

KAPALI MEKÂNLARDA UYGULANAN KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

B. N. ÖZDEMİR¹, A. CEYLAN¹, S. ALÇAY¹, C.Ö. YİĞİT²

¹ Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, Konya, behlulozdemir@selcuk.edu.tr, aceylan@selcuk.edu.tr,
salihalcay@selcuk.edu.tr

² Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,
Gebze, cyigit@gyte.edu.tr

Özet

Bu çalışmada kapalı mekânlarda konum ve yön belirleme amacı ile kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları incelenmiştir. Bilindiği üzere, Küresel Konum Belirleme Sistemleri (GNSS), açık alanlarda oldukça yüksek doğrulukta sonuçlar verirken, iç mekânlarda ise çatı, duvar vb. engeller nedeniyle GNSS sinyalleri büyük oranda kaybolduğu, yansıdığı ve sinyal gücünün düştüğü görülmektedir. Bu nedenle iç mekânlardaki konum belirlemelerinde kablosuz erişim noktaları (Access Point), Kablosuz yönlendirici (Wireless Router) vb. mevcut altyapılar kullanılarak çeşitli çözümler geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler : Indoor GNSS, Kapalı Mekânlarda Konumlama

COMPARISON OF THE VARIOUS INDOOR POSITIONING METHODS

Abstract

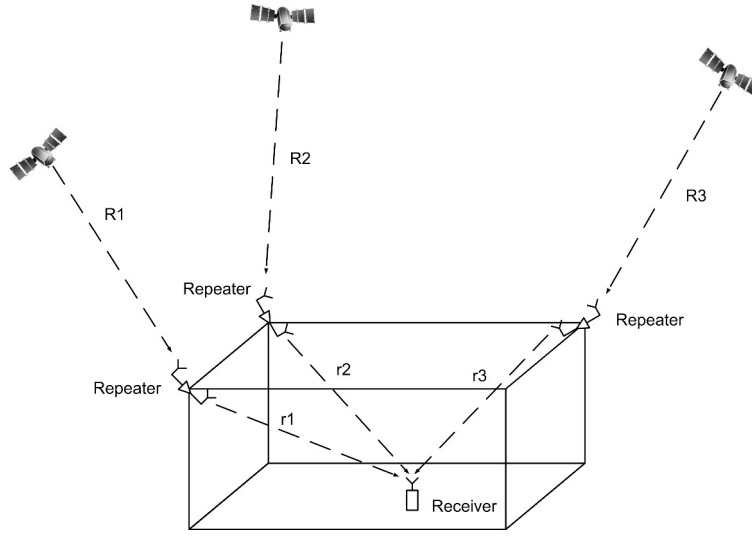
In this study, methods for the purpose of determining the position and orientation of the user in indoor environment are explained and the advantages and disadvantages of these methods have been investigated. Global Navigation Satellite Systems (GNSS), provides quite accurate results in outdoor areas, it doesn't perform very well in indoors. GNSS signals are mostly vanished or reflected and signal strength is greatly reduced by walls, roofs etc., thus receivers can not determine its location in an indoor environment..Therefore, with the aim of positioning indoors using the infrastructure already available . for instance Access Points, Wireless Routers etc. have been proposed.

Keywords: *Indoor Positioning, Indoor GNSS, Wi-Fi Positioning*

1. GNSS Sinyalleri Kullanılarak Kapalı Mekân Konumlama

Küresel Konum Belirleme Sistemi (GNSS) dış mekânlarda çok başarılı sonuçlar verse de, iç mekânlarda aynı performansı sergileyememektedirler. Kapalı mekânlarda, uydulardan gelen sinyallerin güçleri, duvarlar ve binalar yüzünden düşer ve GNSS alıcıları, bu düşük güçteki sinyalleri çözümleremezler (Özsoy, 2009). Kapalı mekânlardaki konum belirlemeleri için GNSS sinyallerinin güçlendirilmesi ve iç mekana yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu modifiyeler sinyalin gücü ve yönü ile ilgilidir.

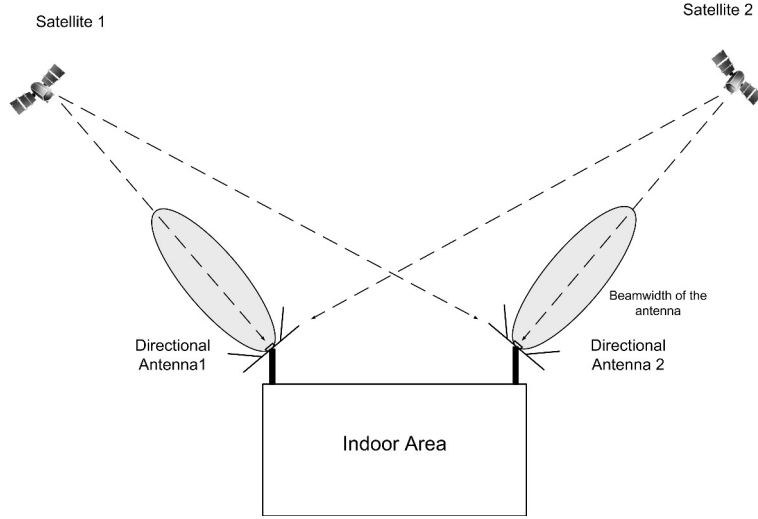
KAPALI MEKÂNLARDA UYGULANAN KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 1. GNSS Sinyalleri ile Kapalı Mekân Konumlama (Özsoy, 2009)

Kaybolan (azalan) GNSS sinyal gücünün artırılmasını sağlayan tekrarlayıcılar (repeater), sistemin çalışması için belirli noktalara kurulması gerekir. Tekrarlayıcılar, sinyal güçlendirici ve yönlendirilmiş anteninden oluşmaktadır. Bu tekrarlayıcıların üzerlerindeki antenlerin klasik GNSS antenlerinden farkı belirli bir yönden gelen uydu sinyallerini alacak şekilde tasarlanmış olmasıdır.. Bu şekilde bir tekrarlayıcının, herhangi bir uydudan aldığı ve iç mekâna ilettiği sinyal, başka bir tekrarlayıcı tarafından aynı mekana ikinci kez iletilmemiş olur. Bu durum, sistemin işleyişi açısından çok önemli bir noktadır (Özsoy, 2009).

Yönlendirilmiş anten, sıradan bir GNSS alıcısı ile konik reflektörün birleşmesinden oluşmuştur. Bu anten, belirli bir yönden gelen uydu sinyallerini alıp, diğerler uydulardan gelen sinyalleri filtreler GNSS alıcısına ulaşmasına engel olur.



Şekil 2. Anten-Uydu Senaryosu (Özsoy, 2009)

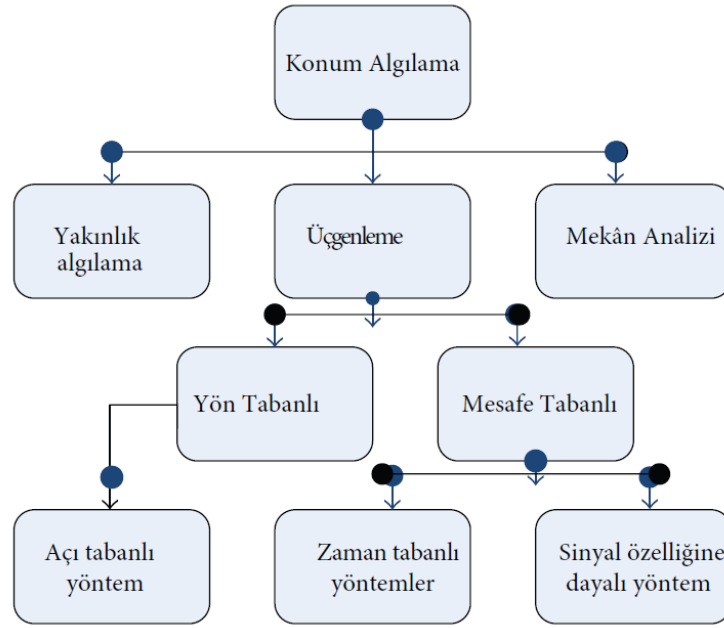
Sistemin tümü için uygun konumda ve yeterli sayıda antenlerin geliştirilmesi ve üretilmesi gereklidir. Ayrıca, düşük gürültü yükselticisi devresi (low noise amplifier) tasarlanmalıdır. Bu sistem GNSS altyapısını kullanarak kapalı mekânlardaki konum belirlemeleri için 5 metre altı doğruluk sunabilmektedir (Özsoy, 2009). Buna ek olarak mevcut GNSS sinyalleri kullanıldığından alıcı olarak birçok seçenek mevcut olup, kullanıcının yeni bir donanım elde etmesine gerek yoktur. Dolayısıyla uygulaması basit ve ucuzdur.

2. Wi-Fi Sinyalleri ile Kapalı Mekân Konumlama

Wi-Fi (Wireless Fidelity), IEEE 802.11 standardının ortak adıdır. Bilgisayar, oyun konsolu, akıllı telefon ya da tablet gibi cihazlar, Wi-Fi teknolojisi ile mevcut bir internet ağına kablosuz olarak bağlanabilir. Kablosuz ağ üzerinden iletişim, iki yönlü telsiz haberleşmesi gibidir. Bir cihazın kablosuz bağdaştırıcısı, radyo sinyallerini veriye dönüştürür ve bir anten vasıtası ile iletir. Kablosuz yönlendirici sinyali alır ve onu çözer daha sonra fiziksel bir kablolu Ethernet bağlantısını kullanarak internete bilgi gönderir. Süreç tersinden aynı şekilde çalışır. Her kablosuz yönlendirici (dağıtıcı), belirli bir alan içerisindeki cihazlar tarafından alınan bir sinyal yayınlar. Bu cihazlar sinyal kuvvetini ölçebilme özelliğine sahiptirler.

KAPALI MEKÂNLARDA UYGULANAN KONUM BELİRLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Kablosuz bağlantı tabanlı konum belirlemede, konum tekniği ve algoritması için birkaç farklı yöntem kullanılır. Konum kestirme yöntemleri 3 ana kategoriye ayrılabilir: Yakınlık (Proximity), Üçgenleme (Triangulation) ve Mekân Analizi (Scene Analysis).



Tablo 1. Konum algılama tabanlı sınıflandırma

2.1 Bağlantı Tabanlı Konum Belirleme (Yakınlık Algılama)

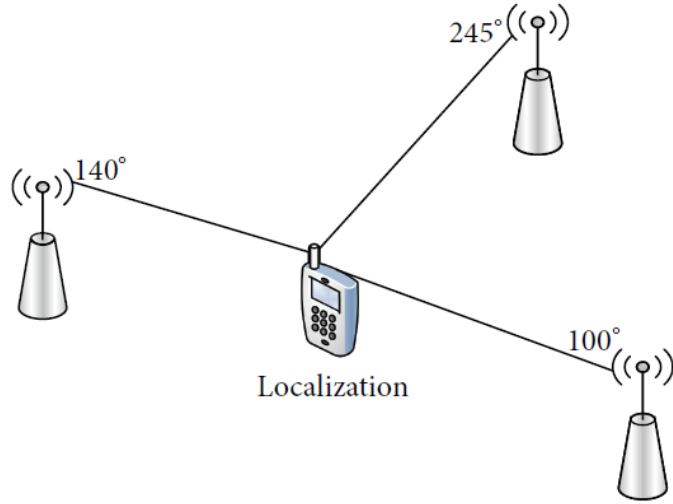
Yakınlık algılama uygulanması en kolay yöntemdir. Sembolik bağlı konum bilgisi sunar. Mobil kullanıcının konumu, bağlı olduğu şebeke ile, bilinen koordinat ve mesafe yardımı ile bulunur. Eğer hedef kullanıcıyı birden çok verici algırsa, basitçe konumu sinyalin en güçlü olduğu en yakın noktaya iletir. Bu yöntem birkaç farklı kablosuz teknoloji ile uygulanır özellikle GSM (Cell-ID), Bluetooth, Radyo Frekansı Tespiti (RFID) gibi.

2.2 Üçgenleme ile Konum Belirleme

Üçgenleme, hedef kullanıcının konumunu belirlemek için üçgenlerin geometrik özelliklerinden faydalanır.

2.2.1 Açı Tabanlı Yöntem(Angle of Arrival-AoA)

Bu yöntem, belirli bir noktadan bir ya da daha fazla alıcıya ulaşan sinyallerin, alıcı antenleri ile yaptığı açıyı hesaplar. Konum bilgisini 2 boyutlu düzlemde elde etmek için 2 alıcı yeterlidir. Doğruluğu artırmak için nokta kestirmesinde 3 ya da daha fazla alıcı kullanılır (Üçgenleme). Yön belirlemek için yön duyarlılığı yüksek olan anten veya antenler gerekir. Daha sonra geometrik özelliklerden faydalanarak, kesişen 2 çizginin düğüm noktasının konumu kestirilebilir. AoA yöntemlerinin kendine öz dezavantajları da vardır. AoA tekniği, açıları ölçebilmek için özel antenler gerektirir ve bu da AoA tekniğinin maliyetini artırır. Kapalı alanlarda multipath'den etkilenir. Bu etkiler sinyalin geliş açısını büyük ölçüde değiştirebilir ve bu da konum doğruluğunu önemli ölçüde düşürür.



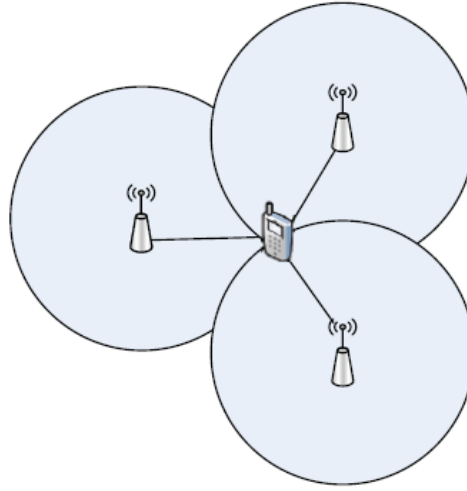
Şekil 3. Açı tabanlı yöntem (Farid, 2013)

2.2.2 Zaman Tabanlı Yöntemler

Laterasyon/Trilaterasyon/Multilaterasyon terimleri uzunluklar yardımıyla konum belirlemeleri anlamına gelir. Laterasyon ya da Trilaterasyon yönteminde obje noktasının konumu, bir ya da daha çok referans noktasına olan mesafeler ölçülerek belirlenir. Bu nedenle Kenar Ölçü Tekniği (range measurement technique) olarak da adlandırılır. Trilaterasyondaki "Tri" konum belirlemek için en az üç referans noktasına ihtiyaç olduğunu belirtir.

2.2.2.1 Varış Zamanı Yöntemi(Time of Arrival-ToA)

Varış zamanı yöntemleri(ToA), bir mobil cihazdan birkaç referans noktasına iletilen sinyalin varış zamanının yüksek doğrulukla senkronize olmasına dayalıdır. ToA yönteminde, mobil cihaz üzerine zaman işlenmiş sinyali birkaç alıcıya gönderir. Sinyal alındığında mobil nokta ile alıcı noktalar arasındaki mesafe, sinyal transfer gecikmesi ve ilgili sinyalin hızı yardımı ile hesaplanır.



Şekil 4. ToA tabanlı konum belirleme (Farid, 2013)

2.2.2.2 Varış Zamanı Farkı(Time Difference of Arrival-TDoA)

Mobil cihazdan iletilen sinyalin, birden çok ölçüm ünitesine ulaşma zamanları arasındaki farklardan, kullanıcının bağıl konumu belirlenir (Ballazhi, 2012)

2.2.2.3 Seyir Süresi(Round Trip Time-RTT)

Vericiden çıkıp ölçü ünitesine hareket eden ve geri dönen sinyalin seyir süresini ölçer. Varış süresi yönteminde gecikme her iki noktada, lokal saatler tarafından ölçülürken, RTT'de bu işlem yalnızca tek taraflı gerçekleştirilir. Sinyalin çıkış ve varış süreleri yalnızca tek noktaya kayıt edilir. Bu avantaj sayesinde bu teknoloji bir yerde senkronizasyon problemini de ortadan kaldırır.

2.2.3 Sinyal Özelliğine Dayanan Yöntem

Kablosuz konumlama teknolojilerinin büyük bir kısmı konumlama cihazının koordinatlarını ya zaman bilgisi ile ya da açı bilgisi ile belirler. İki senaryoda da sonuçlar multipath etkisi altında kalır. Bu sebeple konum doğruluğu düşebilir. Bunlar yerine bilinmeyen nokta ile bilinen noktalar arasındaki mesafeyi kestirmek için, bir dizi ölçü ile yayılan sinyal gücü zayıflaması kullanılabilir. Bu yöntem yalnızca radyo sinyalleri ile mümkündür.

2.3 Kör Adım(Dead Reckoning)

Kör adım yöntemi bilinen en son konuma göre, bilinen ya da kestirilen hız bilgileri ile son noktanın konumunun kestirilmesi işlemidir. Kör adım yöntemi, çok yüksek doğrulukta yön bilgisi sunan içsel navigasyon sistemi kullanır. Bu yöntemin dezavantajlarından birisi de, işlemlerdeki hataların birikmesidir. Dolayısı ile konumdaki sapma zamana bağlı olarak artar. Bunun sebebi yeni noktaların tamamen eski noktalardan faydalanılarak hesaplanmasıdır.

2.4 Harita Eşleme(Map Matching)

Bu yöntem şablon tanıma teorisine dayanır. Bir harita ile konum bilgisinin birleştirilmesi ile, bir yol ağındaki aracın gerçek koordinatları bulunur. Haritaların kullanılması harici donanım gereksinimine etkili bir alternatiftir.

Yöntem	Ölçülen	Doğruluk	Kapsama	Multipath'den Etkilenme	Maliyet
Kör Adım	İvme, Hız	Düşük-Orta	İyi	Evet	Düşük
Yakınlık	Sinyal türü	Düşük-Yüksek	İyi	Hayır	Düşük
Varış Açısı	Alınan sinyalin varış açısı	Orta	İyi(Multipath sorunları)	Evet	Yüksek
Harita Eşleme	Şablon tanımlama ve projeksiona dayalı algoritmalar	Orta	Orta	Evet	Orta
Varış Zamanı	Geliş zamanı farkları	Yüksek	İyi(Multipath sorunları)	Evet	Yüksek
Parmakizi	Alınan sinyal gücü	Yüksek	İyi	Hayır	Orta

3. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde, kapalı mekânlarda konum belirleme ihtiyacı çok fazla ve uygulama alanları da çok geniştir. Gelişen teknoloji ile kapalı mekânlarda konumlama sistemlerinin de aynı hızda gelişmesi beklenmektedir. Mobil cihazların sahip olduğu 2G, 3G, GSM, GNSS, Wi-Fi, Bluetooth, İvmeölçer, Gyro vb yetenekler/sensörler ile kapalı mekânlarda konum belirleme yöntemleri gelişmesini sürdürecektir. İleriki çalışmalarda doğruluğun ve tutarlı sonuçların artırılması için bu sistemlerin geliştirilmesi, birkaç tekniğin bir arada kullanılması bu amaç doğrultusunda faydalı olacaktır.

Kaynaklar

Farid Z., Nordin R., Ismail M., Recent Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System

Li B., Salter J., Dempster A.G., Rizos C., Indoor Positioning Techniques Based on Wireless LAN

Özsoy K., An Indoor Positioning System Based on Global Positioning System: Design, Implementation and Analysis

Rilind Ballazhi, Wireless Indoor Positioning Techniques, Communication Systems Seminar FS 2012