Ortam ve Hava Şartlarının Alınan Sinyal Gücüne Etkisinin İncelenmesi

Uğur Bekçibaşı[1], Kubilay Taşdelen[2]
[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 çözümlerdendir [1]. 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 ölçümü çeşitli gürültü bilgileri içermektedir [2]. Bu gürültü bilgileri, iletişim ünitesinin kullandığı radyo frekansının yayılım doğasından kaynaklı olarak oluşmaktadır. Duvar, ev eşyası gibi fiziksel engeller radyo frekanslarını azaltıp sönümlediği gibi, farklı alaşım metaller yansıtıp güçlendirebilir. Bunun sonucunda, sinyal gücü ile mesafe tahmininde, diğer uzaklık tahmin metotlarında elde edilen kadar kesin sonuçlar elde edilememektedir [1].

Diğer değişkenler olarak alıcı-verici antenlerden, kullanılan güç kaynaklarının gerilim değerlerine kadar radyo katının çıktısını etkileyen unsurlarda vardır. Bu zorluklara birde içinde bulunulan ortamdan radyo sinyallerinin etkilenmesi katılınca gelen sinyal gücü yönteminin neden tercih edilmediği daha iyi anlaşılabilir.

2.1 Hava Şartlarının Etkisi

Günümüz kablosuz haberleşme sistemlerinde genel yönelim üretici firmanın kısıtlı zaman ve ortam şartlarında gerçekleştirdiği testlerin çıktılarını kullanarak durağan bir mesafe şablonu kullanmaktır. Yapılan laboratuvar testleri sonucu alınan bilgiler sadece aynı ortam ve hava şartlarında geçerli olabilmekte, kablosuz algılayıcı ağlar gibi neredeyse her ortamda çalışabilen esnek ürünlerde ihtiyaca cevap verememektedir.

Yapılan çalışmalarda hava şartlarının radyo sinyallerine olan etkileri araştırılmış ve bilgisayar benzetimi için matematiksel modeller çıkartılmaya çalışılmıştır. Kabul edilen modellerin başında radyo sinyallerinin serbest uzayda dolaştığı ve alıcı-verici ünitelerin birbirilerini direkt olarak görebildiği kabul edilen serbest uzay yayılım modeli yer almaktadır [3,4,5]. Formül 1'de serbest uzay kaybının formüllü verilmiştir [51].

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

Serbest uzay kaybı formülüne alıcı-verici bileşenlerinin eklendiği serbest uzay yayılım model geliştirilmiştir. Formül 2'de serbest uzay yayılım modelinin formüllü verilmiştir [54].

$$PL_{fs}(dB)=10\log\frac{P_t}{p_r}=-10\log[\frac{G_tG_r\lambda^2}{(4\pi)^2d^2}L] \quad (2)$$

Zaman içinde kullanılan alıcı-verici ünitelerin teknik bilgilerinden bağımsız bir model tasarlanmış ve uygulanan deney şartları ortamı aynı olması durumunda tekrarlanabilir olduğu görülmüştür. Keenan-Motley (KM) çalışmalarında laboratuvar ortamında deneysel olarak bulunan bir lineer zayıflama katsayısı ekledikleri formülün, aynı şartlar sağlandığında tekrarlanabilir olduğunu kanıtlamışlardır. Lineer Yol Zayıflama Modeli olarak bilinen KM Modeli Formül 3'de verilmiştir.

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

Son olarak bulunulan ortamın bir katsayı değerini içeren Logaritmik-Uzaklık modeli formülize edilmiştir. Formül üretici firmaların statik şablonları gibi bulunulan ortam için bir yol kayıp katsayısı sunmakta ve bilgisayar benzetimine uygun bir metop ortaya koymaktadır. Formül 4'de logaritmik-uzaklık modelinin eşitliği verilmiştir [55].

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

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 [6].

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	-63.7	-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	7.5 m	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

3. Materyal ve Yöntem

Yapılan çalışmada Texas Instruments firmasının MSP430 mikro denetleyici ailesinden MSP-EXP430G2 LaunchPad geliştirme kiti üzerine, Anaren firmasının CC110L radyo haberleşme entegresini içeren 430Boost-CC110L AIR eklentisi ile güncelleme yapılmış ve sistem çeşitli hava/ortam şartlarında test edilmiştir. Kullanılan yapılardan MSP 430 mikro denetleyici ailesi çok düşük enerji harcaması ve yeterli işlem gücü ile günümüz teknolojisinde sıkça tercih edilmektedir.

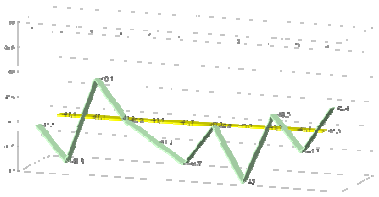
Mikro denetleyici geliştirme seti en yoğun işlem zamanında kullandığı 20 mA akım harcaması ile mevcut kalem pil kullanılarak 1 yıl aktif olarak çalışabilmektedir. Gelişime açık altyapısı ve Anaren firmasının ürettiği kablosuz haberleşme eklentisi ile yapı Kablosuz Algılayıcı Ağlar standartlarını karşılayabilen bir hal almaktadır.

Haberleşme altyapısını sağlayan Anaren 430Boost-CC110L AIR eklentisi Avrupa 868-870MHz ve Amerika 902-928MHz ISM bantlarında haberleşme yapabilmekte ve 10 dBm güç seviyesinde yayın yapabilmektedir. Programlanabilir yapısı ile eklenti ortam erişim protokolü olarak CSMA kullanılarak kontrol edilmiştir. Böylece gerektiğinde ortam içinde bulunacak yüzlerce yapı kesintisiz haberleşme imkânı sunabilecektir.

Referans alınması için kullanılan sisteme ek olarak yapı OMNeT++ 4.1 programı ve MiXiM 2.2 eklentisi ile bilgisayar ortamında simule edilmiştir. Çalışmada üretici firma verilerine dayanarak yapılan benzetim çalışması gerçek dünya verileri ile karşılaştırılmış ve sonuçlar sunulmaktadır.

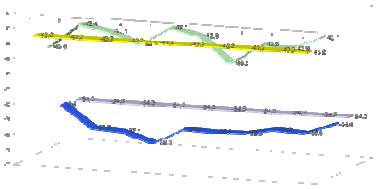
Yapılan çalışmalarda mesafe seçimleri olarak sistemin çalışma değerlerine uygun 1, 3, 10, 20 metre uzaklık değerleri belirlenmiş ve sistem 0-3, 20^{o}C ortam sıcaklıklarında test edilmiştir.

Alıcı-verici düğümler arasındaki mesafenin 1 metre olduğu 20^{o}C sıcaklık olan laboratuvar ortamındaki sonuçlar Şekil 1'de verilmektedir.



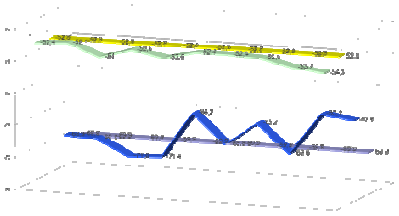
Şekil 1: 1 Metre Uzaklıktaki Haberleşme

Mesafenin 3 metre olduğu sıcaklık verilerinin dış ortam ölçümünde 0-3^{o}C olarak değiştiği, laboratuvar ortamında ise 20^{o}C olan sonuçlar Şekil 2'de sunulmaktadır.



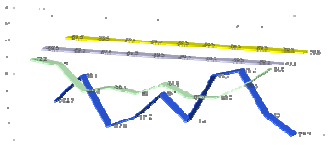
Şekil 2: 3 Metre Uzaklıktaki Haberleşme

Mesafenin 10 metre olduğu sıcaklık verilerinin dış ortam ölçümünde 0-3^{o}C olarak değiştiği, laboratuvar ortamında ise 20^{o}C olan sonuçlar Şekil 3'de sunulmaktadır.



Şekil 3: 10 Metre Uzaklıktaki Haberleşme

Mesafenin 20 metre olduğu sıcaklık verilerinin dış ortam ölçümünde 0-3^{o}C olarak değiştiği, laboratuvar ortamında ise 20^{o}C olan sonuçlar Şekil 4'te sunulmaktadır.



Şekil 4: 20 Metre Uzaklıktaki Haberleşme

Genel karşılaştırmaları içeren verilen çizelge 4'te sunulmaktadır.

Çizelge 4 : Genel Karşılaştırma Tablosu

1 / 3 Metre Değerleri	1 metre		3 metre			
	20^{0}C Derece		20^{0}C Derece		0-3^{0}C Derece %90 nem	
	Sistem	Benzetim	Sistem	Benzetim	Sistem	Benzetim
Maksimum	-40 dbm	-41.1 dbm	-42 dbm	-43.2 dbm	-54 dbm	-54.3 dbm
Minimum	-42.5 dbm	-41.1 dbm	-46.9 dbm	-43.2 dbm	-58.9 dbm	-54.3 dbm
Ortalama	-41.25 dbm	-41.1 dbm	-44.30 dbm	-43.2 dbm	-56.35 dbm	-54.3 dbm
Standart	0.73		1.41		1.37	

10 / 20 Metre Değerleri	10 Metre				20 Metre			
	20^0C Derece		$0\text{-}3^0$C Derece %90 nem		20^0C Derece		$0\text{-}3^0$C Derece %90 nem	
	Sistem	Benzetim	Sistem	Benzetim	Sistem	Benzetim	Sistem	Benzetim
Maksimum	-52 dbm	-52.8 dbm	-63 dbm	-69.9 dbm	-69 dbm	-69.5 dbm	-75.1 dbm	-77.3 dbm
Minimum	-54.5 dbm	-52.8 dbm	-72.3 dbm	-69.9 dbm	-89.8 dbm	-69.5 dbm	-118.9 dbm	-77.3 dbm
Ortalama	-53.26 dbm	-52.8 dbm	-67.72 dbm	-69.9 dbm	-79.60 dbm	-69.5 dbm	-96.98 dbm	-77.3 dbm
Standart Sapma	0.70		2.70		6.28		12.40	

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma göstermiştir ki konum saptamanın hayati önem taşımadığı ve fiyat/performans oranının önemli olduğu durumlarda her bir kablosuz algılayıcı ağ düğümü üzerinde bulunan radyo katları ile konum saptanması mümkündür. Kullanılan algılayıcı ağ düğümleri üzerinde fazladan bir donanım ihtiyacı olmadan sunulan çözüm ile uygun maliyetli sistemler tasarlanabilmekte ve bildirinin temelini oluşturan hava şartlarının radyo sinyallerine olan etkisi azaltılabilmektedir. Sunulan bu çalışma sonucunda tasarlanacak sistemlere eklenecek uzaklığı belli referans düğüm/düğümleri ile hava şartlarının radyo frekans haberleşmesine olan etkisi önemsiz kılınabilecektir.

5. Kaynaklar

[1] 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.

[2] 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.

[3] 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.

[4] 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.

[5] T. Instruments, CC2420, 2006.

[6] 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