TURBO KODLANMIŞ İŞARETLERDE SEYİRME ETKİSİNİ AZALTAN YAKLAŞIMLAR (*)

Osman Nuri Uçan
İstanbul Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü

Özet: Turbo kodlama, 1993 yıllarının başlarında önerilen ve hata başarımının Shannon limit değer eğrilerine çok yaklaşmasına neden olan çağdaş kodlama tekniğidir. İkili Turbo kodlanmış işaretlerin haberleşmesinde, kanalda oluşan faz kaymalarından dolayı, iletilen sayısal bilginin alıcıda yeniden elde edilmesini sağlayan karar verici devrenin örnekleme anlarının çok doğru belirlenememesi seyirme problemini doğurmaktadır. Bu çalışmada ikili Turbo kodlanmış işaretlerin örnekleme anlarının tespit edilmesinde önemli yer alan saat bilgisinin çıkarılması için, doğrusal olmayan bir eleman ve buna seri olarak bağlanmış simge iletim hızına ayarlı dar bantlı bant geçiren süzgeçten oluşan bir sistem önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Turbo Kodlama, Seyirme etkisi*

Abstract: Turbo is a contemporary coding technique which is first proposed in 1993 having performance close to Shannon limit theory. In binary turbo coding, jitter problem arises because of phase distortion through the channel and the imperfect property of the receiver filters that are not capable of choosing exact coding instants. In this paper , a receiver is proposed which is very useful at the extraction of sampling instants. The receiver is composed of a non-linear element followed by notch filter matched to data rate of the binary sequences.

Keywords: *Turbo coding, Jitter effect*

* Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Proje No: 1409/05052000

1. GİRİŞ

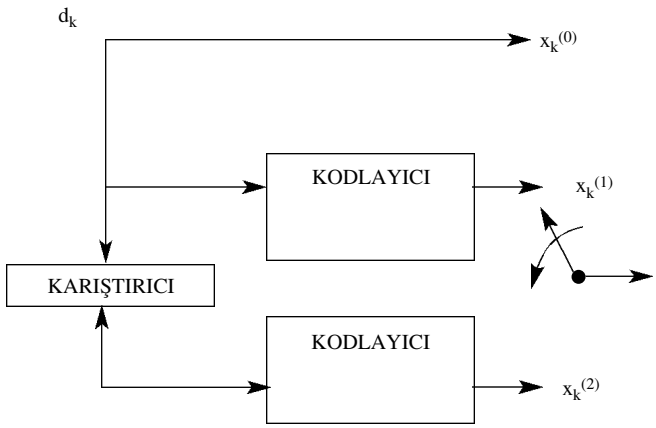
Turbo kodlama [1] uzun araştırmalar sonucunda geliştirilen iteratif kodlama tekniğidir. Özellikle derin uzay haberleşmesi gibi verilerin çok değerli olduğu ortamlarda önem kazanmaktadır. Klasik kafes kodlamalı yapılara göre 3 ile 6 dB arasında daha iyi başarım göstermektedir ve düşük işaret gürültü oranlarında çalışılabilmektedir. 3. Nesil kablosuz haberleşmede turbo kodlamalı sistemlerin önemi daha da artacaktır.

Yüksek hızlı veri iletiminde, kanalda oluşan Gauss gürültüsünün yanısıra, veri dizisinin fazı rasgele değişim göstererek işarette faz bozulmasına neden olmaktadır. Seyirme konusunda, temel bant haberleşmesinde ilk ciddi çalışma Frank ve Bubrouski [2] tarafından geliştirilmiştir. Son yıllarda , Osman N. Uçan [3], faz etkisini uydu haberleşmesinde birleşik kaynak/kanal kafes kodlamalı modülasyonlu sistemler için incelemiştir. Uçan ve diğerleri [6], kısmi yanıtlı sönümlemeli ortamlarda ikili turbo kodlanmış işaretlerde faz etkisini değerlendirmişlerdir.

Bu çalışmada ise, [2] tarafından geliştirilmiş olan yaklaşım, ikili turbo kodlamalı sistemlerde de kullanılacak şekilde, en genel üstel olmayan eleman içeren alıcılar için genelleştirilmiştir. Sonuçlar, [2] ve [4] nolu makalelerde verilen kare alıcı yapısı için karşılaştırılmıştır.

2. Turbo Kodlamalı Sistem

Turbo kodlamanın en önemli üstünlüğü, Shannon limit teorisine yakın performans gösterebilmesidir. Özellikle düşük işaret gürültü ortamlarında çalışabilmesi, Turbo'nun önemini artırmaktadır. Şekil 1' de paralel katlamalı kodlayıcı içeren temel bir ikili kod yapısı verilmiştir.



Şekil 1. Turbo Kodlayıcı Yapısı

Burada birinci kol çıkışı doğrudan temel bant veri haberleşmesine karşılık geldiğinden, bu sisteme sistematik kodlama denir. Giriş dizisi $\{d_k\}$ aynı anda uygun bir kodlayıcıdan geçirilir. Aynı dizi karıştırıcıdan ve yine kodlayıcıdan geçirilir. Kanala verilmeden bir anahtarlama ile sırasıyla gönderilir. Kodlayıcı çıkışı $\{x_k\}$ değerler almaktadır.

Bu çalışmada söz konusunu kodlayıcı çıktı dizisi, ortamda faz bozulmasına uğratıldıktan sonra alıcıdaki uygun senkronizasyon devresinden geçirilmek suretiyle, kanal bozulması minimum yapılmaktadır.

3. Seyirme Analizi

Franks ve Bubrouski [1] seyirme bilgisinin elde edilmesinde, saat bilgisi çıkarma devresindeki doğrusal olmayan elemanın kare alıcı devre ile modellenmesi durumunda üretilen zamanlama dalgasının karesel ortalama değerine dayanan seyirme performansı önermişdir.

Burada daha önce elde edilen sonuçlar [5], doğrusal olmayan elemanın üstel yasaya uygun bir biçimde modellenmesi durumu için genelleştirilmiş ve ikili turbo kodlama yapısına uygulanmıştır. Doğrusal olmayan elemanın çıkışındaki, temel bant PAM veri işaretlerinin kuvvetlerinin öz-ilişki fonksiyonu olarak iteratif olarak çıkarılıp, numerik çözüme uygun şekile getirilmiş ve PAM verici işaretlerinin gerçel olması nedeniyle moment fonksiyonuna eşit olduğu gösterilmiştir. Sonuçlar Kung Yao ve Ezio M. Biglieri, [4] çalışmaları ile karşılaştırılıp, doğruluğu saptanmıştır.

Alıcıda ön süzgeç çıkışı, x(t) şöyle yazılabilir,

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} x_k g(t-kT) \qquad (1)$$

Burada $\{x_k\}$ giriş veri dizisidir. g(t) [5] ise şekillendirme süzgeçidir. s ve t zamanlarındaki (1) nolu denklemi sırasıyla x_1 ve x_2 olarak tanımlar, karakteristik denklemi yazar ve kuvvet serisine açarsak ,

$$\Phi(w_1,w_2) = E\left[e^{j(w_1x_1,w_2x_2)}\right] = E\left[1+j(w_1x_1,w_2x_2) + \ldots\right.$$

$$\left.+\frac{j^k}{k}(w_1x_1,w_2x_2)^k\right] \qquad (2)$$

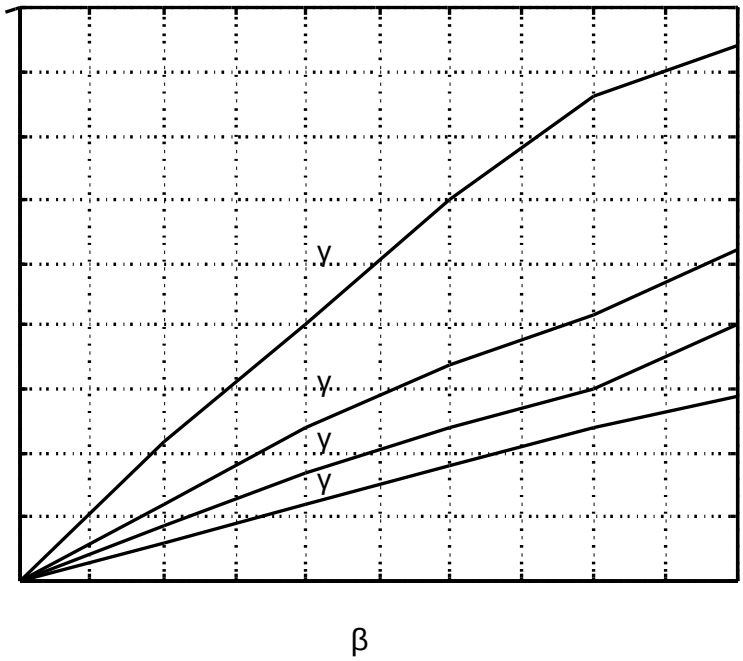
elde edilir. Burada $M^{i,j} = E[x_1^i\, x_2^j]$ olarak tanımlar ve ara işlemleri atlarsak ($w_1=0$ ve $w_2=0$) durumunda aşağıda verilen genelleme elde edilir,

$$\Phi^{N,M}(0,0) = -\left\{\sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} (M-1,i)\, B^i\right.$$

burada,

$$B^{i} = \sum_{k=0}^{N} (N,K) f_{\beta}^{(N,k),(M-1-i)} \varphi^{k,i}(0,0)$$

olarak tanımlanmaktadır. f_{β} ise Bernoulli katsayısına bağlı bir ifade olmaktadır.



Şekil 2. Turbo kodlanmış işaretlerde farklı γ, β değerlerinde seyirme performansı

Burada γ roll-off düşüş eğrisini göstermektedir. β ise iyileştirme oranıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, ikili kodlamalı işaretler için de geçerli olan kanal bozulmasını minimum yapan alıcı ön süzgeçi önerilmiştir. Zamanlama dalgasının karesel ortalama değerine dayanan seyirme performansı için elde ettiği sonuçlar doğrusal olmayan elemanın üstel yasaya uygun bir biçimde modellenmesi durumu için genelleştirilmiş olmaktadır.

Ayrıca doğrusal olmayan elemanın kare alıcı seçilmesi halinde seyirmenin roll-off düşüş katsayısı ile ilintili olduğu belirlenmiştir. Benzetim sonuçları, analitik eğrileri desteklediği gözlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] BERROU, C., GLAVİEUX, A., THİTİMASJSHİMA, P. (1993), "Near Shannon-limit error correcting coding and decoding: Turbo codes", IEEE International Conference On Communication, sayfa 1064-1070.

[2] FRANKS, L.E. ve BUBROUSKİ, J.P. (1974), "Statistical properties of timing jitter in a PAM timing recovery scheme" IEEE Tran. on Comm.

[3] UÇAN, O. N., (1998), "Trellis Coded Quantization/Modulation over Mobile Satellite Channel with Imperfect Phase Reference", International Journal of Satellite Communications, Vol. 16, sayfa.169-175.

[4] KUNG, Y. ve BİGLİERİ, E. M. (1980)," Multi dimensional moment error bouns for digital communication systems" IEEE Tran. on Commun.

[5] UÇAN, O. N. (1988), " Sayısal Temel bant veri iletim sistemlerinde saat bilgisi çıkarma işlemi ve seyirme (jitter) analizi" Y. Lisans Tezi.

[6] UÇAN, O. N., OSMAN, O., GÜMÜŞ, A., "Performance of Turbo Coded Signals over Partial Response Fading Channel with Imperfect Phase Reference", International Journal of Satellite Communications, incelemede.