

GİRİŞİM ETKİSİ ALTINDAKİ WPAN UYGULAMALARI İÇİN UYARLANIR FREKANS ATLAMA YÖNTEMİ

Salim KAHVECİ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi
Karadeniz Teknik Üniversitesi, 61080, Trabzon

e-posta: salim@ktu.edu.tr

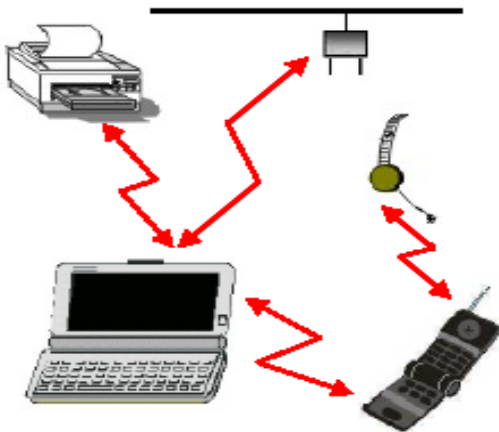
Anahtar sözcükler: Kablosuz Ağlar, Frekans Atlama, Girişim

ABSTRACT

In this paper, an adaptive frequency hopping issue is introduced for wireless personal area networks (WPAN) with frequency hopping. Proposed algorithm using the two explained frequency hopping criterias is more efficient against to interference especially, co-channel and adjacent channel interferences. Its reduced computational complexity. It is also provided a significant increase of performance of the data packet sent.

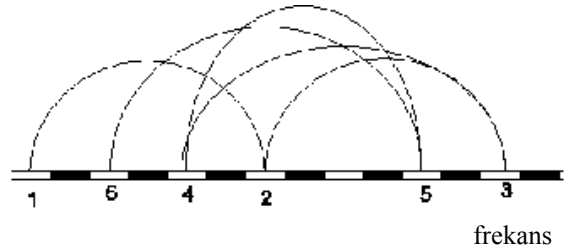
1. GİRİŞ

Son zamanlarda bluetooth ve kablosuz yerel alan ağları (WLAN) gibi kablosuz kişisel alan ağların (WPAN) ortak uygulamaları üzerine büyük bir ilgi ve çalışmanın olduğu görülmektedir [1, 2]. Girişimin etkili olduğu bina içi ortamlarda güvenli veri iletimi başarısını artırmak için WPAN üniteleri ortak çalışma şartlarına uyum göstermelidirler. Girişimin etkisi, frekans atlama kümesinin ya uyarlanırlı biçimde değiştirilerek ya da kanal şartlarına göre seçilerek minimum yapılabilir.



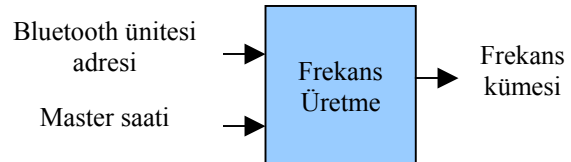
Şekil 1. Kablosuz bir yerel ağ örneği (Bluetooth)

Şekil 1, bir dar-alan radyo haberleşmesi ünitelerini göstermektedir. Bir bilgisayar ve etrafındaki diğer elektronik ünitelerle kablosuz haberleşmesi ilkesine dayanmaktadır. Bluetooth radyo modülleri veri paketini gönderdikten veya aldıktan sonra yeni bir frekansa atlayarak kendi piconetindeki ünitelerden veya 2.4 GHz ISM frekans bandını kullanan diğer sistemlerden kaynaklanan girişimi engellemeye çalışır [3]. Temel frekans atlama biçimi Şekil 2 ile sunulmuştur.



Şekil 2. Frekans atlama olayı

Yeni bir frekansın seçimi 32 elemanlı bir kümeden rasgele olmaktadır. Frekans kümesi, master olan ünitenin 48 bitlik adres ve saat bilgisi kullanılarak elde edilmektedir. Kümenin elde edilmesi Şekil 3 ile verilmiştir.



Şekil 3. Frekans kümesinin üretilmesi

Bu çalışmamızda hem ses ve hem de veri trafiği için uyarlanırlı (adaptive) frekans atlama stratejileri irdelenecektir.

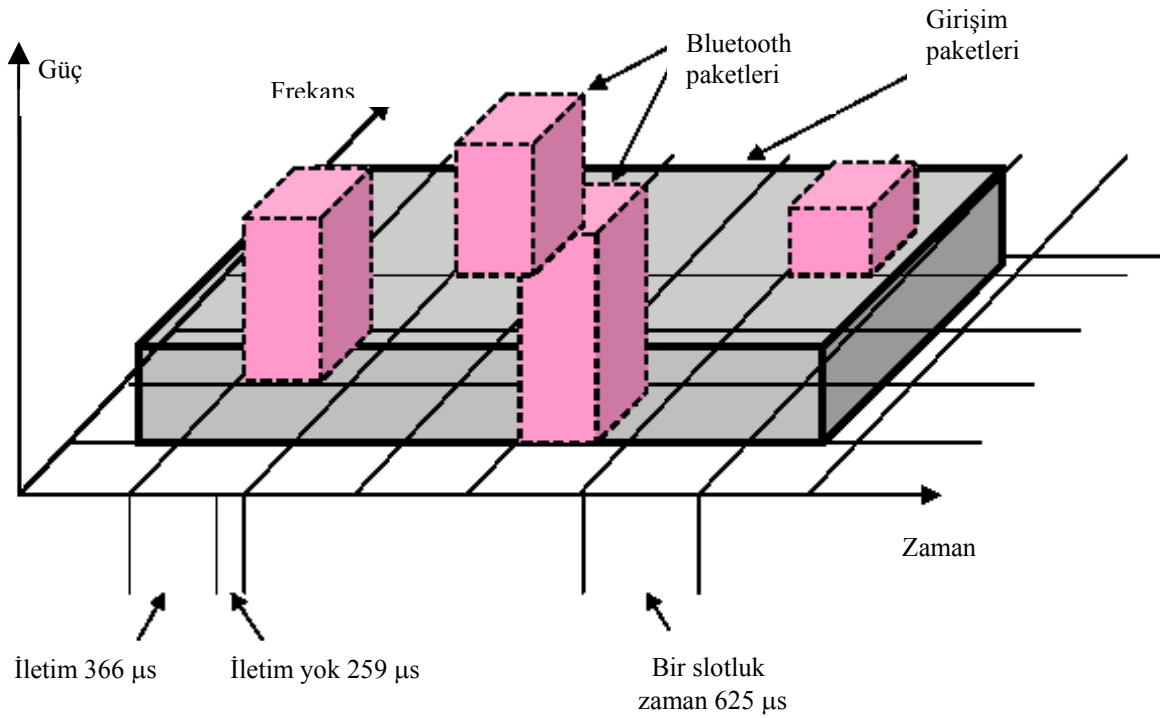
2. UYARLANIR FREKANS ATLAMA SİSTEMİ

Kablosuz kişisel alan ağı örneklerinden olan bluetooth sisteminde haberleşme, oluşturulan piconet veya scatternetler gibi alanlar içersinde sağlanmaktadır. Her piconette sadece bir master ünitesi olup en fazlada yedi slave ünitesi bulunabilmektedir. Noktadan noktaya veya bir noktadan pek çok noktaya haberleşme imkanı tanındığından piconet veya scatternette kontrol ünitesi master'dir. Haberleşmede ilk işaretleşme master tarafından başlatılır. Tipik olarak bluetooth master'ı çift numaralı slotlarda, slave'ler ise tek numaralı slotlarda iletişimi başlatır. Kanal seçim biçiminin arkasındaki temel fikir bütün kullanıcıların veri başarısının en yüksek seviyede olmasını sağlamak için orta hızlı ve 1-slotluk (DM1) ve orta hızlı 3-slotluk (DM3) tipli veri paketlerini kullanmaktır. Frekans atlama olayını zaman, frekans ve güç bileşenleri cinsinden gösterilmesi Şekil 4 ile verilmiştir.

3. BAŞARI ANALİZİ

Bluetooth sistemi için öncelikle teorik veri iletimi başarı analizi yapılmalıdır. Hesaplanacak başarı analizi için öncelikle bluetooth paketlerinin girişimden zarar gördüğü kabul edilir. Ayrıca master olan ünite, DMx veri paketlerini ve slave olarak adlandırılan üniteler de DMy veri paketlerini düzenli frekans atlama sisteminde göndermektedirler. Bütün SCO (Synchronous Connection Oriented) paket tipleri için bluetooth başarısı (paket/s) (1) nolu denklem ile ifade edilir. (d.f.a.: Düzenli frekans atlama, f.a.: Frekans atlama için kullanılan kısaltmalardır).

$$P_{SCO} = \frac{N_f}{z} \cdot \begin{cases} \frac{N_g}{N_h}, & \text{d.f.a.} \\ \frac{N_h - N_b - N_b'}{N_h - N_b + N_g' + N_b'}, & \text{f.a.} \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 4. Frekans atlama ve zaman durumu

Yukarıdaki denklemde;

$N_f = 1600$ olup saniyedeki standardın belirttiği en büyük frekans atlama sayısıdır.

N_b' : Bir kötü kanal varken kabul edilen iyi kanalların ortaya çıkma sayısıdır.

N_g' : Bir iyi kanal varken kabul edilen kötü kanal sayısı

z : DMx, DHx veya tanımlı diğer paketler için kullanılan slot sayısı olup 1, 3 veya 5 olabilir.

Bluetooth standardında tanımlı olan kıstaslar altında hem veri ve hem de ses iletimi için söz konusu linklerde kullanılacak paketlerin hepsi genel olarak "erişim kodu", "başlık" ve "orijinal bilginin tutulduğu" alanlardan oluşmaktadır [1, 3]. Veri iletimi için ayrılan ACL (Asynchronous Connectionless Link) linkleri için ortalama başarı ise (2) nolu denklemle verilebilir

$$P_{ACL} = \frac{N_f}{W} (P_T^2 + P_T^3) \quad (2)$$

$$W = \begin{cases} x + y, & \text{d. f. a} \\ \frac{2\lambda}{N_b} + (x + y) \frac{N_h - \lambda}{N_b}, & (x, y = 3,5) \text{ u. f. a} \end{cases}$$

$P_T = N_g/N_h$ başarılı veri paketi iletimi olasılığını göstermektedir ve $\lambda = N_b - N_g' + N_b'$ şeklinde ifade edilebilir. (u.f.a.: Uyarlanırlık frekans atlama).

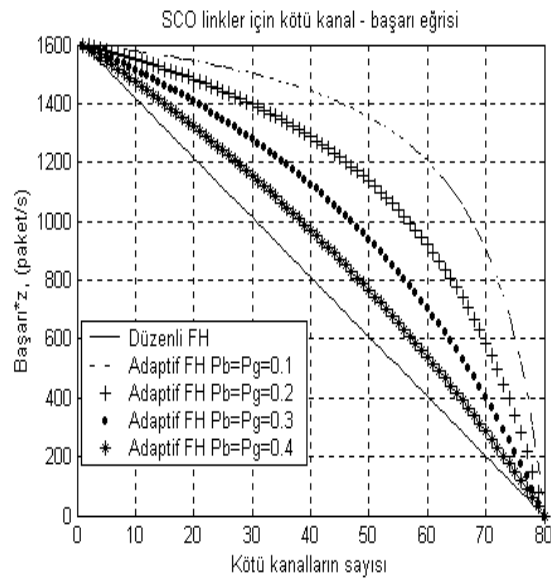
Uyarlanırlık durumunda ACL linkleri için veri hızı ise (3) nolu denklemle ifade edilebilir.

$$R_{ACL} = \frac{N_f}{W} (P_T + P_T^2) \left(\frac{N_b'}{N_h} L_1 + \frac{N_h - N_b - N_b'}{N_h} L_{3/5} \right) \quad (3)$$

L_1 : DMi paketleri için (byte) olarak veri uzunluğunu göstermektedir.

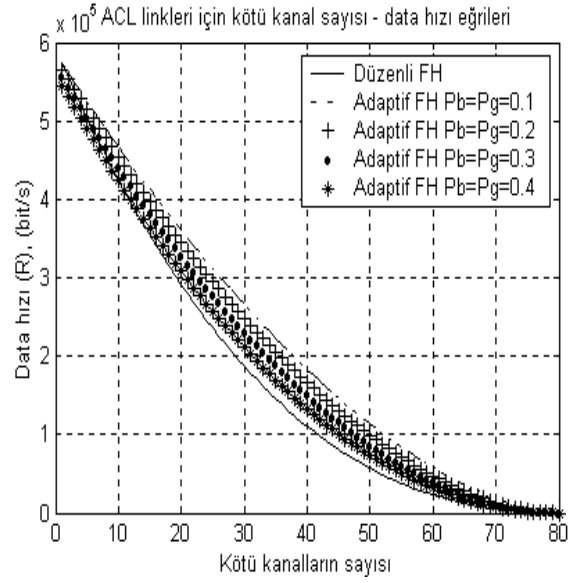
4. ANALİTİK SONUÇLAR

Bu kısım $N_h = 79$ ve $N_f = 1600$ olan bluetooth sisteminin ACL ve SCO linkleri için uyarlanırlık frekans atlama yönteminin bazı sonuçlarını içermektedir. Şekil 5 $P_b = N_b'/N_g$ ve $P_g = N_g'/N_b$ parametrelili kötü kanal sayısına karşılık SCO linkinin toplam başarısını göstermektedir ($z=1$ durumu içindir). Beklenildiği gibi belirli bir performans artışı uyarlanırlık frekans atlama yöntemiyle sağlanabilmektedir. Kötü kanal sayısı 79 değerine yaklaştığında hem düzenli frekans atlama ve hem de uyarlanırlık frekans atlama yöntemi sonuçları birbirlerine yakındır.



Şekil 5. P_b ve P_g parametre alındığında SCO linkleri için kötü kanal sayısına karşılık başarı eğrileri

Tam yüklü link durumunda $x=5$ ve $y=5$, P_b ve P_g parametre alındığında düzenli ve uyarlanırlık frekans atlama yöntemlerinin ACL linki için başarı eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 6 ile gösterilmiştir.



Şekil 2. P_b ve P_g parametre alındığında, $x=y=5$ için kötü kanal sayısına karşılık ACL linklerinin elde edilebilir veri hızı eğrileri.

Özellikle $N_b=22$ kötü kanal sayısı durumunda $P_b=P_g=0$ için elde edilebilir hız kazancı uyarlanırlık frekans atlama ile düzenli frekans atlama karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 60 Kbit/s olmaktadır. Uyarlanırlık frekans atlama sistemi $N_b=7$ ve üstündeki bütün kötü kanal sayılarında bütün P_b ve P_g değerleri için ilave hız kazancı sağlamaktadır. Kötü kanal ortamlarında paket bozulmalarını önlemek için ayrıca ileri yön hata düzeltici (FEC) kodlama biçimi kullanılabilir [3]. Böylelikle veri hızı yaklaşık olarak en büyük başarıya ulaşabilir.

5. SONUÇ

Bu bildiri bluetooth ve ZigBee gibi WPAN uygulamaları için bir uyarlanırlık frekans atlama (ufa) yöntemi incelenmiştir. Bu yöntem ile iyi ve kötü kanal ayırımı yapılarak paket kayıpları minimum yapılabilmektedir. Geliştirilen bu yöntem özellikle çok yoğun haberleşme trafiğinde oldukça etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Bluetooth SIG groups, 'Specification of the bluetooth system', ver 1.0, July 1999.
- [2] HomeRF, 'Technical summary of the SWAP specification', February 1999.
- [3] Consulting J., <http://www.suedetrack.com/>, 01.05.2006.
- [4] Zander J., and Malmgren, G., Adaptive Frequency Hopping in HF Communications, IEE PROC. COMMUN., 142 (2), pp. 99-105, 1995.

