

Hareket Hızı ve Yankı Profiline 3.Kuşak Hücresel Sistem Başarımına Etkisi

Çetin Kurnaz¹, Hülya Gökalp²

^{1,2} Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kurupelit, Samsun
¹ckurnaz@omu.edu.tr, ²hgokalp@omu.edu.tr

Özet: 3.Kuşak (3K) gezgin iletişim sistemlerinde hava bağlantısı olarak geniş bantlı kod bölmeli çoklu erişim (WCDMA) ve Tırmık alıcı kullanılacaktır [1]. Ön görülen chip hızı 3.84 Mchip/s'dir. Bu çalışmada, değişen hareket hızları ve iki ayrı kanal tahmini yöntemi için farklı yayınum özelliklerinin tek kullanıcı, tek hücreli bir 3K sisteminin başarımına etkisi incelendi. Yayınum özellikleri için Manchester kent merkezinde UMTS/FDD bantlarında yapılan radyo kanalı ölçümlerinde elde edilen yankı istatistikleri kullanılarak dört kanal profili belirlendi. Elde edilen benzetim sonuçları incelendiğinde hareket hızı arttıkça aynı yayınum özellikleri için Tırmık alıcı başarımın kötüleştiği gözlemlendi. Güçlü yankı bileşenleri olan kanallar için başarımı iyileştirmek amacıyla farklı bir kanal tahmin algoritması kullanıldı. Bu algoritmanın başarımı iyileştirdiği gözlemlendi.

1. Giriş

WCDMA'da kullanıcı verisinin her bir biti o kullanıcıya ait olan PN (pseudo noise) kodu ile çarpılarak iletilecek sinyalin bantı genişletilir. PN kodunun uzunluğu işleme kazancı olarak da bilinir [2]. Kanal kodlanmış ve genişletilmiş sinyaldeki her bir bit 'chip' olarak adlandırılır. Karasal gezgin radyo kanalında her bir sinyal yankısı farklı faz, gecikme ve farklı güç kaybı ile alıcıya ulaşır [3,4]. Alıcıda alınan sinyal bu yankıların vektörel toplamıdır. Hareketli kullanıcılar için alınan sinyal gücündeki hızlı değişimler *yankılı kanal sönümlenmesi* olarak bilinir. 3K sistemlerde Tırmık alıcı [5-7] kullanıldığından bağlı gecikmeleri en az bir chip süresi (3K sistemler için 0.26µs) kadar olan yankılar ayrı ayrı işlenebilecek ve sonrasında enerjileri birleştirilerek daha güçlü sinyal elde edilecektir. Bu nedenle Tırmık alıcı yankılı kanal sönümlenmesine karşı *yankı çeşitliliği* sağlar. Ancak Tırmık alıcıdan beklenen başarım iyileşmesi kanaldan gelen yankıların bağlı güçlerine, Tırmık alıcıda kullanılan parmak sayısına ve alıcıda toplanan yankıların birbirlerine göre nasıl sönümlendiklerine bağlıdır. [8]'de radyo kanalı yayınum ölçümlerine dayanarak yankıların birbirleri ile ilintili veya ilintisiz sönümlendiği durumlar için 1-3 parmaklı Tırmık alıcı başarımı incelenmiştir. Bir diğer çalışmada ise alıcıya gelen yankı sayısı ile aynı sayıda parmak kullanılmış ve yankıların ortalama güçlerinin eşit olduğu varsayılarak alıcı başarımı incelenmiştir [9]. [10]'da ise gerçek kanal parametrelerinden saptanan 4 farklı profil için hareketin olmadığı ve kanalın ideal tahmin edildiği varsayılarak farklı parmak sayıları için alıcı başarımı karşılaştırılmış ve en uygun parmak sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada farklı hareket hızları ve 4 farklı kanal profili için alıcıda kanal tahmini yapılarak alıcı başarımı incelendi. 2 farklı kanal tahmin algoritması kullanıldı ve bu algoritmaların başarımları karşılaştırıldı.

2. WCDMA Sistem Modeli

Verici, Rayleigh gezgin radyo kanalı, kanal tahmincisi ve Tırmık alıcı ana bloklarından oluşan tek kullanıcı tek hücreli, bir 3K sistem benzetimi yapıldı. Yankılı kanal sönümlenmesi için Clarke ve Gans modeli Rayleigh sönümlenme benzetimcisi kullanıldı [3]. Tırmık alıcıdaki parmak sayısı 3, işleme kazancı 64 ve hareket hızları 3, 50, 120 km/saat seçilerek vericiden 200 çerçeve gönderildi. Alıcıda elde edilen bitler gönderilen veri bitleri ile karşılaştırılarak BER hesaplandı. Kanal tahmininde bir çerçeve süresince 60 pilot bit kullanıldı. 2 ayrı yöntem kullanılarak kanal tahmini yapıldı. Bunlar 1. *Yöntem* ve 2. *Yöntem* olarak adlandırıldı. Her iki yöntemin Tırmık alıcı yapıları aynı olmakla birlikte farklılık kanal kazançlarının hesaplanmasındadır. Şekil 1'de M parmaklı tırmık alıcı yapısı görülmektedir [11]. Yankılı temel bant CDMA sinyaline güç yoğunluğu N_0 olan toplamsal beyaz Gauss gürültüsü (w) eklenerek $R(n)$ (1)'deki gibi elde edildi. $R(n)$ sinyali her bir parmaktaki ilinti hesaplayıcıda vericide kullanılan PN kodunun yankı gecikmesine bağlı faz kaydırılmış biçimi ile çarpılarak daraltıldı ($y_m(i)$ 'ler elde edildi). Parmak çıkışları en yükseğe oranlı (MRC) olarak toplanıp bit tahmincisiyle bit değeri (\hat{b}_i) elde edildi. 1.*Yöntemde* alıcıya ulaşan i . bit için n . chip "R(n)" sinyali her bir parmaktaki ilinti hesaplayıcıda daraltılıp, MRC ve bit tahmini aşamalarından geçerek bit değeri (\hat{b}_i) elde edildi ve elde edilen bit değeri ile gönderilen pilot bit (d_k) değeri karşılaştırılıp hata (e_k) (7)'deki gibi bulundu. Hataya bağlı olarak ağırlık katsayıları LMS algoritması ile (8)'deki gibi güncellendi. 2.*Yöntemde* Tırmık alıcı ile alınan $R(n)$ sinyali ilinti

hesaplayıcılardan geçirilerek daraltıldı. m. parmak için ilinti hesaplayıcı çıkışı (2,3,4)'deki gibidir. Yapılan benzetimlerde $\sum_{i=1}^T \rho_m(i) \cong 0$ olduğu görüldü. Dolayısıyla ağırlık katsayısının ($\hat{\alpha}_m$) değeri (5)'deki gibidir. Kanal T kez tahmin edilirse m. parmak için kanal kazanç tahmini (6)'daki gibi olmaktadır.

$$R(n) = \sum_{m=1}^M \alpha_m b(i) PN_1(n - \tau_m) + w(n) \quad (1)$$

$$y_m(i) = R(n) PN_1(n - \tau_m) \quad (2)$$

$$y_m(i) = \sum_{m=\tau_m}^{N-1+\tau_m} \alpha_m \cdot PN(n - \tau_m) PN(n - \tau_m) \quad (3)$$

$$y_m(i) = \alpha_m N + \rho_m \quad (4)$$

$$\hat{\alpha}_m \cong \frac{y_m(i)}{N} \quad (5)$$

$$\hat{\alpha}_m = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \frac{y_m(i)}{N} \quad (6)$$

$$e_k = d_k - \hat{b}_1(i) \quad (7)$$

$$\alpha_{m,k+1} = \alpha_{m,k} + \mu \cdot e_k \cdot y_{m,k} \quad (8)$$

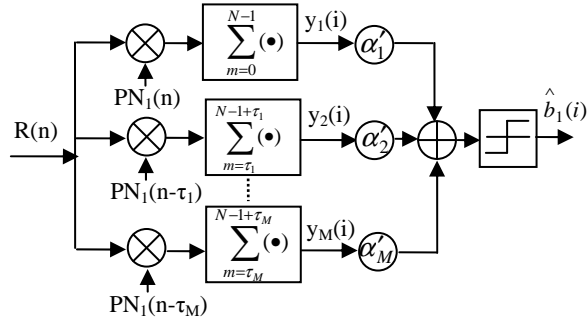
Burada; α_m : m. yankı kanal kazancı, T: gönderilen toplam pilot bit sayısı, N: PN kodunun uzunluğu veya işleme kazancı, ρ_m : m. parmak için diğer yankıların ve gürültünün katkısı, μ : adım boyutu, $\alpha_{m,k}$: (m-1) chip süresi kadar gecikmiş yankının k. yineleme sonundaki kanal kazanç değeri, e_k : k. yineleme sonundaki hata değeri, $y_{m,k}$: (m-1) chip süresi kadar gecikmiş yankının k. yineleme için giriş değeri, d_k : k. yineleme sonundaki istenilen çıkışı, $\hat{b}_1(i)$: k. yineleme sonundaki gerçek çıkış değeridir.

3. Radyo Kanalı Yankı İstatistikleri

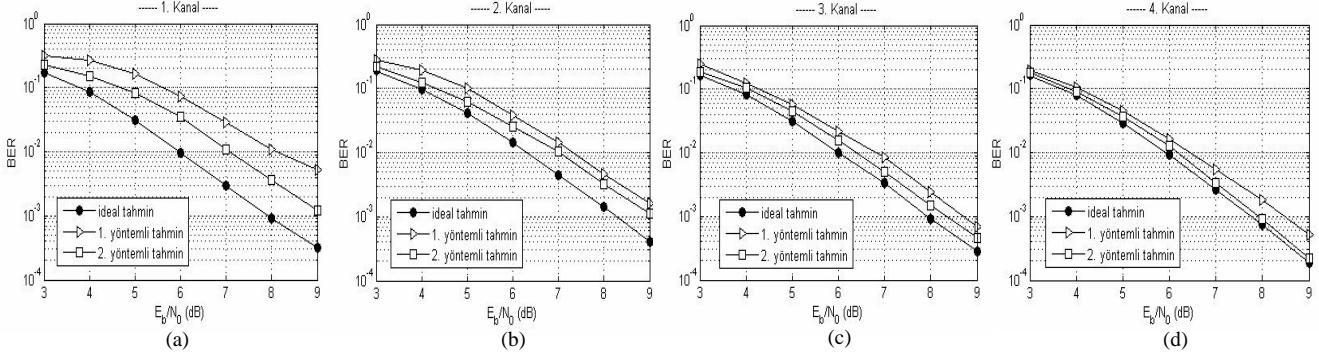
Manchester kent merkezinde UMTS/FDD bantlarında aynı anda (1920-1980 MHz yukarı link; 2110-2170 MHz aşağı link) yapılan radyo kanal ölçümünde [4] elde edilen veriler kullanılarak yankı istatistikleri bulundu. Ölçümlerde sürekli dalga frekans modülasyonu (FMCW) kullanıldı. Verici ve alıcı anten yükseklikleri sırasıyla 46 m ve 1.75 m'dir. 1800 m'ye varan alıcı-verici uzaklıklarında 581 küçük ölçekli konumda 0.5-1 saniye süresince kanal örnekledi. 100 Hz veya 250 Hz'lik kanal tarama hızları kullanıldı. Ölçümde kullanılan gecikme penceresi genişlikleri 16.66 μ s, 27.5 μ s ve 41.66 μ s dir. 2147.5 MHz orta frekansında 5 MHz bant genişliği için kanal profilleri elde edildi. Ortalama kanal profilinde gürültü tabanının en az 5 dB üstü gürültü eşik seviyesi olarak belirlendi ve bu eşğin altındaki tepeler göz ardı edildi. Yankı bağıl güç ve bağıl gecikme istatistiklerinden ölçüm yerlerinin %10, %20, %50 ve %80 nini temsil eden 4 kanal profili belirlendi. 1. kanal profilinde (K1) en güçlü dört yankının bağıl gücü 0, -1, -3, -6 dB 'dir. Karşılık gelen değerler 2. kanal (K2) için 0, -2, -6, -10 dB; 3. kanal (K3) için 0, -6, -12, -17 dB; 4. kanal (K4) için 0, -11, -17, -23 dB'dir. Her kanal için yankı bağıl gecikmeleri 0, 0.7, 1.2, 1.7 μ s'dir. K1-K4 kanal profillerindeki bağıl güçler incelenirse K1'de kayda değer enerjili dört yankı vardır. K2, K3 ve K4 için bu değer sırasıyla 3, 2 ve 1 yankıdır.

4. Sonuç

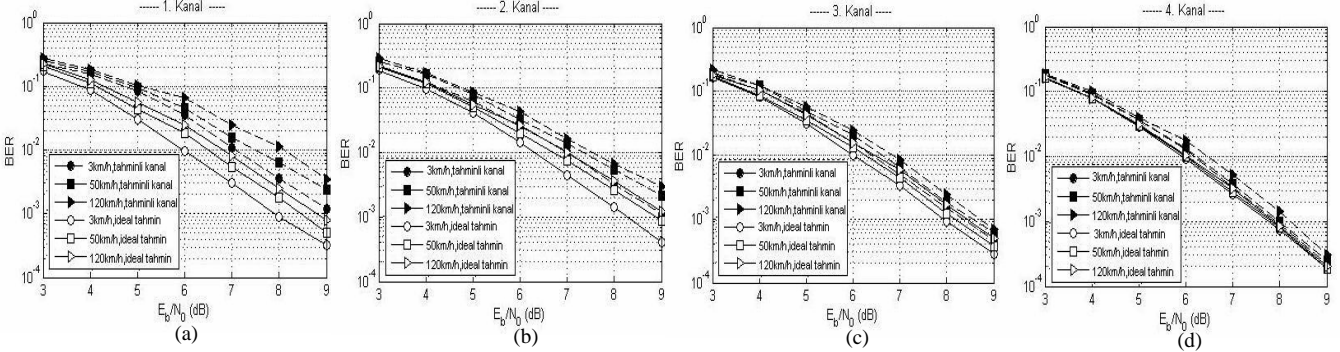
Elde edilen benzetim sonuçları incelendiğinde; farklı sayıda güçlü yankı içeren 4 ayrı kanalı tahmin etmek için iki farklı kanal tahmin algoritması kullanıldığında en iyi başarıyı 2.yöntemin sağladığı görüldü (Şekil 2). Az sayıda güçlü yankı içeren K3-K4 kanalları için tahminli-ideal kanal başarımları arası fark (Şekil 2.c,d) az iken güçlü yankı içeren K1-K2 kanalları için tahminli-ideal kanal başarımları arası farkından (Şekil 2.a,b) daha büyük olduğu görüldü. Aynı tahmin algoritmasıyla farklı kanal profilleri için benzetimler yapıldığında fazla sayıda güçlü yankı içeren kanal profillerinde kötü, az sayıda güçlü yankı içeren kanal profillerinde iyi (gerçek kanal verilerine göre) sistem başarımları elde edildi. Gerçek ve tahminli kanal değerleri arasındaki benzerlik/farklılık kanal tahmini algoritmasının yanında kanal profiline de bağlı olduğu görüldü. Kanal tahmini olarak 2.Yöntemin kullanılıp kullanıcı hızının 3, 50, 120 km/saat için benzetimler yapıldığında; hareket hızı arttıkça aynı yayını özelliği için başarımın kötüleştiği gözlemlendi (Şekil 3). Ancak kötüleşme derecesinin kanalın yankı profiline de bağlı olduğu ve güçlü yankıların bulunduğu K1, K2 için kötüleşmenin daha büyük olduğu görüldü (Şekil 3.a,b). Düşük hareket hızlarında ise (3km/saat) başarımın kanal profilinden bağımsız olduğu görüldü. Dolayısıyla kullanıcı hızı kanal profiline bağlı olarak sistem başarımını farklı etkilemektedir.



Şekil 1. M parmaklı Tirmık alıcı



Şekil 2. K1-K4 kanallarının ideal tahmin, 1. ve 2. yöntemle kanal tahmini başarımları (kullanıcı hızı 3km/saat)



Şekil 3. K1-K4 kanallarının 3, 50, 120 km/saat'lik kullanıcı hızlarındaki ideal ve 2.yöntemle kanal tahmini başarımları

Kaynaklar

- [1] www.3gpp.org
- [2] Holma, H., Toskala, A., WCDMA for UMTS, John Wiley & Sons Ltd., England, 2001
- [3] Rappaport, T. S., Wireless Communications Principles and Practice, Prentice Hall PTR, 1996
- [4] Salous, S., Gokalp, H., "Dual-frequency sounder for UMTS frequency-division duplex channels", Communications, IEE Proceedings, vol.149, Issue 2, s.117-122, Nisan 2002
- [5] Price, R., Gren, P. E., "A Communication Technique for Multipath Channel", Proceedings of the IRE, s.555-570, Mart 1958
- [6] Haykin, S., Communication Systems, John Wiley&Sons, Inc., Fourth Edition, 2000
- [7] Proakis, J. G., Digital Communications, McGraw-Hill, Third Edition, New York, 1995
- [8] Adnani, N.V., Bultitude, R. J. C., Hafez, R. H. M., "Propagation-measurement-based predictions of RAKE receiver performance in W-CDMA systems operating in urban microcells", 2002 IEEE 56th Vehicular Technology Conference Proceedings, vol.1, s.254-257, 24-28 Eylül., 2002
- [9] Boujemaa, H., Mohammed S., "On the Rake receiver performance", IEEE Vehicular Technology Conference, vol.3, s.1483-1488, Eylül 2000
- [10] Kurnaz, Ç., Gokalp, H., "Yankı İstatistiğine Dayanan 3.Kuşak Hücreli Sistem Başarımının İncelenmesi", IEEE 14. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, 17-19 Nisan 2006, Antalya.
- [11] Jing, M., Sayed, A., H., Tarighat, A., "CDMA Wireless Location", UCLA Undergraduate Research Program in Electrical Engineering Summer 2003, Electrical Engineering, University of California, Los Angeles