

Ortam ve Hava Şartlarının Alınan Sinyal Gücüne Etkisinin İncelenmesi

Uğur Bekçibaşı¹, Kubilay Taşdelen²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektronik-Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Isparta

ugur@mu.edu.tr, kubilaytasdelen@sdu.edu.tr

Özet: Enerji verimliliğinin büyük önem arz ettiği uygulamalarda kullanılacak işlemci, denetleyici ve radyo haberleşme birimlerinin seçimi de önem kazanmaktadır. Enerjinin kısıtlı olması nedeni ile sınırlandırılan haberleşme güçleri ise uygulamaların çalışma alanını kısıtlamakta ve haberleşme sinyallerinin bulunulan ortamdan ve hava şartlarından büyük oranda etkilenmesine sebep olmaktadır. Yapılan bu çalışmada, CC110L radyo haberleşme entegresi MSP430 mikro denetleyicisi üzerinde çalıştırılmakta ve hava şartlarının, alınan sinyal gücüne farklı mesafelerde gösterdiği etkiler sunulmaktadır. Çalışmada uzaklık-güç göstergesinin grafiği çıkartılmış, ardından hava şartlarının etkisi sonuçlara yansıtılmıştır. Alınan sinyal gücü ile konum saptama tekniği kullanılarak farklı hava ve ortam şartlarındaki konum saptama hataları ve tolerans değerleri sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Mikro denetleyici, Alınan Sinyal Gücü, Konum Saptama.

Effect of Received Signal Strength of the Surroundings and Air Conditions

Abstract: Processor to be used in applications where energy efficiency is of great importance, is important to the selection of the controller and the radio communication units. Because of the limited powers of communication in energy constrained applications, and communication signals which limits the work area greatly affected by weather conditions and cause the current environment. In this study, CC110L radio communication IC on the MSP430 micro-controller operated and weather conditions, affect the received signal power at different distances are shown. The study distance-power indicator removed from the chart, and then the results reflected the effect of weather conditions. Position detection technique with the power of the received signal in different weather and environmental conditions, and tolerance values of position detection errors is presented.

Keywords: Microcontroller, Received signal strength indicator (RSSI), Location Estimation

1. Giriş

MSP430 mikro denetleyicisi Texas Instrument firmasının ürettiği çok düşük güç tüketimiyle ön plana çıkan, Von Neumann mimarisinde, 16 Bit RISC yapısına sahiptir. İçerisinde I2C, SPI, USART, ADC gibi bir çok modülü barındırmaktadır. Çok düşük güç gereksinimi ve yeterli performansı ile

günümüz uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir.

Tercih edilen uygulamalar arasında yakın alan iletişimi (NFC) [nfc], akıllı led aydınlatma sistemleri [led], mavidiş (bluetooth) eşleşme sistemleri [bluetooth] gibi öncü teknolojiler vardır.

Ortam etkileşimli olarak bilgi toplayabilen, bilgiyi kolektif bir şekilde değerlendirebilen ve gerektiğinde bilgiye dayalı olarak ortam üzerinde değişiklikler yapılabilen Kablosuz Algılayıcı Ağlar konusu içinde de msp430 mikro denetleyici ailesi sıklıkla yer bulmaktadır. Enerji verimliliğinin en önemli konu olduğu kablosuz algılayıcı ağlar yapısında çok düşük enerji ihtiyacına sahip mikro denetleyiciler ve iletişimi sağlayabilecek kadar güçlü radyo haberleşme birimleri tercih edilmektedir.

Yapılan çalışmada mikro denetleyici setini dış dünya ile konuşturan CC110L radyo haberleşme entegresi tercih edilmiştir. CC110L Texas Instrument firmasının ürettiği 315/433/868/915 MHz ISM/SRD bantlarında çalışabilen, çok düşük güç tüketimi ile kablosuz güvenlik ve alarm sistemlerinde sıklıkla tercih edilen bir entegredir.

Mikro denetleyici ve radyo haberleşme entegresi ile oluşturulan iki özdeş yapı farklı ortam, güç, mesafe ve hava şartlarında çalıştırılıp radyo haberleşmesine olan etkiler incelenmiştir.

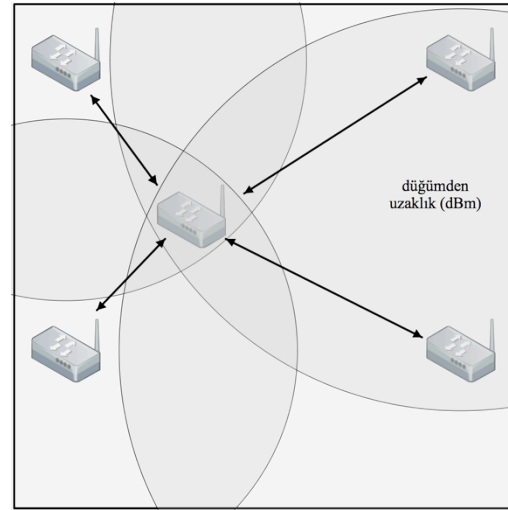
Bildirinin ikinci bölümünde çalışmanın matematik kısmını oluşturan gelen sinyal gücü yöntemi ve hava şartlarının haberleşmeye olan etkisi, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan materyal ve yöntem, dördüncü bölümde ise sonuçlar sunulmaktadır.

2. Gelen Sinyal Gücü Yöntemi

Kablosuz her birim, iletişim ünitesi bileşenine sahiptir ve konum belirleme için en uygun çözümdür [46]. Sorun, iletişim ünitesi bileşeninin ağ içerisinde konum belirlemeye nasıl yardımcı olabileceğidir. Teoride iletişim ünitesi sinyalinin gücü, sinyal kaynağından uzaklığın karesi ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. Bunun sonucu olarak, düğümün uzaklığının hesaplaması için vericiden gelen sinyalin gücünü işleyebilmesi gerekmektedir.

Alınan sinyal gücü göstergesinin İngilizce kısaltması olan RSSi, donanım değişimine karşı iyi bir çözüm önermektedir.

Pratikte, RSSi değişim ölçümü bir miktar gürültü içermektedir [47]. Bu gürültü, iletişim ünitesi yayılımının gerçek ortamda, yüksek düzeyde düzensiz yayılma eğilimli olmasından dolayı oluşmaktadır. Örnek olarak iletişim ünitesi yayılımı asfalt üzerinde çimen üzerindeki farklı olmaktadır. Duvarlar, ev eşyası gibi fiziksel engeller ise iletişim ünitesi dalgalarını yansıtır veya emer. Bunun sonucunda, sinyal gücü ile uzaklık tahmininde, diğer metotlardan elde edilen ölçümler kadar kesin sonuçlar elde edilememektedir. Şekil 1 'de verilen RSSi yöntemi, çalışmalarla ilgi kazansa da, önemli olan iletişim ünitesi yayılımının fiziksel analizine dikkat edilmesidir. Böylece düğümlerin iletişim ünitesi kalibrasyonlarının iyi olması seviyesinde başarı oranı artacaktır [46].



Şekil 1. RSSi Konumlama Tekniği

Alıcı değişkenleri: Farklı radyo alıcıları farklı duyarlılığa sahiptir.

Anten yönlendirmesi: Verici ve alıcı antenlerinin yönleri değiştiğinde RSSi

değeride değişime uğrar. Her antenin tekdüze olmayan bir yayılım şablonu vardır.

Atmosferik Şartlar: Aynı gönderme gücüne sahip sinyal örnekleri atmosferik şartlardan dolayı küçük sapmalar gösterebilir.

Tipik olarak atmosfer şartları, sinyal üzerinde bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte yağmur sinyali önemli ölçüde etkileyebilir. Özellikle alınan sinyal gücüne bağlı radyo temelli düğümler arası mesafe ölçümünde, daha düşük doğrulukta ve güvenilirlikte sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Bu hatalar çevresel hatalar ve cihaz hataları olarak iki gruba ayrılabilir. Çevresel hatalar kablosuz haberleşme kanalından dolayı ortaya çıkar. Bunlar çoklu yol (multi path), gölgeleme etkileri (shadowing) ve diğer radyo kaynaklarından gelen girişimlerdir. Cihaz hataları genellikle kalibrasyonsal hatalarıdır. Burada en önemli konu cihaz içi farklılıklara ve güç kaynağının zayıflamasına rağmen yayın gücünün sabit tutulmasıdır. Çevresel hatalar da iki grupta incelenebilir. Zamana bağlı hızlı değişimlerden kaynaklanan hatalar ve statik çevresel etkenlere bağlı hatalardır. Birinci hata türü insanların hareket etmelerinden, sinyale karışan gürültüden ve girişimden kaynaklanır. Bu çoğunlukla gauss gürültüsü olarak modellenilebilir. Bu tür hatalar çoklu RSSi ölçümlerinin ortalaması alınarak önemli ölçüde azaltılabilir. İkinci tür hatalar çoklu yol ve gölgeleme gibi değişen çevresel etkenlerden dolayı ortaya çıkan hatalardır. Çevresel yerleşim, önceden bilinmiyorsa belirsiz olacağından, bu hata rastgele olarak modellenmelidir. Burada belirtilenler çevresel hataları göz önüne almaktadır; fakat birçok diğer faktörlerde hesaba katılmalıdır. Bunlar çoğunlukla radyoların kalibrasyon hatalarıdır. Aynı türdeki düğümler arasındaki farklar kadar anten yönlendirmeleri de göz önüne alınmalıdır.

Güç kaynağı voltajı ve gönderilen radyo gücünün göz önünde bulundurulması gerekir. RSSi temelli bir doğru konumlama sistemi oluşturmak için kablosuz kanal parametreleri ve diğer bozucu etkenler mümkün olduğu kadar doğru modellenmelidir. Bütün bu faktörler RSSi ölçümlerinde geniş bir rastlantısal etken aralığına sebep olur. Böylece ölçümün tahmin edilemez olmasına yol açar.

2.1 Hava Şartlarının Etkisi

Günümüz kablosuz haberleşme sistemlerinde kapsama alanı ve konum saptaması ile ilgili verilerin oluşturulması için sistemin dinamik menzili ve elektromanyetik dalganın yayılım kaybının bilinmesi gereklidir. Dinamik menzil, gerçek dünyada üretici tarafından belirlenen, bilgisayar benzetim ortamında ise kullanıcının belirlediği, sistemin alıcı- verici arasındaki haberleşme kanalında sistem işlevliğini kaybetmeden çalışabileceği en yüksek değerdir. Süreç için- deki kayıplarda, dinamik menzildeki kaybın belirlenmiş olan değeridir ve dB ölçü birimi cinsinden ifade edilir.

Yayılım kaybı ise haberleşme sinyalinin alıcıya giderken izlediği yolda uğradığı enerji kaybıdır ve bulunulan ortam ile doğrudan bağlantılıdır [49,20,50]. Yayılım modelinin temeli olarak serbest uzay kaybı belirlenmiştir. Serbest uzay kaybı, alıcı ve verici üniteler arasında herhangi bir engelin bulunmadığı hattır. Fakat bu hat, alıcı-verici üniteler arası doğrudan görüşe sahip olsa da çeşitli bileşenlere göre değişkenlik göstermektedir. Formül 1'de serbest uzay kaybının formüllü verilmiştir [51].

$$L_{fs1} = -10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

$$L_{fs1} = -32,45 - 20 \log d - 20 \log f$$

Serbest uzay kayıp formülünde f Mhz olarak alıcı-verici arasında kullanılan frekansı, d km cinsinden arasındaki uzaklığı belirtmektedir [52]. Serbest uzay kaybı ideal şartlar için yaklaşık bir değer vermektedir [51]. Daha net

bilgiler için alıcı-verici bileşenlerinin eklendiği serbest uzay yayılım modeli benimsenmiştir [53].

$$\overline{PL}(d)=\overline{PL}(d_0)+10.n.\log\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (4)$$

Formül 2’de serbest uzay yayılım modelinin formüllü verilmiştir [54].

$$PL_{fs}(\text{dB})=10\log\frac{P_t}{P_r}=-10\log\left[\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} L\right] \quad (2)$$

Serbest uzay yayılım model formülünde Lfs1 yayılım kaybı olarak tanımlanmakta; Pt verici gücü, Pr alıcı gücü, Gt verici anten kazancı, Gr alıcı anten kazancı, L yayılımdan bağımsız sistem kaybı ($L \geq 1$) ve λ ise metre cinsinden dalga boyunu temsil etmektedir.

Zaman içinde yapılan çalışmalarda kablosuz birimlerin laboratuvar kullanımını artmış ve genel olarak alıcı-verici arasından doğrudan görüş hattının olduğu ortamlarda yol kaybı hesaplamaları için Keenan-Motley ile Logaritmik-Uzaklık modelleri benimsenmiştir [48,54].

Keenan-Motley (KM) modelinde yol kaybı, dB cinsinden, serbest uzay yol kaybına doğrusal bir faktörün eklenmesiyle bulunmakta ve deneysel olarak saptanmaktadır. Linear Yol Zayıflama Modeli olarak bilinen KM Modeli Formül 3’de verilmiştir.

$$PL_{KM}[\text{dB}]=PL_{fs}+a.d \quad (3)$$

Modelde d km cinsinden uzaklığı, PLfs serbest uzay kaybını ve a lineer zayıflama katsayısını belirtmektedir.

Logaritmik-Uzaklık modelinde ise; hem bina dışı hem de bina içi iletişim ünitesi kanallarında, gerek teorik gerekse de ölçüme dayalı yayılım modellerinden alınan ortalama işaretin uzaklıkla azaldığı gösterilmiştir. Çözüm olarak, belirli bir alıcı-verici uzaklığı için ortalama yol kaybı katsayısı belirlenmektedir. Formül 4’de logaritmik-uzaklık modelinin eşitliği verilmiştir [55].

Burada n yol kaybının uzaklıkla değiştiğini belirten yol kayıp katsayısıdır ve değeri yayılım ortamına bağlıdır. d0 vericiye yakın alanda ölçümlerin yapıldığı referans uzaklıktır yani d vericisi ile alıcı arasındaki uzaklıktır. Denklemdaki üst çizgiler, d’nin belli bir değeri için verilen mümkün olan tüm yol kayıplarının ortalamalarını belirtmektedir. Formül 5’de Friis eşitliği verilmiştir [57].

$$RSSi_{(\text{dBm})}=-10.\eta.\log(d)+A \quad (5)$$

Denklemden η yol kayıp katsayısını, d metre biriminden uzaklığı, A ise formülde referans olarak alınacak 1 metredeki zayıflama miktarını belirtmektedir. Çalışmada kullanılan Friis eşitliği; üçlü çapa yönteminde yol kaybının açık hava ve direk görüş şartlarında ulaştığı 2 değeri standart alınmıştır. Önerilen ölçüm referans çapa yönteminde ise; η değeri önce referans alınan düğümden olan uzaklıkla belirlenmiş; ardından yerine konarak, gelen RSSi değerinin gerçek mesafesi saptanmıştır.

Sunulan tüm bu çözümler gerçek dünya üzerindeki gerçek zamanlı değişiklikleri modelleyememektedir. Hava şartları gibi birçok değişkene bağlı olarak yayılım kaybının gerçek zamanlı olarak hesaplanması oldukça zor ve işlem gücü gerektiren bir eylemdir. Kablosuz birimler gibi enerji tasarruf zorunluluğu gereği kısıtlanan güç ve performans ile yayılım kaybının gerçek zamanlı tespiti ve konumun saptanması mümkün olamamaktadır. Kullanılan bileşenlerin enerji tasarrufuna yönelik konum saptamaları için üretici firmalar önceden laboratuvar ortamında belirlenmiş statik şablonlar oluşturmuşlardır. Aşağıdaki örnek

çizelgelerde Benkic ve arkadaşlarının statik mesafe şablonları verilmiştir [56].

Çizelge 1 : CC2420 Statik Mesafe Şablonu

Uzaklık (m)	2m	4m	6m	9m	12m	15m	20m	25m
RSSi (db)	52.47	53.35	58.15	63.17	63.77	70.27	76.34	82.89
Standart Sapma	1.091	4.186	0.309	0.480	0.367	0.848	0.649	2.206

Çizelge 2 : MRF24J40 Statik Mesafe Şablonu

Uzaklık (m)	1m	2m	3m	4m	5m	7.5m	10m	15m	20m
RSSi (db)	58.889	60.732	66.086	66.577	69.6	69.474	76.439	77.685	93.141
Standart Sapma	2.233	1.407	1.313	0.632	1.035	1.621	2.024	1.453	1.408

Çizelge 3 : Zena Statik Mesafe Şablonu

Uzaklık (m)	2m	4m	6m	9m	15m	20m
RSSi (db)	56.253	65.461	65.43	69.615	78.238	85.169
Standart Sapma	0.682	1.579	1.295	1.267	2.682	3.33

Çizelge 1’de Crossbow firmasının kablosuz algılayıcı ağ düğümü olan MicaZ serisi ürününün CC2420 entegresi içeren RF katı [57], Çizelge 2’de Microchip firmasının Zigbee modülü [58], çizelge 3’da ise Zena firmasının Zigbee modül ölçümleri verilmiştir[59]. Çizelgelerden de anlaşılacağı gibi üreticilerin, antenlerin, içinde bulunulan ortamın, ortamdaki etkileyici faktörlerin farkları nedeni ile ölçümler farklı olmaktadır.

3. Materyal ve Yöntem

4. Sonuç ve Öneriler

5. Kaynaklar

[20] N. Patwari, A. O. Hero, Using proximity and quantized RSS for sensor localization in wireless networks, in: Proceedings of the 2nd ACM international conference on Wireless sensor networks and applications - WSNA '03, ACM Press, New York, New York, USA, 2003, p. 20.

[46] J. Liberti, T. Rappaport, A geometrically based model for line-of-sight multipath radio channels, in: Proceedings of Vehicular Technology Conference - VTC, volume 2, IEEE, pp. 844–848.

[47] M. P. Clark, Radio Propagation, System Range, Reliability and Availability, in: Wireless Access Networks: Fixed Wireless Access and WLL Networks - Design and Operation, 2000, pp. 115–139.

[48] T. S. Rappaport, Wireless Communications : Principles and Practice, 1996.

[49] K. Benkic, M. Malajner, P. Planinsic, Z. Cucej, Using RSSI value for distance estimation in wireless sensor networks based on ZigBee, in: 2008 15th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, IEEE, 2008, pp. 303–306.

[50] T. Instruments, CC2420, 2006.

[51] Microchip, MRF24J40 Data Sheet, 2008.

[52] ZENA Wireless Network Analyzer User’s Guide, 2007.

[53] K. Whitehouse, D. Culler, Calibration as parameter estimation in sensor networks, in: Proceedings of the 1st ACM international workshop on Wireless sensor networks and applications - WSNA '02, ACM Press, New York, New York, USA, 2002, p. 59.

[54] Motley, A. J., Keenan, J.M. (1990), “Radio coverage in buildings”, Bell System Technical Journal (BTSJ), vol. 8, London, 19-24

[55] T. S. Rappaport, Wireless Communications : Principles and Practice. 1996.

[56] K. Benkic, M. Malajner, P. Planinsic, and Z. Cucej, Using RSSI value for distance estimation in wireless sensor networks based on ZigBee, in 2008 15th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, 2008, pp. 303-306.

[57] X. Wang, O. Bischoff, R. Laur, and S. Paul, Procedia Chemistry Localization in

Wireless Ad-hoc Sensor Networks using
Multilateration with RSSI for Logistic
Applications, PROCHE, vol. 1, no. 1, pp. 461-
464, 2009.
[nfc] <http://www.ti.com/litv/pdf/sloy005>

[bluetooth]
<http://www.ti.com/litv/pdf/sloy004>

[led] <http://www.ti.com/litv/pdf/slay024>