

İç Mekân Konumlandırma Yöntemleri

Hatice ARSLANTAŞ^{1,2+}, Selçuk ÖKDEM^{3*}

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü/Fen Bilimleri Enstitüsü,Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü/Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı,Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi,Erzincan, Türkiye

³Bilgisayar Mühendisliği Bölümü/Bilgisayar Donanımı,Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

*Sorumlu Yazar: okdem@erciyes.edu.tr

+Konuşmacı: hatice.arslantas@erzincan.edu.tr

Sunum / Bildiri Türü: Sözlü / Tam Metin

Özet –Son yıllarda teknolojideki gelişmeler sayesinde konum tabanlı sistemlere yönelik yapılan çalışmalar artmıştır. Uydu tabanlı konumlandırma sistemleri, uydulardan gelen sinyallerin zayıf şiddette olması sebebi ile bina içine nüfuz edemez. Bir iç ortam konumlandırma sisteminde, kullanılan sinyal tipi ve ölçüm çeşidi, performansı önemli oranda etkilemektedir. Bu sebeple kapalı alanlarda küresel konumlandırma sistemleri yeterli performans gösterememekte ve bu durum alternatif iç mekan konumlandırma sistemlerinin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İç mekan konumlandırma, kapalı alanlarda istenilen kişinin veya nesnelerin yerini belirleme ve takip etme olanağı sunmaktadır. İç mekan konumlandırma; havalimanları, alışveriş merkezleri, iş merkezleri, hastaneler, üniversiteler, adliyeler gibi iç mekanlarda kişilerin veya bir nesnenin konumunun bulunabilmesi, bir otoparkta park edilen bir aracın yerinin bulunabilmesi, görme engelli bir bireyin kapalı ortamda yönlendirilmesi, güvenlik amaçlı uygulamalar gibi günümüzde birçok alanda gerek duyulmaktadır. Bu derleme bildirisinde, güncel iç mekan konumlandırmada kullanılan yöntemler ve iç mekan konumlandırmanın önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler – İç mekan konumlandırma, yapay zekâ, yapay sinir ağları

Indoor Positioning Methods

Hatice ARSLANTAŞ^{1,2+}, Selçuk ÖKDEM^{3*}

¹Computer Engineering Department/Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erciyes University, Kayseri, Turkey

²Computer Engineering Department /Computer Science, Erzincan Binali Yıldırım University, Erzincan, Turkey

³Computer Engineering Department /Computer Hardware, Erciyes University, Kayseri, Turkey

*Corresponding author: okdem@erciyes.edu.tr

+Speaker: hatice.arslantas@erzincan.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Abstract

Abstract – In recent years, thanks to advances in technology, studies on location-based systems have increased. Satellite-based positioning systems cannot penetrate the building because the signals from the satellites are weak. In an indoor positioning system, the type of signal used and the type of measurement significantly affect the performance of the system. For this reason, global positioning systems in closed spaces do not perform adequately and this situation reveals the necessity of alternative indoor positioning systems. Indoor positioning; It is needed today in many areas such as the location of individuals or an object in indoor spaces such as airports, shopping malls, business centers, hospitals, universities, courthouses, locating a vehicle parked in a parking lot, directing a visually impaired person indoors, and security applications. In this review, the methods used in current indoor positioning and the importance of indoor positioning are tried to be emphasized.

Keywords – Indoor positioning, artificial intelligence, artificial neural networks

I. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte konum-tabanlı hizmetlere olan ilgi giderek artmaktadır. Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System, GPS) dış mekan yer tespitinde iyi performans sunsa da, GPS sinyallerinin zayıflamasından dolayı bu teknoloji iç mekanda yer tespiti için uygun olmamaktadır. Bu sebeple günümüzde kapalı alan konumlandırma sistemleri üzerine çalışmalar artarak düşük maliyetli çözüm arayışları devam etmektedir. Kapalı alanlarda insanların ve ya objelerin yerini belirleyen sisteme iç mekan konumlandırma sistemi olarak adlandırılmaktadır.

Kablosuz iletişim teknikleri, son yıllarda iç mekan konumlandırma sisteminin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kablosuz yerel alan ağı (Wireless local area network,WiFi), Radyo frekansı tanımlama (radio frequency identification,RFID), Bluetooth sinyalleri, akustik sinyaller vb. iç mekan konumlandırma için kullanılan yaygın teknolojilerdendir. Konumlandırma servisleri için günümüzde, sinyalin varış açısı (angle of arrival, AOA),sinyalin varış zamanı (time of arrival, TOA), alınan sinyalin gücü (received signal strength, RSS) yaklaşımları kullanılmaktadır. TOA ve AOA gibi yaklaşımların kurulumları için ek donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bir iç mekan konumlandırma sisteminin genel olarak kullanılabilmesi için kolay kurulum

sağlaması gerekmektedir. Bu sebeple, ek donanım ihtiyacı duymadan, mevcut yapılarda faydalanan sistemler genellikle kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda, WiFi erişim noktalarının sayısındaki artış, iç mekânlarda mevcut sensörlerin ve mevcut altyapının kullanılması ile konumlandırma hizmeti sağlayan yöntemlerin önünü açmaktadır. RSS'de bu yöntemlerden biridir. RSS, çeşitli kaynaklardan alınan sinyallerin parmak iziyle çalışan konum tahmini yöntemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Çeşitli yapay zeka yöntemleri bu parmak izlerinin tanınmasında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada 2. Bölümde parmak izi tabanlı yapay sinir ağları yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar araştırılmış olup sonuç bölümünde ise bu araştırmalar değerlendirilerek ileriki çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

II. MEVCUT ÇALIŞMALAR

Literatürde, Wi-Fi izlerinden faydalanarak bir mekânda ki sinyal haritasını öğrenen ve bu bilgiye dayanarak yapay sinir ağları ile konum tahmini yapan birçok yöntem önerilmiştir.

Tunca ve arkadaşları Android tabanlı mobil telefonları konumlandırmak için yapay sinir ağlarının kullanıldığı, kullanıcının konumunu x ve y koordinat düzlemine eşleştirebilen bir yöntem geliştirmişlerdir. Tasarlanan algoritma, ev ve ofis ortamlarında test edilerek başarımları değerlendirilmiştir. Ofis ortamında tahminler 1.5 m ve altı hataya, ev ortamında ise 1 m ve altı hata sahiptir [1].

Keser S. ve Yazıcı A., WiFi teknolojisi verileriyle ve manyetik alan verilerini birleştirerek karma bir yaklaşım sunmuşlardır. Öznitelik seçimi ve kümeleme algoritmalarının yardımıyla parmak izi haritasının boyutu düşürülerek hesaplama maliyeti iyileştirilmektedir. Önerilen hibrid yöntem ile doğruluk oranını %92 olarak hesaplamışlardır. Önerilen yöntemin etkinliğini gösterebilmek adına, WiFi teknolojisi verileriyle manyetik alan verilerinin ayrı ayrı sınıflandırılma işleminde dahil edildiği ve kümeleme işleminin uygulanmadığı sonuçlar ile önerilen hibrid yöntemine ait sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2 'de gösterilmektedir [2].

Tablo 1. Deney Sonuçları [2]

Sensör Tipi	Doğruluk Sonuçları (%)	Hesaplama Süresi (ms)
WiFi	36	29.01
Manyetik Alan	29	20.16
WiFi + Manyetik Alan	55	20.62

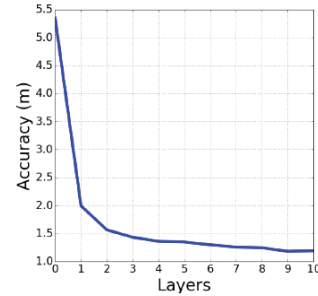
Tablo 2. Deney Sonuçları [2]

		Sensör Tipi		
		WiFi	Manyetik Alan	WiFi + Manyetik Alan
Küme_1	Doğruluk Sonuçları (%)	72	96	92
	Hesaplama Süresi (ms)	0.57	0.53	0.56

Küme_2	Doğruluk Sonuçları (%)	56	82	90
	Hesaplama Süresi (ms)	1.19	1.08	1.89
Küme_3	Doğruluk Sonuçları (%)	53	24	66
	Hesaplama Süresi (ms)	4.72	4.32	4.35

Gibr'an ve arkadaşları tahmin doğruluğunu arttırmak ve iç ortamlarda genelleme hatasını azaltmak için daha derin makine (Deep Neural Network, DNN), (Deep Belief Network, DBN) kullanmayı önermişlerdir. Parmak izi konumlandırma sistemlerinde derin öğrenme yaklaşımının doğruluğunu değerlendirmek için Pylayers adlı açık kaynaklı bir Python iç mekân yayılım simülatörü kullanarak bir RSS veritabanı oluşturmuşlardır. Veri setini, 2400 örnek eğitime, 800 örnek doğrulama ve 800 örnek test etmek için ayırmışlardır. Derin öğrenme mimarilerinin performansını doğruluk açısından değerlendirmişlerdir. Gizli katman sayısı arttıkça ortalama doğruluk hata performansının azaldığını Şekil 1 'de ki grafikte gösterilmektedir [3].

Li Y. Ve arkadaşları, makine öğrenmesi (Machine learning,ML) kullanarak alınan sinyal gücü (Received signal strength,RSS) ölçümleri ile parmak izi yönteminden kaynaklanan konum belirsizliğini araştırmışlardır. Özellikle, konum veya navigasyon durumlarını doğrudan tahmin etmek yerine, bu makale de RSS ve yerel belirsizlik arasındaki ilişkiyi öğrenmek ve tahmin etmek için ML kullanılmıştır[4].

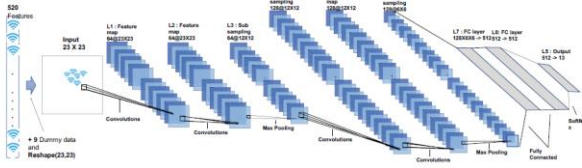


Şekil 1. DNN'deki gizli katman sayısına göre ortalama doğruluk hata performansı [3]

Adege ve arkadaşları, Wi-Fi tabanlı iç ve dış ortamlarda ölçeklenebilir ve doğru konumlandırma elde etmek için bir hibrid bir destek vektör makinesi (Support Vector Machine,SVM) ve derin sinir ağı (Deep Neural Network,DNN) algoritması önermişlerdir. Sonuçlar, önerilen yaklaşımın ölçeklenebilir konumlandırma sağlayabildiğini ve tahmin doğruluğunun % 100'ünün iç ve dış konumlandırma için sırasıyla 1m ve 1,9m'den az hatalar olduğunu göstermektedir[5].

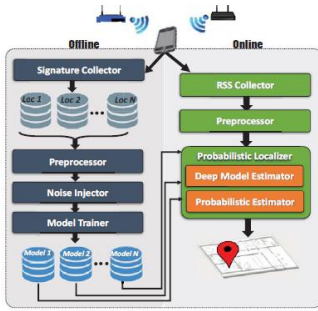
Jang ve Hong access pointlerden alınan RSSI sinyalleri ile kişinin konumunu yapay sinir ağları ile belirleyen bir yöntem önermişlerdir. Çalışmada önerilen yöntem konvolüsyon katmanı, pooling katmanı ve full bağlantılı yapay sinir ağı katmanı olmak üzere 3 ana katmandan oluşmaktadır. Pooling katmanında altörnekleme için max-pooling kullanılmıştır. UJIIndoorLoc [6] veri kümesini kullanmışlardır. Verileri normalize etmek için robust

normalizer kullanmışlardır. Önerilen yöntem karşılaştırılan iki yönteme göre daha iyi sonuçlar vermiştir [7].



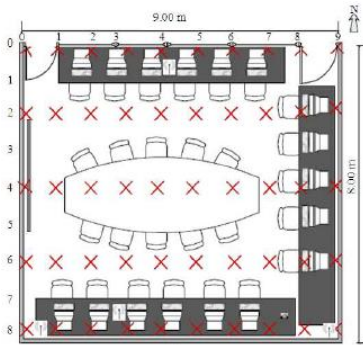
Şekil 2. Önerilen sistem modeli [7]

Bir diğer çalışmada Abbas M. Ve arkadaşları Wi-fi tabanlı derin öğrenme kullanarak bir iç mekân konumlandırma sistemi geliştirmişlerdir. WiDeep'i farklı boyut ve yoğunluktaki erişim noktalarının iki test grubunda değerlendirerek, sırasıyla daha büyük ve daha küçük test yatakları için ortalama 2,64m ve 1,21m lokalizasyon doğruluğunu sağlayabildiğini göstermişlerdir [8].



Şekil 3. WiDeep Mimarisi [8].

Mehmood ve arkadaşları, RSSI kullanarak bina içi konumlandırma için yapay sinir ağı tabanlı bir yöntem önermişlerdir. Yöntem, heterojen bir ortamda belirlenen üç farklı eğitim verisiyle test edilerek, mobil kullanıcının bulunduğu yerin, kullanılan eğitim verisi türüne bağlı olarak farklı hassasiyet düzeyleriyle iç mekânda bulunabileceği sonucuna varmıştır. Yön ortalama verilerini kullanan geri yayılma modelinin, yön ortalama verisini kullanan olASILIKSAL modele kıyasla daha doğru sonuç elde ettiği [9].



Şekil 4. Deney ortamı [9]

Soro ve Lee, K-Yakın Komşu (K-Nearer Neighbor, KNN), çoklu sinir ağları (Multiple Neural Network, MNN) yöntemlerini karşılaştırarak tahmini konumu öngören çoklu bir sinir ağı parmak izi konumlandırma modeli önermişlerdir. 1.50 m hata ile önerilen model en iyi sonucu vermiştir [10].

Yazarlar bu çalışmada, kablosuz yerel alan ağı (WLAN) erişim noktalarından RSS zaman serileri kullanarak iç mekân

konum belirleme için evrişimli bir sinir ağı (CNN) tabanlı bir yaklaşım sunmuşlardır. Önerilen model, UJIIndoorLoc [6] veri seti üzerinde uygulanmıştır. Modelin sonuçları, bina tahmini için % 100 doğruluk, kat tahmini için % 100 doğruluk ve koordinatlar tahmininde ortalama hata 2,77 m şeklindedir [11].

III. SONUÇ

Bu çalışmada güncel iç mekân konumlandırmada kullanılan yapay sinir ağları tabanlı yöntemlerden birkaçı incelenmiştir. Yapay sinir ağları üzerinde yapılan çalışmalar artık günümüzde daha çok derin öğrenme alanına yoğunlaşmıştır. Sıfıra yakın hata payı ile çalışan bu yöntem bir çok farklı alanda kullanılmaktadır. İleride ki yıllarda iç mekân konumlandırma üzerine yapılan çalışmaların artacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda bu araştırmada incelenen çalışmalar referans alınarak derin öğrenme tabanlı yüksek başarı oranı ile çalışan bir yöntem geliştirilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] C. Tunca, E. Toplan, I. Sinan, and C. Ersoy, "Yapay Sinir Ağları ile WiFi Tabanlı İç Mekân Konumlandırma WiFi Based Indoor Localization Using Artificial Neural Networks," no. October, 2014.
- [2] S. B. Keser, A. Yazici, and S. Gunal, "Aşırı Öğrenme Makinesi ile Hibrid Parmakizi Tabanlı İç Ortam Konumlandırma," *2017 25th Signal Process. Commun. Appl. Conf. SIU 2017*, pp. 0–3, 2017.
- [3] G. Félix, M. Siller, and E. N. Álvarez, "A fingerprinting indoor localization algorithm based deep learning," *Int. Conf. Ubiquitous Futur. Networks, ICUFN*, vol. 2016-Augus, pp. 1006–1011, 2016.
- [4] Y. Li *et al.*, "Wireless fingerprinting uncertainty prediction based on machine learning," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, pp. 1–18, 2019.
- [5] A. B. Adege, H.-P. Lin, G. B. Tarekegn, Y. Y. Munaye, and L. Yen, "An Indoor and Outdoor Positioning Using a Hybrid of Support Vector Machine and Deep Neural Network Algorithms," *J. Sensors*, pp. 1–12, 2018.
- [6] J. Torres-Sospedra *et al.*, "UJIIndoorLoc: A new multi-building and multi-floor database for WLAN fingerprint-based indoor localization problems," *IPIN 2014 - 2014 Int. Conf. Indoor Position. Indoor Navig.*, no. October, pp. 261–270, 2014.
- [7] J. W. Jang and S. N. Hong, "Indoor Localization with WiFi Fingerprinting Using Convolutional Neural Network," *Int. Conf. Ubiquitous Futur. Networks, ICUFN*, vol. 2018-July, pp. 753–758, 2018.
- [8] M. Abbas, M. Elhamshary, H. Rizk, M. Torki, and M. Youssef, "WiDeep: WiFi-based accurate and robust indoor localization system using deep learning," *2019 IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun. PerCom 2019*, pp. 1–10, 2019.
- [9] and T. T. H. Mehmood, N. K. Tripathi, "Indoor Positioning System Using Artificial Neural Network," vol. 6, no. 10, pp. 1219–1225, 2010.
- [10] B. Soro and C. Lee, "Performance Comparison of Indoor Fingerprinting Techniques Based on Artificial Neural Network," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, vol. 2018-October, no. October, pp. 56–61, 2019.
- [11] M. Ibrahim, M. Torki, and M. Elnainay, "CNN based Indoor Localization using RSS Time-Series," *Proc. - IEEE Symp. Comput. Commun.*, pp. 1044–1049, 2018.