

CDMA Sisteminde Bulanık Mantık Yöntemiyle Güç Kontrolü

Yalçın IŞIK¹

Necmi TAŞPINAR²

¹ Erciyes Üniversitesi, Kayseri Meslek Yüksek Okulu, 38039 KAYSERİ

isiky@erciyes.edu.tr

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü, 38039 KAYSERİ

taspinar@erciyes.edu.tr

Özet: Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA) sisteminin gezgin haberleşme uygulamalarında, gezgin kullanıcıların baz istasyonuna olan farklı uzaklıklarından dolayı, her bir kullanıcı değişik güç seviyelerinde algılanabilir. Bu durumda, baz istasyonuna yakın kullanıcının sinyali uzak olanın sinyalinde yakın-uzak problemi olarak bilinen bozucu etki yapar. Bu durumun önlenmesi için, her bir kullanıcı sinyalinin baz istasyonunda aynı güç seviyesinde alınmasını sağlayan açık döngü ya da kapalı döngü güç kontrolü yapılır. Değişik yöntemlerle güç algılaması ve kontrolü yapılabilmektedir. Bu çalışmada, bulanık mantık yöntemiyle uyumlu filtre çıkışından güç algılanarak kontrol yapılmıştır.

1. Giriş

Kod bölmeli çoklu erişim sisteminde aynı kanalı kullanan birden çok kullanıcı, aynı frekans ve aynı zamanda ancak farklı kodları kullanarak iletişimi gerçekleştirir. Her bir kullanıcı verisi, o kullanıcıya ait yayma koduyla çarpılarak ve iletim için gerekli modülasyon yapılarak iletim hattına verilir. Böylece iletim ortamında birden çok CDMA sinyali birbiriyle toplanır. Alıcı tarafta toplam sinyal yine her bir kullanıcıya ait kod ile çarpılarak, her bir kullanıcı verisi tekrar elde edilir. Ancak arzu edilen bir kanal bilgisi elde edilmek istenirken, diğer kullanıcıların sinyal güçlerinin alıcı girişinde arzu edilene göre daha büyük olması durumunda (yakın- uzak problemi), elde edilen verideki hata miktarı belirgin bir oranda artar. Bu sebeple CDMA sisteminde bütün kullanıcı sinyallerinin alıcı girişinde aynı seviyede tutulmasını sağlayan güç kontrolü büyük önem taşır.

Güç kontrolü açık döngü ya da kapalı döngü olarak yapılır. Açık döngü kontrolde baz istasyonundan gelen sinyal gücü gezgin kullanıcıda değerlendirilerek, gezgin kullanıcı tarafından verici gücü ayarlanır. Bu yöntemde, baz istasyonundan gezgin kullanıcıya ve gezgin kullanıcıdan baz istasyonuna olan hat kayıpları aynı kabul edilir. Ancak, uygulamada bu kayıplar aynı olmayacağından, açık döngü kontrol pek hassas değildir. Kapalı döngü kontrolde ise, baz istasyonu kullanıcının güç seviyesini algılar ve onu gerekli seviyede tutmak için kullanıcıya güç kontrol sinyali gönderir. Böylece, gezgin kullanıcıların güç seviyeleri baz istasyonu tarafından kontrol edilerek hepsinin aynı güç seviyesinde alınması sağlanır. Alıcı tarafta bütün kullanıcılara ait sinyal tek bir sinyal olarak alındığından dolayı, her bir kullanıcının sinyal gücünün belirlenmesi pek kolay değildir. Literatürde bu amaçla yapılmış değişik çalışmalar vardır ve genellikle karmaşık yapıları içermektedirler. Güç seviyesinin algılanmasında FIR filtre [1], ön sezmeli güç tahmincisi [2] kullanılmakla birlikte, güç kontrolünde de ön sezmeli yöntemlerin [3,4] ve bulanık mantık yöntemlerinin kullanıldığı [5] çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, güç seviyesinin algılanmasında ve kontrolünde yapay sinir ağları da kullanılabilir [6]. Bu çalışmada güç algılaması uyumlu filtre çıkışındaki sinyalin bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmesi yoluyla gerçekleştirilmekte, güç kontrolü de kapalı döngü olarak verici gücünün küçük adımlarla değiştirilmesi suretiyle yapılmaktadır.

2. Sistem Modeli

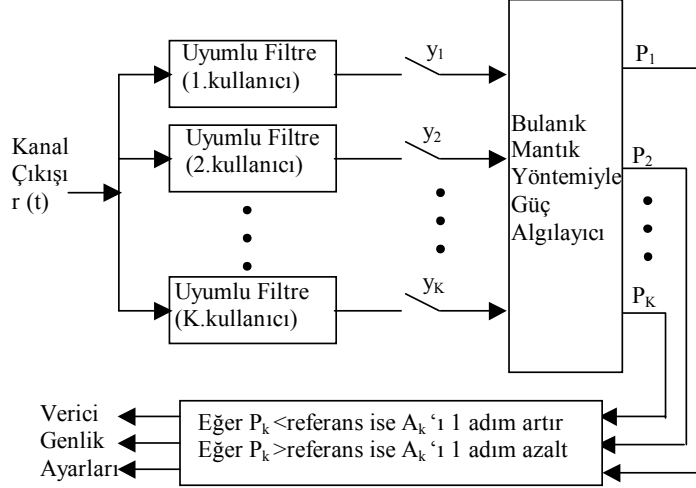
Bu çalışmada, ikili faz kaydırmalı anahtarlama (BPSK) modülasyonlu eşzamanlı CDMA sisteminde toplanabilir beyaz Gaussian gürültülü (AWGN) kanal için güç kontrolü yapılmaktadır. Her bir kullanıcı için veri rasgele olarak +1,-1 formunda üretilmekte ve CDMA sinyalini elde etmek için kendisine ait yayma koduyla çarpılmaktadır. Bütün kullanıcılara ait CDMA sinyali AWGN kanalda toplanır. Uyumlu filtre alıcıda her bir kullanıcıya ait veri bitinin elde edilmesi için iletim ortamındaki CDMA sinyali her bir uyumlu filtrede o kullanıcıya ait kod ile çarpılır ve bir periyot boyunca integrali alınır. Uyumlu filtre çıkışı şöyle ifade edilir:

$$y_k = A_k \cdot b_k + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^K A_j \cdot b_j \cdot \rho_{jk} + n_k \quad (1)$$

Burada 2.terim diğer kullanıcıların oluşturduğu girişimdir. Baz istasyonu girişinde her bir kullanıcıya ait güç değeri uyumlu filtre çıkış değerine bağlı olarak şöyle belirlenmektedir:

$$P_k = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (y_{k_j})^2 \quad (2)$$

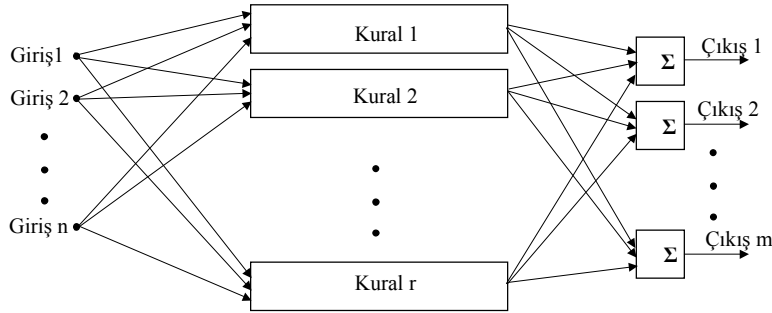
Burada k kullanıcı numarası, M güç hesabında dikkate alınan bit sayısıdır. Uyumlu filtre bankası çıkışından güç ölçümü ve kontrolü Şekil.1’de görüldüğü gibi yapılmaktadır.



Şekil.1: Uyumlu filtre bankası çıkışında güç ölçümü ve kontrolünün yapılışı.

3. Bulanık Mantık Sistemi ve Güç Kontrolü

Bulanık mantık sistemi (Fuzzy Inference System (FIS)) giriş değerlerini daha önceden belirlenmiş kurallara göre değerlendirerek çıkışları oluşturur. Bir r kurallı, n girişli, m çıkışlı bulanık mantık sisteminin temel yapısı Şekil.2’de görülmektedir.



Şekil.2: r kurallı, n girişli, m çıkışlı bulanık mantık sisteminin temel yapısı.

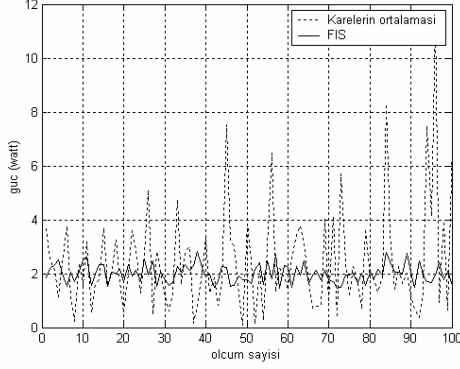
Bulanık mantık süreci beş kısımdan oluşmaktadır: Giriş değişkenlerinin bulanık değerlere ayarlanması, ayarlanan değerlere bulanık mantık operatörlerinin uygulanması (VE veya VEYA), ön değerlerden son değerleri elde etme, kurallara göre elde edilenlerin değerlendirilmesi ve bulanık mantık değerlerinden geri dönüşüm. Bu çalışmada uygulanan güç kontrolünde, Sugeno tipi FIS uyumlu filtreden sonra kullanılmakta, 2 nolu denkleme göre her bir kullanıcının gücü hesaplanarak FIS için uygun üyelik fonksiyonlarının karakteristikleri belirlenmektedir. Bu alıcıda bütün giriş üyelik fonksiyonları Gaussian, çıkış üyelik fonksiyonları üçgen tipi ve girişler arasında VE operatörü kullanılmıştır. Kurallar kullanıcı sayısına bağlı olarak 2 farklı güç seviyesi için uyumlu filtre çıkışlarından hesaplanan güç değerlerine göre belirlenmektedir. 3 kullanıcı için 16 kural kullanılmakta ve bu maksatla 16 bit eğitim datası yeterli olmaktadır. Her bir kullanıcı için çıkış gücü bu 16 kurala göre belirlenmektedir. Bu kurallar 2 farklı güç seviyesi için şöyle belirlenebilir:

Kural(j): EĞER y_{1j} ve y_{2j} ve y_{Kj} İSE çıkış $_k = P_i$

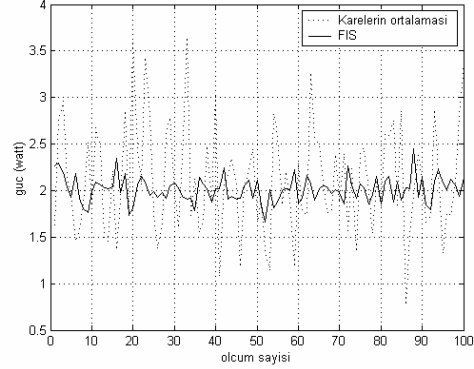
Yukarıdaki kuralda $k=1,2,\dots,K$ (K kullanıcı sayısı), $j=1,2,\dots,J$ (J bit sayısı, $J=2 \times 2^K$), $i=1$ ve 2 , P kullanıcı için çıkış gücü ve eğitimde kullanılan 2 farklı güç seviyesini içerir.

4. Simülasyon Sonuçları

Simülasyonu yapılan CDMA sisteminde yayma kodu olarak 31 bit uzunluklu büyük çapraz ilişki katsayılarına sahip kodlar kullanılmış ve simülasyonlar 3 kullanıcıli senkron AWGN kanalda yapılmıştır. Sinyal-gürültü oranını 6 dB’de tutacak şekilde ve baz istasyonu girişinde bütün kullanıcı güçlerini 2 watt yapacak şekilde güç kontrolü hedeflenmiştir. Güç algılamasının uyumlu filtre çıkışından alınan değerlerin karelerinin ortalaması ve FIS ile yapılması durumuna göre yapılan güç kontrol simülasyon sonuçları, hesaba 1 değerin ya da 10 değerin katılması için sırasıyla Şekil.3 ve Şekil.4’de görülmektedir. Sonuçlar 100 farklı ölçüm için verilmektedir.



Şekil 3. Her ölçümde 1 değerin alındığı güç kontrolü.



Şekil 4. Her ölçümde 10 değerin alındığı güç kontrolü.

5. Sonuç

Uyumlu filtrenin her bir çıkışından alınan değerlerin karelerinin alınması yoluyla güç değeri belirlenebilmektedir. Ancak, doğru güç değerlerinin elde edilebilmesi için hesaba katılması gereken uyumlu filtre çıkış değerlerinin oldukça fazla olması gerekmektedir. Bu da güç kontrolünün yavaş yapılmasına sebep olur. Etkili bir güç kontrolünün yapılabilmesi için güç hesabının çok kısa sürede yapılması gerekir ki, yukarıda anlatılan yolla kısa sürede doğru sonuçların elde edilmesi mümkün değildir. Önerilen bulanık mantık yoluyla, bir bitlik periyotta güç değerinin belirlenmesi yapılarak hızlı güç kontrolüne imkan sağlanmaktadır. Ancak, sadece başlangıç aşamasında bulanık mantık sisteminin üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi esnasında 10 bitlik bir periyotta yapılan hesaplar dikkate alınmaktadır. Simülasyon sonuçlarından, önerilen yapıyla bir bitlik periyotta çok doğru güç ölçümü ve etkili bir güç kontrolü yapılabildiği gözlenmiştir.

Kaynaklar

- [1]. Tanskanen J. M. A., Huang A., Laakso T. I. ve Ovaska S. J., “Prediction of received signal power in CDMA cellular systems,” Proc. of 45th IEEE Vehicular Technology Conference, Chicago, Illinois, pp. 922–926, 1995.
- [2]. Tanskanen J. M. A., Huang A. ve Hartimo I. O., “Predictive power estimators in CDMA closed loop power control,” Proc. of 48th IEEE Vehicular Technology Conference, Ottawa, Ontario, Kanada, pp. 1091–1095, 1998.
- [3]. Tanskanen J. M. A., Mattila J., Hall M., Korhonen T. ve Ovaska S. J., “Predictive closed loop power control for mobile CDMA systems,” Proc. of 47th IEEE Vehicular Technology Conference, Phoenix, Arizona, USA, pp. 934–938, 1997.
- [4]. Tanskanen J. M. A., Mattila J., Hall M., Korhonen T. ve Ovaska S. J., “Predictive closed loop transmitter power control,” Proc. of 1996 IEEE Nordic Signal Processing Symposium, Espoo, Finland, pp. 5–8, 1996.
- [5]. Chang P. R. ve Wang B. C., “Adaptive fuzzy proportional integral power control for a cellular CDMA system with time delay”, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 14 (9), pp. 1818–1829, 1996.
- [6]. Gao X. M., Gao X. Z., Tanskanen J. M. A. ve Ovaska S. J., “Power prediction in mobile communication systems using an optimal Neural-Network Structure”, IEEE Transactions on Neural Networks, 8 (6), pp. 1446–1455, 1997.