekilde ele alma ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Bu zorluk, güç alanı ayırımı ile karmaşık bir şekilde bağlantılıdır ve kaynakların paylaşıldığı ve güç seviyelerinin değiştiği bir senaryoda sinyal ayırımı elde etmenin zorluğunun altını çizmektedir. Bu gereksinimlerin karmaşık yapısı, hem güç alanı ayırımı hem de farklı güç özelliklerine sahip dalga biçimlerinin bir arada bulunmasıyla ilişkili karmaşıklıkların ortasında optimum sistem performansını sağlamanın zorlu görevini vurgulamaktadır.

30

2. Öte yandan, ortogonal durumda, sistemin tasarımı çok önemli bir rol oynamaktadır. [2]'de dikkate değer bir dezavantaj, sinyal ayrılabilirliği için karmaşıklığın artmasına eşlik eden dalga biçimleri arası girişimin ortaya çıkmasıdır. [2]'deki yaklaşımın dezavantajı, kısa chirp süresi ve bant genişliği ile daha da artmakta ve her iki dalga biçiminden gelen paraziti azaltmaya çalışırken algılama yeteneklerinin azalmasına neden olmaktadır.

Referanslar:

- [1] F. Liu et al., "Integrated Sensing and Communications: Toward Dual-Functional Wireless Networks for 6G and Beyond," in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 40, no. 6, pp. 1728-1767, June 2022, doi: 10.1109/JSAC.2022.3156632.
- [2] E. Memisoglu, M. M. Sahin and H. Arslan, "Orthogonal Coexistence of Overlapped Radar and Communication Waveforms," 2022 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Austin, TX, USA, 2022, pp. 2190-2195, doi: 10.1109/WCNC51071.2022.9771655.
- [3] M. Mert Şahin and H. Arslan, "Multi-functional Coexistence of Radar-Sensing and Communication Waveforms," 2020 IEEE 92nd Vehicular Technology Conference (VTC2020-Fall), Victoria, BC, Canada, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/VTC2020-Fall49728.2020.9348582.

Buluşun Tanımı:

- Bu buluş, DFT matris elemanları ile ayrıık FMCW veya chirp arasındaki ilişkiden yararlanmaktadır. Bu ilişkiyi kullanarak, önerilen buluş minimum girişimle OFDM+FMCW üretmek için OFDM vericisini hafifçe değiştirerek düşük karmaşıklıkta iletişim ve algılama sağlamaktadır. Geleneksel ortak algılama ve iletişim teknikleri, kaynak tahsisleri veya NOMA (Ortogonal Olmayan Çoklu Erişim) şemaları ile iki dalga biçiminin bir arada bulunmasına dayanır, bu da sırasıyla spektral verimliliğin azalmasına veya dalga biçimleri arasında yüksek parazite neden olmaktadır. Önerilen buluş OFDM'nin yapısında herhangi bir değişiklik gerektirmemektedir. Önerilen buluş, veri hızı kaybı olmadan ve yüksek menzil çözünürlüğü ile hem iletişim hem de algılama sağlayabilmektedir.

Bu buluşta sunulan yenilikçi alıcı-verici tasarımı, önceki teknikte yaygın olan yöntemlerin ötesinde önemli bir ilerleme anlamına gelmektedir. Önerilen bu buluşun avantajları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

OFDM Sinyallerinden FMCW Üretiminde En Aza İndirilmiş Girişim: FMCW doğrudan

- 5 Ayrık Fourier Dönüşümü (DFT) matrisinin köşegen elemanlarından üretilerek mümkün olan en düşük girişim sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, paraziti yalnızca komşu örneklerle sınırlandırarak Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga (FMCW) ile Ortogonal Frekans Bölmeli Çoğullama (OFDM) sinyallerinin entegrasyonunu optimize etmektedir.

- 10 Önceki Hücresel ve Wi-Fi Nesilleriyle Geriye Dönük Uyumluluk: Temel olarak geleneksel OFDM dalga biçiminden yararlanan FMCW entegrasyonu, orijinal tasarıma yalnızca tek bir adım ekleyerek önceki hücresel ve Wi-Fi nesilleriyle sorunsuz geriye dönük uyumluluk sağlamaktadır. Bu da mevcut kablosuz altyapıyla sorunsuz bir birliktelik anlamına gelmektedir.

- 15 Sinyal Üretimi Karmaşıklığında Minimal Artış: Orijinal sistemin karmaşıklığı değişmeden kalmakta ve hiçbir ek karmaşıklık getirilmemektedir. FMCW entegrasyonu, orijinal tasarımı sorunsuz bir şekilde tamamlamakta ve sinyal üretimine düşük karmaşıklık yaklaşımını vurgulamaktadır.

- 20 Düşük Karmaşıklıkla Kolaylaştırılmış Algılama İşlemi: Alıcı tarafında, sinyale uygulanan basit tersine chirp işlemi algılama verilerinin kodunu çözmek için yeterlidir. Algılama işlemindeki bu basitlik, alınan sinyallerden anlamlı bilgilerin çıkarılması için verimli ve karmaşık olmayan bir yaklaşımın altını çizmektedir.

- 25 Buluş konusu ürün yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

30

Şekillerin Açıklanması:

Buluş, ilişikteki şekillere atıfta bulunularak anlatılacaktır, böylece buluşun özellikleri daha açıkça anlaşılacak ve takdir edilecektir, fakat bunun amacı buluşu bu belli 5 düzenlemeler ile sınırlamak değildir. Tam tersine, buluşun ilişikteki istemler tarafından tanımlandığı alanı içine dahil edilebilecek bütün alternatifleri, değişiklikleri ve denkliklerinin kapsanması amaçlanmıştır. Gösterilen ayrıntılar, sadece mevcut buluşun tercih edilen düzenlemelerinin anlatımı amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesinin hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en kullanışlı ve 10 kolay anlaşılır tanımını sağlamak amacıyla sunuldukları anlaşılmalıdır. Bu çizimlerde;

Şekil 1 OFDM ve FMCW arasındaki ilişkiyi gösteren bir örnek grafiksel görünümüdür (N=8).

Şekil 2 Önerilen sistem için geliştirilmiş diyagramın bir görünümüdür.

15

Bu buluşun anlaşılmasına yardımcı olacak şekiller ekli resimde belirtildiği gibi numaralandırılmış olup isimleri ile beraber aşağıda verilmiştir.

Referansların Açıklaması:

20

- d. Modüle edilmemiş veri
- I. Faz içi
- Q. Dördün Evreli
- s. Zaman alanındaki veri
- 25 S. Frekans alanındaki veri
- 100. Rastgele Veri Bitleri
- 101. Seri - Paralel Dönüşüm
- 102. Veri Eşleme ve Konstelasyon Noktası Seçimi
- 103. Ters Fourier Dönüşümü (IFFT)
- 30 104. Diyagonal Eleman Çıkarımı ve Frekans Cevabı Üretimi
- 105. (Birler) Vektörü Referansı ile Denklem (4) ü Çarpma
- 106. OFDM Sinyali Üzerine Algılama Bilgilerini Gömme

107. Sinyal Birleştirme ve Serileştirme
108. Döngüsel Ön Ek Ekleme ve İletim

Buluşun Detaylı Açıklaması:

5

Buluş konusu yöntemi açıklamadan önce, tarifnamede geçen bazı kavramlara dair bilgiler aşağıda verilmiştir:

FMCW (Frequency-Modulated Continuous Wave) (Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga): Gönderilen sinyalin frekansının sürekli olarak zaman içinde modüle edildiği bir radar tekniği; bu da bir chirp'e neden olmaktadır. Bu, iletilen ve alınan chirp sinyalleri arasındaki zaman farkını ölçerek menzil çözünürlüğünü sağlamaktadır.

Chirp: Frekansı zaman içinde sürekli değişen bir sinyaldir. Bu buluşta FMCW sinyali bir chirp'tir.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) (Ortogonal Frekans Bölünmüş Çoklama): Mevcut bant genişliğini birden fazla alt taşıyıcıya bölen bir modülasyon tekniği olup; her biri ayrı bir veri akışını taşımaktadır. Ortogonalite, alt taşıyıcıların birbirine müdahale etmemesini sağlar ve yüksek spektral verimlilik sağlamaktadır.

DFT (Discrete Fourier Transform): Bir sinyali zaman alanından frekans alanına dönüştüren matematiksel bir işlemdir. Bu buluşta, DFT matrisinin diyagonal elemanlarını çıkararak FMCW sinyali üretmek için kullanılmaktadır.

DFT Matrisinin Diyagonal Elemanları: Bir matrisin diyagonal elemanları, satır indisinin ve sütun indisinin aynı olduğu elemanlardır. Bu buluşta bu elemanlar, FMCW sinyali üretmek için kullanılmaktadır.

Pik-Ortalama Güç Oranı (PAPR): Bir sinyalin pik gücünün ortalama gücüne olan oranıdır. Yüksek bir PAPR, sinyal bozulmasına ve güç amplifikatörlerinde sorunlara yol açabilmektedir.

Algılama İşleme: Alınan sinyalden çevresel ortam hakkında bilgi çıkarma sürecidir. Bu buluşta, algılama işlemi için de-chirping işlemi kullanılmaktadır.

De-chirping: Bir chirp sinyalinin frekans modülasyonunu tersine çevirme işlemi ile menzil bilgisini çıkarmaktır.

Güç Alanı Ayırma: ISAC sistemlerinde iletişim ve algılama sinyallerini güç seviyelerine göre ayırmak için kullanılan bir tekniktir.

Ortogonal Olmayan Süperpozisyon: ISAC sistemlerinde iletişim ve algılama sinyallerinin ortogonal olmadan aynı spektrum üzerine bindirildiği bir tekniktir.

3GPP: 3. Nesil Ortaklık Projesi (The 3rd Generation Partnership Project), mobil telekomünikasyon teknolojilerini standartlaştırmaktan sorumlu küresel bir kuruluştur.

5

Önerilen OFDM chirp dalga şekli, DFT matrisinin köşegen elemanlarından chirp benzeri bir sinyal üretilerek tasarlanmıştır. Buluşun işlem adımları aşağıdaki gibidir:

OFDM Chirp üretimi:

10 Geleneksel OFDM'de, DFT kullanımı ortogonal alt taşıyıcıları oluşturmak için anahtar adımdır. N alt taşıyıcılı bir sistem için, verici verileri N ortogonal alt taşıyıcıya modüle etmektedir. N noktalı DFT, zaman alanı dizisini frekans alanına eşlemek için uygulanmaktadır.

$$S_k = \sum_{n=0}^{N-1} s_n e^{-j2\pi \frac{kn}{N}}$$

15 Burada X_k k-inci alt taşıyıcının karmaşık genliği, x_n zaman alanındaki giriş sinyali ve N toplam alt taşıyıcı sayısıdır. Bir periyot boyunca k'nın farklı değerleri için $e^{-j2\pi \frac{kn}{N}}$ karmaşık üstelleri ortogonaldır.

Zaman alanındaki sinyal aşağıdaki gibidir:

20

$$s[n] = [s[0], s[1], \dots, s[N-1]]$$

s[n]'nin N noktalı DFT'si şu şekilde verilmektedir

25

$$S[k] = \sum_{n=0}^{N-1} s[n] e^{-j2\pi \frac{kn}{N}}$$

N * N DFT matrisi **F** şu şekilde tanımlanır:

$$F_{mn} = \frac{1}{\sqrt{N}} e^{-j2\pi \frac{mn}{N}}$$

30

Diyagonal elemanları çıkarmak için $m=n$ olarak ayarlanır:

$$F_{nn} = \frac{1}{\sqrt{N}} e^{-j2\pi \frac{n^2}{N}} \quad (1)$$

5 Öte yandan, ayrık Chirp sinyali şu şekilde verilir:

$$c_n = e^{j\pi(\alpha n^2)} \quad (2)$$

Denklem (1) ve (2)'den görüldüğü gibi, DFT matrisinin köşegen elemanları gerçekten de
10 Şekil 1'de gösterilen ayrık bir chirp'tir (FMCW).

Açıklanan buluşta, bu ilişki doğrudan IDFT matrisinden OFDM ile birlikte chirp üretmek için kullanılır ve iki dalga formu arasında en düşük paraziti ve en sorunsuz bir arada varoluşu sağlamaktadır. Bunun için vericide IDFT yerine aşağıdaki modülatör
15 önerilmiştir:

$$\mathbf{s} = \mathbf{\Psi}^H \mathbf{S}, \quad (3)$$

Burada $\mathbf{s}$ zaman alanı sinyalini, $\mathbf{S}$ frekans alanındaki veri sembollerini ve $\mathbf{\Psi}$ aşağıdaki gibi verilen önerilen modülatörü göstermektedir:

20

$$\Psi_{m,n} = \begin{cases} F_{mn}, & m \neq n \\ c_n, & m = n \end{cases}$$

Denklem (3)'teki verici daha da basitleştirilebilir ve geleneksel OFDM sistemi değiştirmeye gerek olmadan OFDM vericisi terimleriyle yazılabilir, şu şekildedir:

25

$$\begin{aligned} \mathbf{s} = \mathbf{\Psi}^H \mathbf{S} &= (\mathbf{F}^H - \mathbf{C})\mathbf{S} + \mathbf{C}\vec{\mathbf{1}} \\ &= \mathbf{F}^H \mathbf{S} + \mathbf{C}(-\mathbf{S} + \vec{\mathbf{1}}) \end{aligned} \quad (4)$$

Burada $\mathbf{C} = \text{diag}(\mathbf{c})$ ve $\vec{\mathbf{1}}(n) = 1$ birler vektörüdür.

30

Şekil 2, açıklanan buluşun nasıl üretildiğine dair genel bir diyagram sunmaktadır.

Rastgele Veri Bitleri (100):

Bu adım, iletilecek ikili bilgilerden oluşan sisteme ilk girişı temsil etmektedir. Bu bitler metin, ses, video veya başka herhangi bir dijital veri formatı olabilmektedir.

5 Seri - Paralel Dönüşüm (101):

Burada giriş veri akışı, tipik olarak OFDM sisteminde kullanılan alt taşıyıcı sayısına karşılık gelen birden fazla paralel akışa bölünmektedir. Bu, verilerin farklı frekans kanallarında paralel olarak işlenmesine ve iletilmesine olanak tanımaktadır.

10 Veri Eşleme ve Konstelasyon Noktası Seçimi (102):

Her paralel veri akışı, seçilen modülasyon şemasına bağlı olarak belirli bir takımyıldızı noktasına eşlenmektedir. Bu, ikili verileri her bir alt taşıyıcı için karmaşık sembollere çevirerek iletilen sinyalin genliğini ve fazını tanımlamaktadır. Popüler modülasyon şemaları arasında QPSK, 16QAM ve 64QAM bulunmaktadır.

15

Ters Fourier Dönüşümü (IFFT) (103):

Eşlenen alt taşıyıcı sembolleri IFFT işlemi kullanılarak frekans alanından zaman alanına geri dönüştürülmektedir. Bu, daha sonra genel OFDM sinyalini oluşturmak için birleştirilen bireysel OFDM sembollerini oluşturmaktadır.

20

Diyagonal Eleman Çıkarımı ve Frekans Cevabı Üretimi (104):

Buluşun temel yeniliği burada devreye girmektedir. Sistem, IFFT çıktısının tamamını kullanmak yerine, istenen boyuttaki DFT matrisinden köşegen elemanları çıkarmaktadır.

Bu elemanlar, frekans alanında çizildiğinde, esasen istenen FMCW dalga formu olan

25 ayrı bir chirp sinyalini temsil etmektedir.

Vektör birler çarpımı vericinin düzene sokulması, C matrisinin ('C' olarak gösterilir) köşegen elemanları üzerinde, birler vektörüyle toplanmış sembol kümemizin tersi ile bir çarpma işlemini içermektedir. Bu, vericinin geleneksel OFDM vericisi şeklinde ifade edilen basitleştirilmiş bir versiyonuyla sonuçlanmaktadır. Daha da önemlisi, bu yaklaşım standart OFDM sisteminde değişiklik yapma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bu sürecin ayrıntılı gösterimi için lütfen Denklem (4)'e bakınız.

30

OFDM Sinyali Üzerine Algılama Bilgilerini Gömmeye (106):

Çıkarılan diyagonal elemanlar IFFT çıkışı (OFDM sembolü) ile eleman bazında çarpılmaktadır. Bu işlem esasen chirp sinyalinde kodlanan algılama bilgisini iletişim verilerini taşıyan OFDM sinyaline yerleştirmektedir. Ek olarak, frekans chirp'li karmaşık bir üstel sinyal, çarpılan elemanları daha da modüle ederek gömülü algılama özelliklerine sahip nihai FMCW dalga biçimini şekillendirmektedir.

Sinyal Birleştirme ve Serileştirme (107):

Gömülü algılama verileriyle üretilen FMCW sinyali orijinal OFDM sinyaliyle birleştirilerek hem iletişim hem de algılama bilgilerini taşıyan tek bir bileşik sinyal elde edilmektedir. Bu birleşik sinyal daha sonra iletim için tekrar seri veri akışına dönüştürülmektedir.

Döngüsel Ön Ek Ekleme ve İletim (108):

Kanal bozuklukları ve sembol parazitleriyle mücadele etmek için birleşik sinyalin başına bir döngüsel önek eklenmektedir. Bu ön ek, sinyalin sonunun kopyalanmış bir kısmından oluşur, semboller arasında daha yumuşak geçişler sağlar ve iletim sırasında sinyal sağlamlığını artırmaktadır. Son olarak, döngüsel önekle genişletilmiş sinyal kablolu iletişim kanalı üzerinden iletilmektedir.

20

Bu teknolojinin şu anki açıklamaları, örnek verme ve açıklama amaçlı sunulmuştur. Kesin formlara sınırlamak veya kapsamlı olmaktan uzak olmak amacıyla yapılmamışlardır ve açıkça görüldüğü gibi yukarıdaki öğreti ışığında birçok değişiklik ve varyasyon mümkündür. Bu örnekler, başkalarının bu teknolojiyi ve çeşitli uygulamalarını en iyi şekilde anlamalarını sağlamak ve düşünülen özel kullanıma en uygun şekilde çeşitli modifikasyonlarla kullanmalarını sağlamak amacıyla seçilmiş ve açıklanmıştır. Çeşitli dengeleme ve eşdeğerlerin çeşitli durumları önermek veya uygun kılmak amacıyla bazı ihmal edilen noktaların ve yerine geçenlerin anlaşıldığı, ancak bu tür değişikliklerin bu teknolojinin istemlerinin ruhundan veya kapsamından sapmadığı anlaşılmaktadır.

30

Eğer bir çatışma ortaya çıkmazsa, bu belgedeki örneklemeler ve örneklerdeki özellikler karşılıklı olarak birleştirilebilmektedir. Yukarıdaki açıklamalar, sadece bu belgenin

spesifik uygulamalarıdır ve bu belgenin koruma kapsamını sınırlamayı amaçlamaz. Bu belgede açıklanan teknik kapsam içinde uzman bir kişi tarafından hemen anlaşılabilen herhangi bir değişiklik veya yerine geçme, bu belgenin koruma kapsamına dahil olacaktır. Bu nedenle, bu belgenin koruma kapsamı, istemlerin koruma kapsamına tabi olacaktır.

5

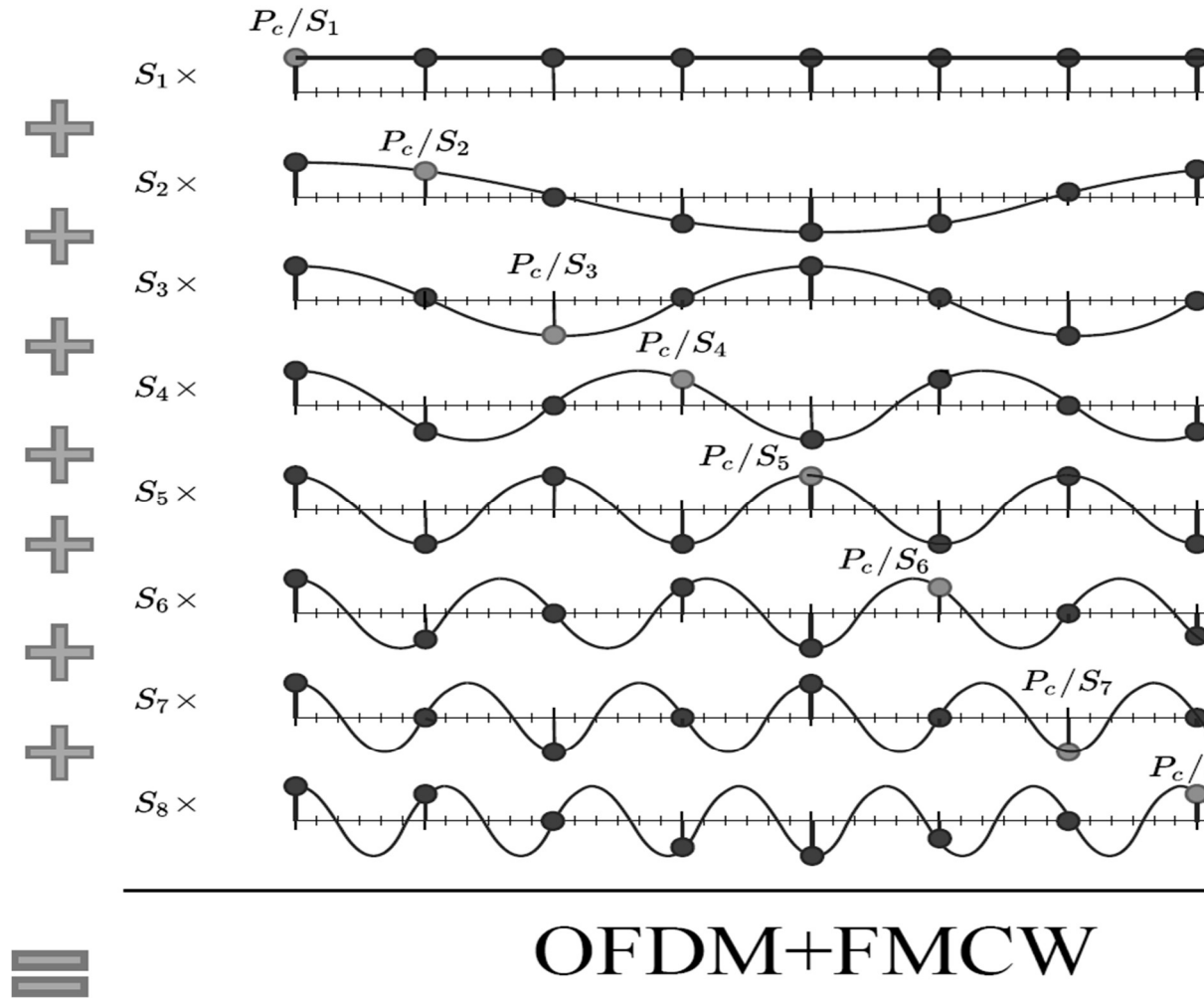
10

15

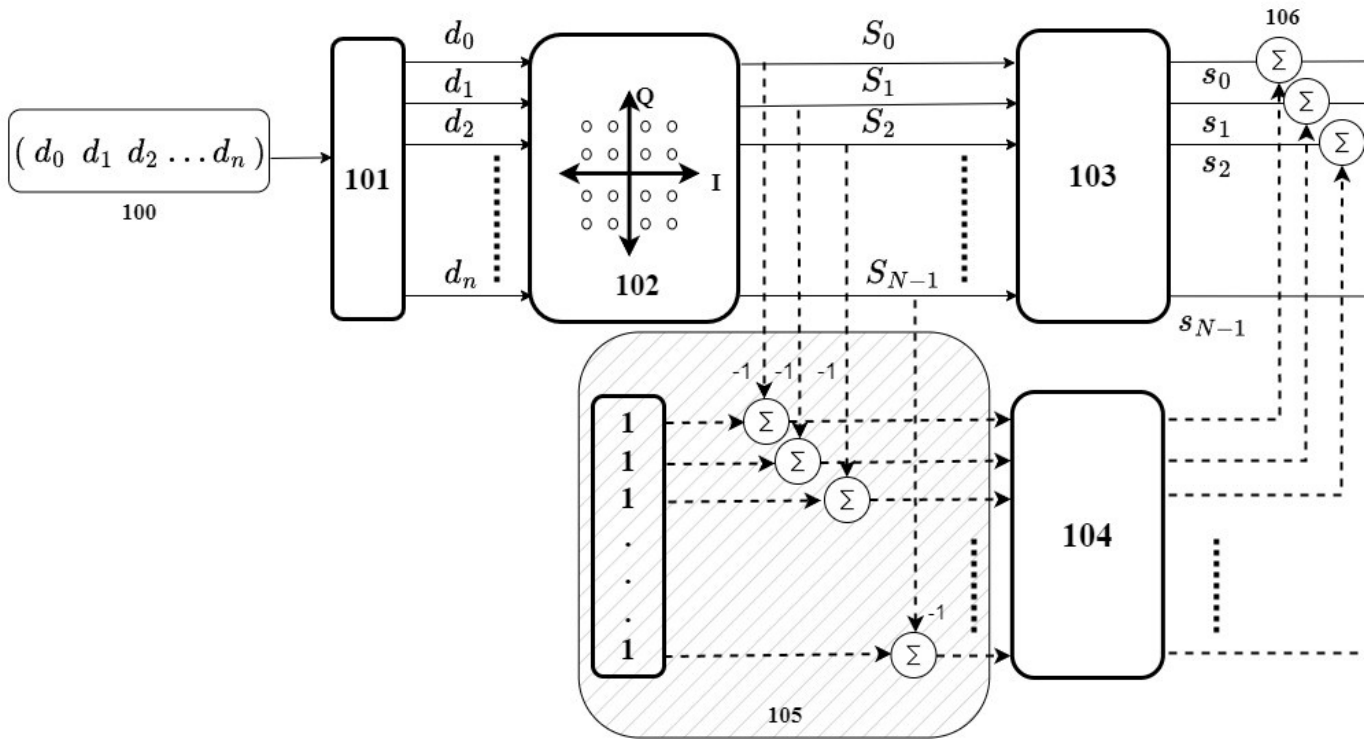
20

25

30



Şekil-1



Şekil-2