

2.4 GHz ISM BANDINDA ÇALIŞAN BLUETOOTH SİSTEMİ İLE IrDA SİSTEMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Salim KAHVECİ, İsmail KAYA, Mustafa ULUTAŞ*
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
61080, Trabzon
{salim, ikaya, ulutas}@ktu.edu.tr

Özet: IrDA ile bluetooth sistemleri, birbirlerine göre üstünlükleri ve zayıf noktaları olan iki benzer teknolojidir[1]. Burada verilen uygulamalarla hangisinin daha iyi hizmet sağladığı araştırılacaktır. Tasarımcılar bu teknolojilerin farklılıklarını anlayabilecek ve verilen uygulamalar için gerekli yaklaşımlarda bulunabileceklerdir.

1. Giriş

İlk bakışta IrDA ile bluetooth sistemleri uluslararası pazarda birbirleriyle yarışır durumda oldukları görülmektedir. Her bir teknolojinin kendine has avantaj ve dezavantajları olmasına karşın, her ikisi de kullanıcıların tüm ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamamaktadır. Öyle ki, IrDA sisteminde verici ve alıcının mutlaka birbirini görme gereği vardır ve aksi takdirde bağlantının mümkün olmaması bu teknolojinin kullanılabilirliğini azaltmıştır. Diğer yandan bluetooth sistemi haberleşecek sistemlerin birbirini kapsam alanı içinde görme şartını ortadan kaldırmış olmasına rağmen, güvenlik problemi ortaya çıkmış ve kapsam alanı içindeki sistemlerde girişim ve bayılmadan dolayı bağlantı kopma problemleri oluşmuştur. Aynı zamanda bluetooth sistemi kapsam alanı dışındaki sistemlerle girişim oluşturabilmektedir.

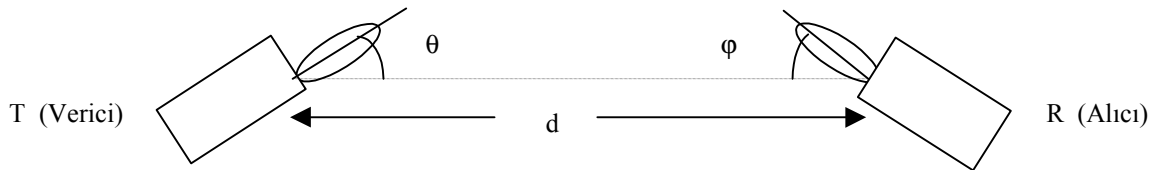
2. IrDA Sistemi

IrDA (Infrared Data Association) üç tip kızıl ötesi haberleşme standardını ortaya koymuştur [1,2]. Bu standartlar IrDA-Data, IrDA-Control ve yeni geliştirilen Air'dır. Burada IrDA-Data ve onun bluetooth'la ilişkisi üzerinde durulacaktır. Yani burada IrDA ile IrDA-Data standardı gösterilmek istenmiştir. Genel olarak IrDA elektronik düzenekler arası kablosuz bağlantı kurmak için kullanılır. IrDA noktadan noktaya haberleşme biçimidir. 30°'lik dar bir görme açısına sahiptir [1]. 0 ile 1 m arasındaki mesafeler için 9600 bit/s ile 16 Mbit/s hızlarında veri iletişimi sağlamak için tasarlanmış bir standarttır.

Genel IrDA Karakteristikleri:

- Her ülke ve birimde kullanılan elektronik aletlerde kablosuz bağlantı gerçekleştirmek
- Geniş donanım desteği sağlamak ve yazılım platformları oluşturmak
- Noktadan noktaya olan haberleşmelerde kablo bağlantısını ortadan kaldırmak
- Standartlar arası uyumu sağlamak
- Diğer elektronik düzeneklerle girişimi engellemek
- Yüksek veri (data) hızı, şu an için 4 Mbit/s ancak hedeflenen 16 Mbit/s'ye ulaşmak

IrDA'nın iki kullanıcı link topolojisi Şekil 1'de gösterilmektedir. Verici birimi, m görme lobuna ve θ görüş açısına sahipken, alıcı birimi n görme lobuna ve ϕ görüş açısına sahiptir. Alıcı ile verici arasındaki mesafe ise d ile gösterilmiştir.



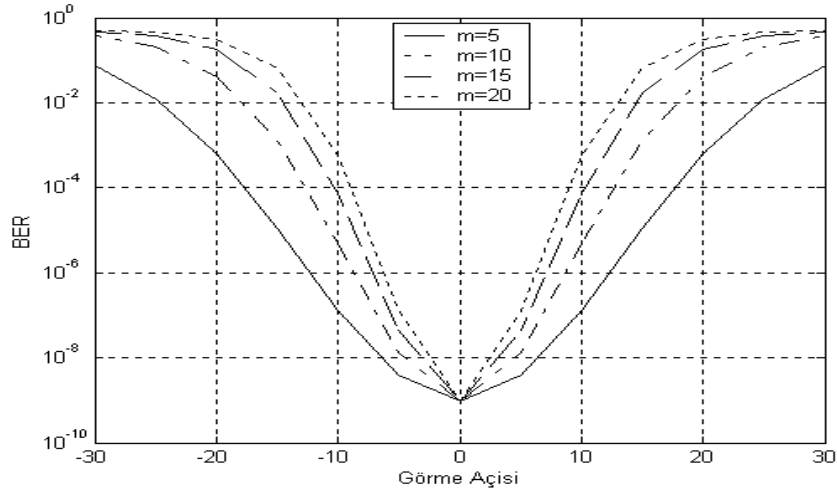
Şekil 1. IrDA'nın link topolojisi

IrDA'nın bit hata oranı (BER) işaret gürültü oranının (SNR) bir fonksiyonudur. $BER = Q(\sqrt{SNR})$ olup genel formu (1) nolu denklemle verilmektedir [3]. $Q(x)$ fonksiyonu ise (2) nolu denklemle ifade edilmektedir.

$$BER = Q\left[\frac{6\cos^m\theta \cdot \cos^n\varphi}{d^2}\right] \quad (1)$$

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-\frac{y^2}{2}} dy \quad (2)$$

Alıcı ile verici arasındaki mesafe 1 m ve $\theta=\varphi=0^\circ$ durumunda BER yaklaşık olarak 10^{-9} olmaktadır. BER'in 5, 10, 15, 20 görüş lobuna karşılık görüş açısına göre eğrisi şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 2'den de anlaşılacağı üzere BER'in düşük olabilmesi için ya görüş açısının düşük olması ya da görüş lobunun geniş alanlı olması gerekmektedir.



Şekil 2. IrDA için BER-Görme açısı eğrisi

IrDA'nın Kullanım Alanları:

IrDA aşağıda sıralanan düzenekler arası veri iletişimini sağlamak için kullanılır.

- ◆ PC, diz üstü bilgisayarlar
- ◆ Yazıcı ve tarayıcılar
- ◆ Telefon ve modemler
- ◆ Dijital Kameralar
- ◆ Yerel alan ağları (LAN)
- ◆ Tıbbi ve endüstriyel cihazlar, Saatler

Şu ana kadar dünya üzerinde yaklaşık 150 milyon ünitenin üzerinde IrDA sistemi kurulu durumdadır. IrDA sistemi yaygın olarak kişisel bilgisayar ve çevresindeki elektronik elemanlarla haberleşmesi gün geçtikçe artmaktadır.

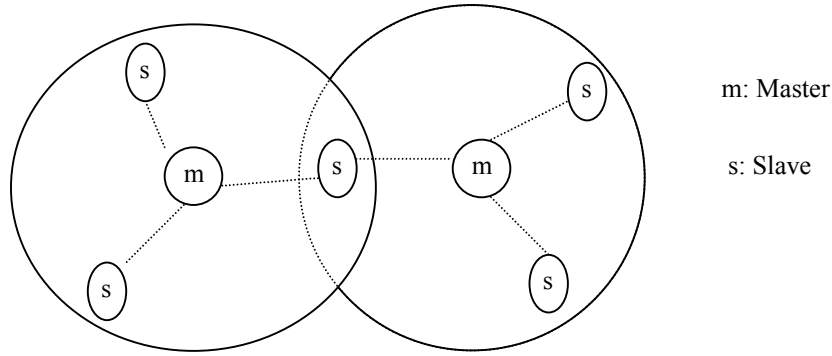
3. Bluetooth Sistemi

Bluetooth; 2.4 GHz ISM (Industrial Scientific Medical) bandında noktadan noktaya veya bir noktadan pek çok noktaya ses ve data iletimini sağlayan bir kablosuz haberleşme teknolojisidir [4]. Bluetooth yansıyan dalgaları kullanarak veri transferi yapabilmektedir. Bu standardın nominal link mesafesi 10 cm ile 10 m arasındır. Ancak verici gücü artırılarak bu mesafe 100 m'ye kadar çıkartılabilmektedir. Tasarlanırken düşük fiyat, kaliteli dar-alan haberleşmesi, sağlamlık ve diğer LAN'larla uyumluluk dikkate alınır.

Genel Bluetooth Karakteristikleri:

- 2.4 GHz ISM bandında çalışır
- FH (Frequency Hopping) sistemi kullanılır. 79 MHz'lik frekans bandı 0-78 ile numaralandırılmış bandlara ayrılır
- Bir piconette en fazla 8 düzeneğe imkan verilebilmektedir
- Güvenliği sağlamak
- Duvarlardan ve diğer engellerden dolayı direk dalgaya gerek duyulmamaktadır
- Her yönde elektromagnetik dalga yayılımı olmaktadır

Master ve slavlerden oluşan bluetooth'un piconet yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir. Piconetler birbirleriyle master aracılığıyla ancak haberleşme yapabilmektedirler. Bu haberleşmede master'lerden biri slave moduna geçmektedir.



Şekil 3. Bluetooth piconet yapısı

İlk ortaya konulan bluetooth/1 sistemi geliştirilerek bluetooth/2 standardı oluşturulmuştur. Bu standardın en önemli parametre değerleri tablo 1'de verilmiştir [4].

Tablo 1. Bluetooth/2 sisteminin önemli bazı parametreleri

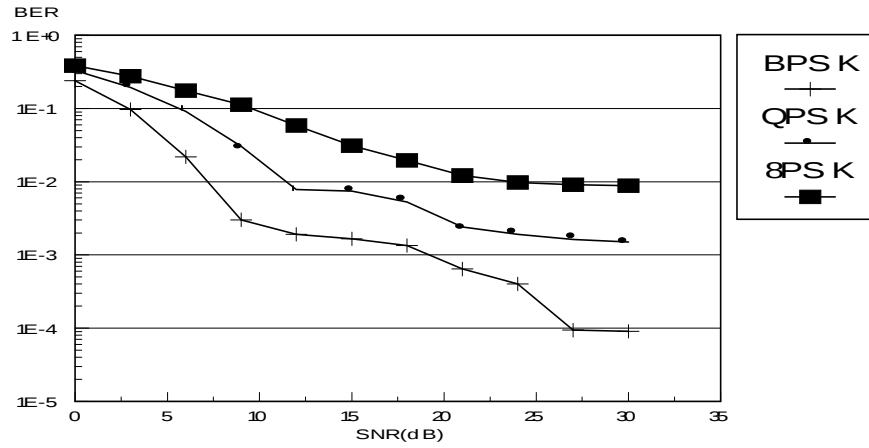
Modem Parametreleri	Değerler
Toplam bit hızı	4,8 veya 12 Mbit/s
Modülasyon biçimleri	BPSK, QPSK veya 8PSK
Kanal band genişliği	4 MHz
Sembol hızı	4 Mbaud
Örnekleme hızı	20 MHz (5 örnek/sempol)
RMS gecikme aralığı	0, 10, 25, 50 ns
Radio yayılım kanalı	AWGN, Rayleigh, Rician
Toplam Paket Tipi	16
RRC filtresi roll-off katsayısı	0.40

Bluetooth'un Kullanım Alanları:

- ✓ PC, diz üstü bilgisayarlar
- ✓ Modemler, LAN erişim düzenekleri ve Hoparlör
- ✓ Yaydığı çok düşük enerjiden dolayı beklenilenden çok önce tıbbi cihazlarda oldukça yaygın kullanılmakta

Özellikle 2.45 GHz ISM bandında mikrodalga fırınlardan yayılan işaretlerle bluetooth üniteleri girişime (interference) uğramaktadır. Bu girişimden kurtulabilmek için ise 1600 hops/s gibi oldukça yüksek bir frekans atlama data paketlerinin gönderildiği slot sürelerinde kullanılmaktadır [4].

Bluetooth/2 sisteminin genişbandlı Rayleigh kanalındaki benzetim sonuçları şekil 4'te verilmiştir. Alıcı tipi CMF seçilmiş olup rms gecikmesi 10 ns alınmıştır. Grafikler birbirleriyle kıyaslandığında BPSK modülasyonu ile 10^{-3} bitlik hata yaklaşık 19 dB'lik SNR değerinde elde edilmiştir. Ancak 8PSK modülasyon tipi data hızını artıran bir modülasyon tipidir.



Şekil 4. Bluetooth/2 sisteminin Rayleigh kanalındaki BER-SNR eğrileri

4. IrDA ve Bluetooth Uygulamalarının Karşılaştırılması

IrDA için tanımlanan uygulamaların çoğu bluetooth sistemi için de tanımlanmıştır. Ancak bazı şartlar altında IrDA'nın data transferi için daha iyi olduğu veya bunun tam tersi durumda da bluetooth'un iyi olduğu mevcuttur. Hem IrDA ve hem de bluetooth veri transferi uygulamaları için aynı upper level protocol (OBEX) kullanılmaktadır. Örneğin bir konferans salonunda iki diz üstü bilgisayar eğer birbirlerini görüyorlarsa IrDA sistemiyle haberleşmeleri mümkündür, eğer birbirlerini görmüyorlarsa bu sefer bluetooth sistemiyle haberleşme sağlanabilmektedir. Ancak burda haberleşmeyi başlatan ünite olan master hangi diğer üniteyle (slave) haberleşeceğini belirleyebilmek için BD_Address ile adlandırılan bir adrese ihtiyaç duymaktadır [2,3]. Ayrıca PC ile kapalı bir alanda bulunan cep telefonunun haberleşmesi bluetooth ile mümkün iken IrDA ile mümkün olamamaktadır. Hem bluetooth ve hem de IrDA'nın önemli bir özelliğide kablosuz bağlantıya sahip bir düzene ile kablolu ağ arasında uyumlu bir bağlantının kurulabilmesidir. Bluetooth sistemi 10 m'lik bir alan için veri hızı 1 Mbit/s iken IrDA 4 Mbit/s'lik veri hızına sahiptir. IrDA için bu hız 16 Mbit/s'ye çıkartılmak hedeflenmektedir. IrDA en fazla 1 m mesafede direk dalgaya ihtiyaç duymaktadır. Yani alıcı ile vericinin muhakkak birbirlerini görmesi şarttır. Bluetooth eş zamanlı olarak 3 ses kanalını desteklemektedir. IrDA bluetooth ile karşılaştırıldığında link seviyesinde daha iyi güvenlik sağlayamamaktadır. IrDA kontrolörleri bluetooth ünitelerine göre oldukça düşük fiyata elde edilmektedir. IrDA teknolojisi düzensiz bir yapıda iken Bluetooth'da 2.4 GHz'lik frekans bandı lisanssız olarak kullanılabilir.

5. Sonuç

IrDA ve Bluetooth ses ve veri transferi için kullanılan ve ortak yanları daha çok olan kablosuz haberleşme standardıdır. Kullanım amacına göre bu standartlardan hangisinin seçileceği önemlidir. 1999 yılından itibaren bluetooth'un kullanımı artmaktadır. Üstelik bu teknolojinin yaygınlaşması ve gelişmesi için 1000'in üzerinde uluslararası firma araştırma yapmaktadır. Özellikle verici gücünü artırmadan link mesafesini artırmak ve modülasyon biçimini değiştirerek data hızını artırmak konularında araştırmalar yoğun biçimde sürmektedir.

Teşekkür

Yazarlar; bölümümüzde yapılan Bluetooth çalışmalarına gösterdikleri ilgi ve destek için ProVision Ltd. (UK) firması çalışanlarından Dr. M.F. Traiq, Dr. Y. Baltacı ve Prof.Dr. A.R. Nix'e teşekkür ederler.

6. Kaynaklar

- [1]. <http://www.extendedsystems.com>
- [2]. James C Chen., "IEEE 802.11a-Speeding up Wireless Connectivity in the Home", Communication Systems Design, San Francisco, Feb 2001, Vol:7, Issue:2.
- [3]. Barker, P. ve Boucouvalas, AC. (1998), "A Simulation Model of The IrDA Infrared Communication Protocols", First International Symposium on Communications Systems & Digital Signal Processing". Sheffield Hallam University UK, Sheffield Hallam University Press.
- [4]. Jennifer B.ve Charles F. Sturman, "Bluetooth, Connect Without Cables", Prentice Hall PTR, New Jersey