

## **ÖZET**

### **HAVADAN HESAPLAMA İLE LOKALİZASYON YÖNTEMİ**

- 5 Buluş, kablosuz iletişimde hava üzerinden hesaplama (OAC) kullanarak kullanıcı lokalizasyonu için bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntem ile ilgilidir.

## İSTEMLER

1. Konumları bilinen ve IQ alanında birebir eşlenen birden çok referans düğümüne sahip bir sistemde alıcıya sahip en az bir hedef cihazın lokalizasyonu için havadan hesaplamayı kullanan bilgisayar uygulamalı bir yöntem olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

hedef cihaz tarafından referans düğümlerinin sürekli olarak iletilen sinyallerinin alınması,

Referans düğümlerinin alınan sürekli sinyallerine göre alınan sinyali yeniden eşleştirerek hedef cihazın konumunun hesaplanması,

Eşleme birebir eşlemedir ve

Alınan sinyalin IQ alanına yerleştirildiği ve gerçek konumu elde etmek için yeniden eşlendiği bir yöntem.

Birden fazla terminalin aynı anda bağımsız olarak ve hiçbir parazit olmadan kendilerini konumlandırabildiği bir yöntem.

2. İstem 1'e göre bir yöntem olup, burada referans düğümlerinin alınan sürekli sinyallerine göre hedef cihazın konumu aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır

$$S_k = \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{\rho d_{k,n}^\epsilon},$$

burada ,  $S_k$   $k$ 'inci hedef cihazda alınan sinyali temsil etmektedir ve  $Q_n$ ,  $n$ 'inci referans düğümünden iletilen IQ alanı sinyalidir ve  $d_{k,n}^\epsilon$ ,  $k$ 'inci hedef cihaz ile  $n$ 'inci referans düğümü arasındaki mesafedir ve  $\epsilon$  verilen ortam için yol kaybı üssüdür ve  $\rho$  alınan güçteki kayıpları temsil etmektedir.

3. İstemler 1 ile 2'ye göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmeye yönelik araçlar içeren bir veri işleme cihazı.

4. Program bir veri işleme cihazı tarafından yürütüldüğünde, veri işleme cihazının İstemler 1 ile 2'ye göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren, bir bilgisayar programı.

5. Bir bilgisayar tarafından yürütüldüğünde, bilgisayarın İstemler 1 ila 2'ye göre yöntemin adımlarını gerçekleştirmesini sağlayan talimatları içeren, bilgisayar tarafından okunabilir bir ortam.

## TARİFNAME

### HAVADAN HESAPLAMA İLE LOKALİZASYON YÖNTEMİ

#### 5 Teknik Alan

Buluş, kablosuz iletişimde hava üzerinden hesaplama (OAC) kullanarak kullanıcı lokalizasyonu için bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntemle ilgilidir.

#### 10 Önceki Teknik

Kablosuz iletişimde lokalizasyon, bir mobil cihazın veya kullanıcının kablosuz ağ içerisindeki coğrafi konumunun tespit edilebilmesini ifade etmektedir ve sağlıklı bir iletişim için önemlidir.

15

Geleneksel yöntemler genellikle açıklama sürümündeki kullanıcıları lokalize etmek için çok fazla zaman harcamaktadır, yıl içinde iletilen tüm sinyaller üzerinde hesaplama yapmak için bir zaman aralığını veya bir kaynak bloğunu kullanacaktır, böylelikle kullanıcının lokalizasyonunu bir iletim çerçevesi içinde tahmin edebilmekteyiz ve genellikle enerji tabanlı lokalizasyon veya RSSI tabanlı lokalizasyon kullanmaktayız. Burada her vericiye zaman, frekans veya zaman-frekans olarak iletim yapması için belirli bir kaynak tahsis edilmektedir. Dolayısıyla, çok fazla referans düğümünüz (AN) varsa, kullanıcıların lokalizasyonunun tahmin edilmesi çok fazla zaman veya kaynak gerektirmektedir.

25 Literatürdeki birçok çalışma düşük karmaşıklığa sahip sensörlere yönelik dağıtık lokalizasyonu araştırmaktadır. [1]-[4].

Çalışmalardan birinde [1], yazarlar düşük karmaşıklığa sahip kablosuz algılayıcı ağları (WSN)'ye yönelik uygun maliyetli bir çözüm olarak menzilsiz lokalizasyonu önermektedir.

30 Bununla birlikte, önerilen çalışma yalnızca kaba doğruluğa ulaşabilmektedir.

Başka bir çalışmada kötü niyetli belirteç düğümlerine dayanabilen oylama tabanlı lokalizasyon önerilmiştir [2]. Ancak, hedef düğümün tüm yerel verileri depolaması gerektiğinden depolama ek yükü korunmalıdır.

Kablosuz iletimler ve doğruluk arasında değiş tokuşa izin veren bir işbirlikçi dağıtılmış yerelleştirme şeması da başka bir çalışmada açıklanmaktadır [5].

Yazarlar, Beřinci Nesil (5G) zellikli IoT aęlarında dūřuk gūlū sensörler için daęıtılmıř bir yerelleřtirme algoritması önermektedir [6]. Önerilen yöntemler [5][6] sensörlerin komřu sensörler hakkındaki bilgilere eriřmesini gerektirmektedir, bu da pratikte elveriřsizdir ve iletiřim ek ykū getirmektedir. [1]-[6]'da açıklanan řemalarla ilgili bir dięer endiře de gecikme sūresinin sensör sayısıyla doęrusal olarak artmasıdır.

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

### **Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları**

15 Mevcut buluşun temel amacı, hedef kullanıcı cihazlarının lokalizasyonunu sağlayan ve herhangi bir karmaşık hesaplama gerektirmeyen bilgisayar uygulamalı bir yöntem inşa etmektir.

20 Buluşun bir diğer amacı da lokalizasyon yönteminde gecikmeyi azaltmak ve doğruluğu artırmaktır.

Böyle bir amaca ulařmak için, bu buluřta açıklanan yöntem birden fazla vericinin, referans dūęūmūnūn (AN'ler) veya konumları bilinen sensörlerin sūrekli olarak sinyal ilettięi bir sistem için kullanıcıların lokalizasyonu için havadan hesaplamayı kullanmaktadır. Bu iletim dūęūmlerinin konumu, dūęūmūn eřlenen/atanan karmařık deęeri ileteceęi IQ alanına eřlenmektedir. Alıcı uçta, her kullanıcı bu dūęūmler tarafından iletilen sinyalleri yakalamaktadır. Alınan sinyal, bu dūęūmlerden iletilen tūm sinyallerin birleřtirilmesinin sonucudur. Sonuç olarak, IQ alanında tek bir karmařık deęer elde edilmektedir. Önceden tanımlanmıř eřleme kullanılarak, kullanıcının konumu, alınan sinyalin IQ haritasındaki konumuna göre tūretilmektedir.

## Şekillerin Kısa Açıklaması

Buluşun konusunun daha iyi anlaşılması için gerekli olan şekiller ve ilişkili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

5

**Şekil 1.** Karelerin AN'leri, dairelerin ise hedefleri temsil ettiği sistemin görünümü.

**Şekil 2.** OAC lokalizasyonuna yönelik IQ etki alanı eşlemesi.

## Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

10

Buluş, kablosuz iletişimde hava üzerinden hesaplama (OAC) kullanarak kullanıcı lokalizasyonu için bilgisayar tarafından uygulanan bir yöntemle ilgilidir.

Kablosuz iletişimde havadan hesaplama, hesaplama ile ilgili görevlerin yalnızca merkezi bulut veya sunucu tabanlı hesaplamalara dayanması yerine, mobil cihazlar veya baz istasyonları gibi kablosuz iletişim düğümlerinde doğrudan gerçekleştirilmesi kavramını ifade etmektedir. Verileri yerel olarak işlemek ve analiz etmek için kablosuz düğümlerin hesaplama yeteneklerinden yararlanarak kapsamlı veri aktarımı ihtiyacını azaltmaktadır ve hesaplama görevlerini uzak sunuculara aktarmaktadır.

20

Şekil 1'e atfen; yöntemi gerçekleştiren sistem, sürekli sinyal iletmeye kabiliyetine sahip birden fazla referans düğümü ve söz konusu vericinin ilettiği sinyali alabilen ve lokalize olabilen antene sahip en az bir, tercihen birden fazla hedef cihaz içermektedir. Referans düğümleri sürekli olarak sinyal iletebilen vericiler veya sensörler olabilmektedir. Tercihen, referans düğümlerinin iletimleri senkronize edilmektedir. Ayrıca, her biri birbirine bağlanabilmektedir ve ortak saat paylaşılabilir. Alternatif olarak, birbirleriyle kablosuz olarak iletişim kurabilmektedirler.

Ayrıca, hedef cihaz alınan sinyali işleme kapasitesine de sahiptir.

30

Referans düğümlerinin konumu bilinmektedir ve referans düğümlerinin gerçek dünya dağılımı (konumları) karmaşık IQ alanına eşlenmektedir. Eşleme bire bir olmalıdır, böylece karmaşık bir IQ eşlemesi verildiğinde gerçek konum tahmin edilebilmektedir. Eşlemenin

gerçeklikte AN'lerin gerçek dağılımını tam olarak takip edebileceğini veya benzersiz ve farklı olabileceğini unutmayın. Bir 4-AN eşlemesi Şekil 2'de gösterilmiştir.

5 Hedef cihaz veya cihazlar, IQ alanındaki konumu bilinen birden fazla referans düğümünden sinyal almaktadır. Alınan sinyaller baz alınarak yapılan hesaplamaya göre hedef cihazların konumu bulunabilmektedir.

Tercih edilen bir yapılandırmada, aşağıdaki formül

$$10 \quad S_k = \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{\rho d_{k,n}^\epsilon},$$

hedef cihazların konumunu hesaplamak için kullanılmaktadır. Bu formülde  $S_k$ ,  $k$ 'inci hedef cihazda alınan sinyali temsil etmektedir ve  $Q_n$ ,  $n$ 'inci referans düğümünden iletilen IQ alanı sinyalidir ve  $d_{k,n}^\epsilon$ ,  $k$ 'inci hedef cihaz ile  $n$ 'inci referans düğümü arasındaki mesafedir ve  $\epsilon$ ,  
15 verilen ortam için yol kaybı üssüdür ve  $\rho$ , alınan güçteki diğer kayıpları temsil etmektedir. Dolayısıyla  $Q_n$  ve  $S_k$ 'nin 2 boyutlu olduğunun bilindiği sistemde (karmaşık bir takımyıldızı sembolü için)  $d_{k,n}^\epsilon$  bulunabilmektedir ve hedef cihazın konumunu bulmak için kullanılabilir çünkü daha önce açıklandığı üzere referans düğümlerinin konumları zaten bilinmektedir. Yukarıda bahsedilen hesaplama tercihen hedef cihazda  
20 gerçekleştirilmektedir.

Bazı durumlarda, gölgelenme ve küçük ölçekli sönümlenmenin rastgeleliğinin telafi edilmesi gerekmektedir.

25 Küçük ölçekli sönümlemeyi telafi etmek için kanal sertleşmesi kullanılabilir. Kanal sertleşmesi, kablosuz iletişim sistemlerinde, kablosuz kanalın belirli özellikleri nedeniyle kanal sönümlenmesinin etkilerinin hafifletildiği veya azaltıldığı bir olguyu ifade etmektedir. Kanal sertleşmesi birden fazla teknikle sağlanabilmektedir. Örneğin, MIMO sisteminin çoklu antenleri tarafından sağlanan uzamsal çeşitlilik, uzamsal çoğullama, hüzmleme yoluyla  
30 alıcıdaki sinyal gücünü iyileştirme, anten çeşitliliği veya işbirlikçi iletişim

kullanılabilmektedir. Böylelikle, hem referans düğümleri hem de hedef cihaz birden fazla antene sahip olabilmektedir.

Ayrıca, artan referans düğümü sayısı gölgelenme etkisini azaltmaktadır.

5

Senkronizasyon sorunu için, referans düğümleri tarafından iletilen sinyal için döngüsel örnekler kullanılmaktadır. Burada, döngüsel örnek maksimum yayılma gecikmesinden (ve gecikme yayılımından) daha büyük olmalıdır, referans düğümlerden gelen sinyaller sembol süresi boyunca toplanacaktır ve bu da toplam sinyali elde etmemizi sağlayacaktır.

10

## REFERANSLAR

- [1] T. He, C. Huang, B. M. Blum, J. A. Stankovic, ve T. Abdelzaher, “Range-free localization schemes for large scale sensor networks,” Proc. ACM International Conference on Mobile Computing and Networking. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2003, ss. 81—95.
- [2] D. Liu, P. Ning, ve W. K. Du, “Attack-resistant location estimation in sensor networks,” IPSN 2005. Fourth International Symposium on Information Processing in Sensor Networks, 2005. IEEE, 2005, ss. 99–106.
- [3] T. Shu, Y. Chen, J. Yang, ve A. Williams, “Multi-lateral privacy preserving localization in pervasive environments,” IEEE INFOCOM 2014-IEEE Conference on Computer Communications. IEEE, 2014, ss. 2319–2327.
- [4] X. Shi, F. Tong, W.-A. Zhang, ve L. Yu, “Resilient privacy-preserving distributed localization against dishonest nodes in internet of things,” IEEE Internet of Things Journal, cilt 7, no. 9, ss. 9214–9223, 2020.
- [5] J. Cota-Ruiz, J.-G. Rosiles, P. Rivas-Perea, ve E. Sifuentes, “A distributed localization algorithm for wireless sensor networks based on the solutions of spatially-constrained local problems,” IEEE Sensors Journal, cilt 13, no. 6, ss. 2181–2191, 2013.
- [6] S. Safavi, U. A. Khan, S. Kar, ve J. M. Moura, “Distributed localization: A linear theory,” Proceedings of the IEEE, cilt 106, no. 7, ss. 1204–1223, 2018.

