

BLUETOOTH PAKETLERİ İÇİN HATA DENETİMİ VE DÜZELTİMİ (ERROR CHECK AND CORRECTION FOR BLUETOOTH PACKETS)

Salim KAHVECİ

KTÜ, Mühendislik Fakültesi
Elektrik&Elektronik Mühendisliği Bölümü, 61080-Trabzon
salim@ktu.edu.tr

Özetçe

Hata denetimi güvenli veri iletişimi sağlamak için önemli bir kontrol mekanizmasıdır. Uygulamalarda yaygın olan iki hata denetimi stratejisi vardır. Bunlar ileri yönde hata denetimi (FEC, Forward Error Correction) olup sadece hata denetimi yapar ve diğeri otomatik tekrar isteği (ARQ, Automatic Repeat Request) stratejisi olup hata denetimi ile birlikte bozulan verinin yeniden iletilmesini sağlar [1,2]. Kablosuz haberleşme sistemlerinde genelde ARQ stratejisi tercih edilmektedir. Bunun ana sebebi aynı hatayı tespit için gerekli olan bit sayısının, bu hatayı düzeltmek için gerekli olan bit sayısından çok daha az olmasıdır.

FEC stratejisi tekrar gönderimin çok zor ve imkansız olduğu ses verisinin iletimini sağlayan (SCO, Synchronous Connection Oriented) linklerde kullanılır. FEC kullanıldığında, gönderici asıl bitler ile birlikte alıcı tarafın hataları tespit edebilmesi ve bu hataları düzeltebilmesi için ilave bitler gönderir.

Burada FEC hata düzeltme türlerinin Bluetooth paketleri için toplanır beyaz Gauss gürültülü(AWGN) kanallardaki başarımları incelenmiştir. Katlamalı kodlar, BCH kodlar, Hamming kodlar ve Reed Solomon kodlar gibi algoritmalar FEC için kullanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bluetooth, FEC, Data packet

Abstract

Error check is an important control system in order to robust data transmission. There are commonly used two strategies of error check. These are Forward Error Correction (FEC) which only checks error and type of Automatic Repeat Request (ARQ) which checks error behind retransmission of the destroyed data. Generally, ARQ scheme is selected. The main reason is the number of bit requirements to detect the same error less than its to correct error.

The FEC strategy is used at the SCO links so that re-transmission is not very easy. Using FEC,

transmitter send redundancy bit in addition to payload data bits.

In this paper, performances of the types of error correcting for Bluetooth packets in Additive White Gaussian Noise channels are investigated. It is used algorithms such as convolutional codes, BCH codes, Hamming codes and Reed Solomon Codes in FEC strategy.

1. HATA DÜZELTME

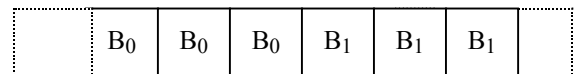
Bluetooth standardında üç tür hata düzeltme biçimi vardır [1]. Bunlar;

- 1/3 oranlı FEC,
- 2/3 oranlı FEC ve
- ARQ stratejisi

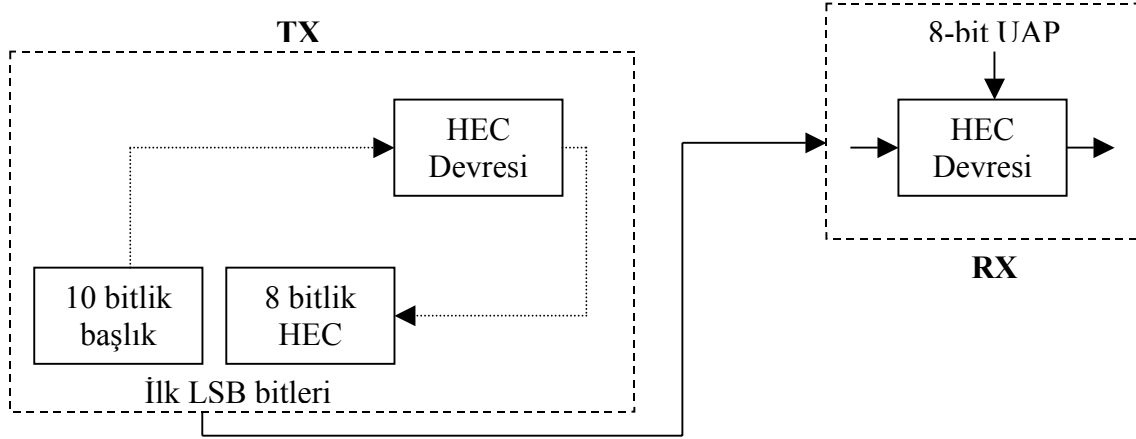
FEC, alıcı istasyonlara iletim hatasını düzeltme yeteneği kazandırarak gürültülü ortamda çalışan sistemlerde verimliliği artırır. Gönderici yeniden gönderme maliyetinden daha çok kabul gören bir çerçeve boyu uzamasına sebep olacak şekilde, hata düzeltimi için ilave bitler eklemek zorundadır. Hamming kodlar genelde tek bitlik hataların düzeltilmesini veya mesaj adı verilen veri paketlerindeki iki bitlik hataların tespitini sağlayabilmektedir.

A. 1/3 Oranlı FEC Kodu;

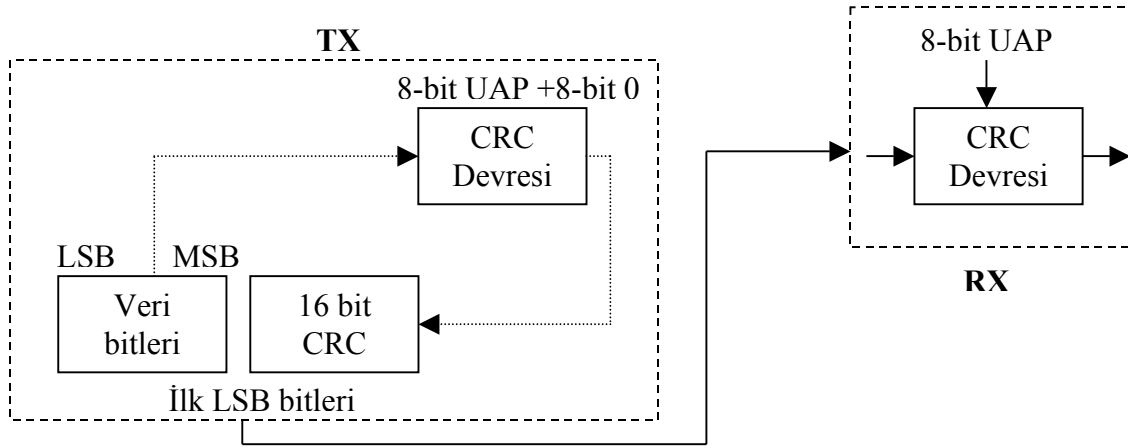
Gönderilecek veri paketinin başlık alanında 3 kez tekrarlanmış bitlerden oluşan FEC kodları kullanılır ve bu kodlar sadece HV1 paketi için kullanılır. Yapısı Şekil 1 ile verilmiştir.



Şekil 1. Tekrarlamalı FEC kodu



Şekil 3. HEC üretimi ve kontrolü



Şekil 4. CRC üretimi ve kontrolü

3. SONUÇLAR

Kablosuz haberleşme sistemlerinde hata denetimi ve hata düzeltimi standartların dikkat çektiği önemli bir konudur. Literatürde değişik veri hızları için pek çok hata kodlama teknikleri önerilmiştir. Özellikle Bluetooth gibi kısa mesafe kablosuz haberleşme sistemlerinde FEC türü teknikler büyük önem kazanmıştır. Bu tür hata düzeltmelerin düşük SNR ve hızlarda iyi bir performans sağladıkları görülmüştür.

ARQ'de BER performansı en iyi olmasına karşın çerçeve hata oranı en kötü olanıdır. Bluetooth standardında yer alan DMX paketlerinin AWGN kanalındaki benzetim çalışması sonuçları Tablo 2 ile verilmiştir. Tablo 2'de sadece kodlayıcısız durum, 1/3 FEC ve 2/3 FEC durumuna ilişkin işaret-gürültü

oranlarına (SNR) karşın bit-hata oranı (BER) değerleri verilmiştir. Bluetooth uyumlu düzenekler arasında güvenli veri iletişimi sağlayabilmek için muhakkak hata denetiminin yapılması ve hataların düzeltilmesi gerekmektedir.

Tablo 2. DMX paketleri için BER-SNR değerleri

SNR (dB)	0	2	4	6	8	10	12	14
<i>BER(AWGN-Kodlayıcısız)</i>	0.153765	0.09731	0.041397	0.008561	0.000786	0.000082		
<i>BER (1/3FEC)</i>	0.165707	0.099839	0.068775	0.009733	0.002438	0.000731	0.000146	
<i>BER (2/3FEC)</i>	0.159678	0.098544	0.069873	0.009671	0.003123	0.000892	0.000278	0.00001

4. KAYNAKLAR

[1] Bluetooth Special Interest Group, Specification of the Bluetooth System 1.1, Volume 1 - Core, <http://www.bluetooth.com>, (Feb. 2001).

[2] S. Lin, D.J. Costello, ve M.J. Miller, Automatic-repeat-request error control schemes, IEEE Communications Magazine, vol. 22, no. 12, s. 5-16, (1984).

[3] J. C. Haartsen, "The Bluetooth Radio System", IEEE Personal Com. s. 28-36 (Feb 2000).

[4] J. K. Pollard, "Component-based Architecture for Simulation of Transmission Systems", COMPSAC 2000: Proc. IEEE Comp. Software & Applic. Conf., Taiwan, (Oct., 2000), s. 363-368.

[5] A. M. Saleh ve R.A. Vanezuela, "A Statistical Model for Indoor Multipath Propagation", IEEE Journal on Selected Areas in Comm., Vol. 5, No. 2, s. 128-137 (Feb 1987).

[6] G. F. Pedersen ve P. Eggers, "Initial Investigation of the Bluetooth Link", Veh. Tech. Conf., IEEE VTS 2000, Fall VTC 2000, 52 nd Vol. 1. s. 64-69.