

Çok Kulaanıcı DS-CDMA Demodulasyonunda Genetik Algoritma İle Desteklenen Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı Uygulaması

Hürriyet Keskin, Doç. Dr. Damla Kuntalp

Dokuz Eylül Üniversitesi

Elektronik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar Kampüsü İzmir

hurriyetkeskin@yahoo.com, damla.kuntalp@eee.deu.edu.tr

Özet: Bu bildiriye çok-yollu ve gürültülü kanala DS-CDMA formatında gönderilen birden fazla kullanıcı bilgisi arasından asıl kullanıcı bilgisinin demodulasyonu problemini ele aldık. Bu probleme çözüm olarak Genetik Algoritma ile desteklenen bir Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı (RBF NN) önermekteyiz. Tasarlanan RBF Yapay Sinir Ağı yapısının temel parametrelerinin optimum değerleri de Genetik Algoritma ile bulunmaktadır, bu da ulaşılmak istenen bit hata oranlarına daha kısa sürede ulaşabilmeyi sağlamaktadır.

1. Giriş

Çok-kullanıcı haberleşme, bilgisayar ağları, radyo iletimi, telefon ve uydu yayım kanalları ve hücresel telefon sistemlerinde, en temel konulardan biridir. Çok kullanıcı haberleşmede kullanılan yöntemler arasında CDMA en popüler olanıdır. Doğrudan-sıralı kod-bölüşümlü çoklu erişim (DS-SS) ise en çok kullanılan CDMA metodudur.[1] DS-SS haberleşmesinde birçok doğrusal ve doğrusal olmayan alıcı sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar en-büyük-olabilirlik-(ML) sırası algılamasını kullanan optimal çok kullanıcı alıcı [2], çok kullanıcı seneryo için tasarlanmış Tek katmanlı Yapay Sinir Ağı ve onun değiştirilmiş versiyonu [3], potansiyel bir çok kullanıcı alıcısı olarak araştırılmış alternatif bir yapı olan RBF [4], GA destekli Eklem Çok Kullanıcı Sembol Algılayıcısı [5] olarak sıralanabilir. Bizim önerdiğimiz yöntem ise çok kullanıcı bir DS-SS sisteminde asıl kullanıcı bilgisinin, *merkez ilk değerleri, ağırlık ilk değerleri ve yayılma faktörü* ilk değeri GA ile optimize edilen RBF-NN yapısı ile elde edilmesi üzerine kurulmuştur.

2. Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları

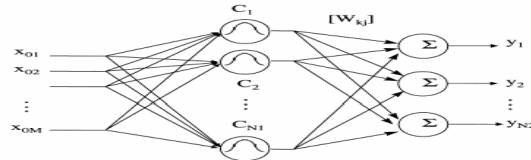


Fig. 1: Radyal Tabanlı (RBF)Yapay Sinir Ağı (giriş sinyali M boyutlu, ilk katman N1, çıkış katmanı ise N2 nörona sahip).

RBF Yapay Sinir Ağı doğrusal olmayan fonksiyonun doğrusal bir kombinasyonudur. ML yapay sinir ağının aksine aktivasyon fonksiyonu sigmoid değildir, örneğin Gaussian (1) olabilir.

$$\phi(t) = \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma^2}\right). \quad (1)$$

İlk katman nöronlarının çıkışı şu şekilde yazılabilir.

$$x_{1k} = \phi_k(\|x - c_k\|), \quad (2)$$

x giriş vektörü ve c_k da k nöronuna ait merkez olarak ifade edilir.Yapay Sinir Ağının çıkışı şu şekilde yazılır:

$$y_j = \sum_{k=1}^{N_1} w_{kj} \phi_k(\|x - c_k\|), \quad (3)$$

N_1 ilk katmandaki nöronların sayısı ve w_{kj} de çıkış katmanına ait ağırlıklardır. Dolayısıyla burada serbest parametreler merkezler $\{c_k\}$ ve ağırlıklar $\{w_{kj}\}$ dir. RBF yapay sinir ağlarını eğitmek için değişik metodlar vardır. Genel olarak, merkezler için gözetimsiz öğrenme kuralı ve ağırlıklar içinde gözetimli öğrenme kuralı kullanılmaktadır. [6]

3. Genetik Algoritma

Genetik algoritmler bir popülasyonda belirli özelliklere sahip olan bireyler arasından belirlenmiş bir kritere göre en uygun özelliklere sahip olanı bilgi değişimi kullanarak seçerler.[7]. Genel Genetik Programlama şu şekildedir:

- 1- Popülasyona ilk değerler verilir.
 - 2- Her bireyin uyumluluğu belirlenir.
 - 3- Yeni popülasyon oluşturulana kadar aşağıdaki adımlar uygulanır.
 - a- Seçim algoritması kullanılarak birey ya da bireyler seçilir.
 - b- Seçilmiş birey ya da bireylere genetik işlemler uygulanır.
 - c- Genetik işlemlerin sonucu yeni popülasyona aktarılır.
 - 4- Eğer algoritmanın durdurulma kriteine ulaşılmışsa devam edilir. Ulaşılmamışsa varolan popülasyon elde edilen yeni popülasyonla değiştirilip 2. adımdan 4. adıma işlemler tekrarlanır.
 - 5- En iyi birey algoritmanın çıkışı olarak belirlenir.
- Popülasyonun ilk hali genelde düşük uyumluluğa sahiptir. Popülasyonun iyileştirilmesi 3 temel genetik işlemle yapılır. Bunlar Çaprazlama, *Mutasyon* ve *Tekrar Üretme*'dir. [8]

4. GA Destekli RBF Algılaması

Burada çok kullanıcı DS-CDMA haberleşmesinde asıl kullanıcının datasının algılanması için kurulan RBF yapısını GA kullanarak optimize etmeye çalıştık. CDMA şu şekilde yapılandırılmıştır. Her kullanıcı sinyali için ayrı bir PN kodu Walsh kodlarıyla[9], [10] oluşturulmaktadır. Her data vektörü kendi PN kodu ile çarpılmakta dolayısıyla bant aralığı genişletilmektedir ve böylece gönderilen sinyaller DS-CDMA formatına çevrilmiştir. Daha sonra bu sinyaller AWGN gürültülü ve çok yollu haberleşme kanalına sokulmaktadır. Alınan kanal çıkışı sinyali tüm kullanıcı sinyallerinin ve AWGN gürültü sinyalinin toplamıdır. Burada asıl kullanıcı sinyalinin algılanması işlemi başlamaktadır. RBF için optimize edilen değerler merkez ilk değerleri, ağırlık ilk değerleri ve yayılma faktörü ilk değeridir. Tüm bireylerin uyumluluk değerleri RBF yapısının sınırlı sayıda data ile eğitilmesi ile elde edilmektedir. RBF yapısında ise merkez iyileştirilmesinde k-ortalama sınıflandırma metodu ve ağırlık iyileştirmesinde gözetmenli öğrenme metodu [4], aktivasyon fonksiyonu olarak da Gaussian fonksiyonu kullanılmıştır.

5. Simülasyon

Yaptığımız denemeler sonunda GA popülasyonundaki birey sayısının ve GA'yı eğitmek için kullanılan kanal çıkışı sinyal sayısının tekniğimizin performansını doğrudan etkilediğini gördük. Simülasyonda DS-CDMA formatında gönderilen 6 kullanıcı sinyalinin AWGN gürültülü ve çok yollu kanala sokulması ve kanal çıkış sinyalinin asıl kullanıcı sinyalinin algılanması çalışılmıştır. *GA'sız RBF'de*, merkezler 25*merkez sayısı yani 1600 data ile eğitilmiştir. Ağırlıklar 2000 data ile eğitilmiştir. 2000 data ile merkez ve ağırlıklar yaklaşık optimal değerlere ulaştıktan sonra aynı 2000 data ile RBF tekrar çalıştırılmıştır. *GA'lı RBF'de* GA 31 bireyle simüle edilmiştir. GA uyumluluklarının hesaplanması için RBF 1000 data için çalıştırılmıştır. GA ile en iyi birey seçildikten sonra bu bireyin dataları RBF modeli için ilk değerler olarak atanmıştır. Bundan sonra RBF yukarıdaki şekilde eğitilmiştir. Sonuçlar aşağıdadır.

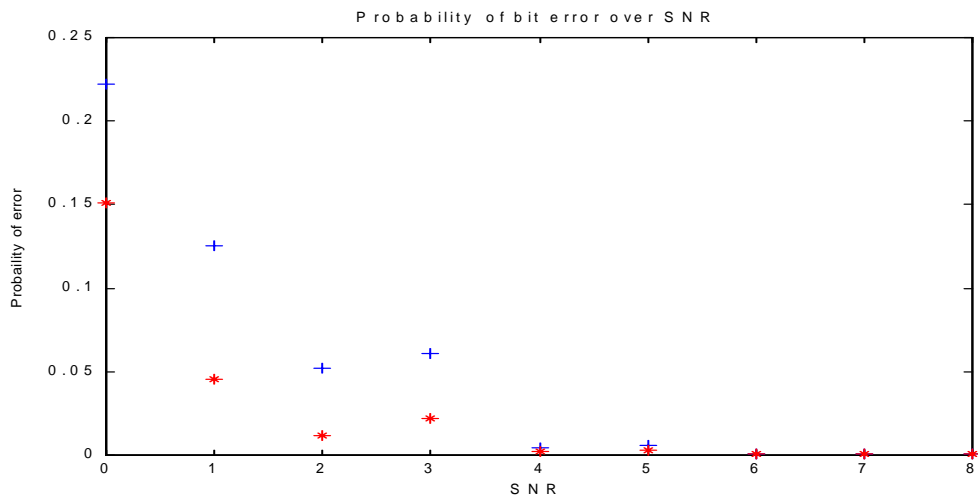


Fig2: Eşit güçlü 6 kullanıcı için AWGN gürültülü kanalda, RBF(+) ve 31 bireyle modellenen GA destekli RBF(*)'in hata olasılığı performansının SNR'ye göre değişimi.

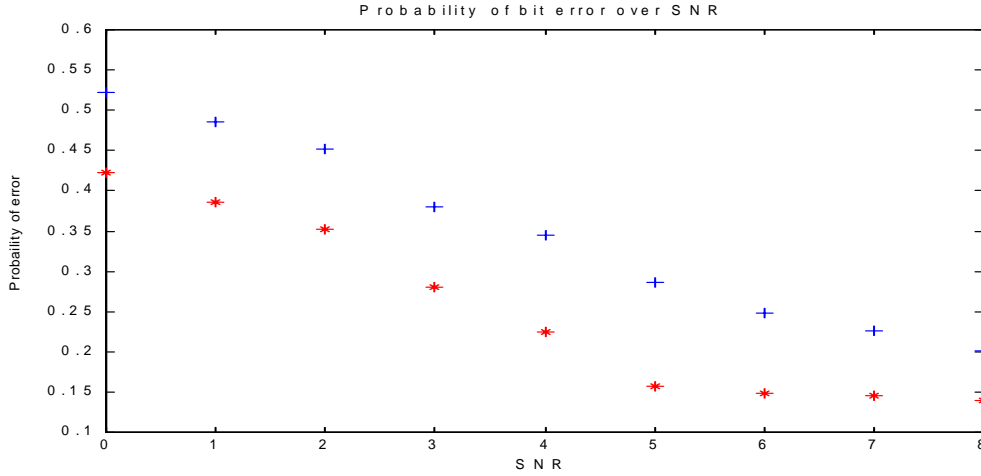


Fig3: Eşit güçlü 6 kullanıcı için AWGN gürültülü ve çok kullanıcı kanalda, RBF(+) ve 31 bireyle modellenen GA destekli RBF(*)'in hata olasılığı performansının SNR'ye göre değişimi.

6- Conclusions

Bu makalede çok kullanıcı DS-CDMA haberleşmesinde, AWGN gürültülü ve çok yönlü kanalda asıl kullanıcı datasının belirlenmesinde kullanılan RBF Yapay Sinir Ağ yapısının performansının GA ile artırılabilirliğini gösterdik. Simulasyonlar GA ile optimize edilen ve GA kullanılmadan kurulan RBF yapılarının farklı performansa sahip olduğunu ve GA destekli yöntemin daha iyi performans sergilediğini gösteriyor. GA kullanmaksızın RBF ilk değerlerin deneme yanılma yoluyla yapılması söz konusu olacaktır bu da etkili bir yöntem değildir. Merkez ve ağırlık ilk değerlerinin Yapay Sinir Ağ yapısı için büyük önem taşıdığı ancak yayılma faktörünün ilk değerinin performans üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı da simulasyon çalışmalarımızda ortaya çıkmıştır. Ayrıca kanalın AWGN gürültülü ve çok yönlü olarak yapılandırılması gerçek bir haberleşme kanalına yakın bir kanalı modellemesi açısından yararlı olmuştur.

7. Referanslar

- [1] Simon Haykin, Communication Systems, McMaster University, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc, pp. 578, pp. 605.
- [2] R. Lupas and S.Verdu, "Linear multi-user detectors for synchronous code-division multiple-access channels", IEEE Trans Inform. Theory, vol.35, no.1, pp.123-136, January 1989.
- [3] U. Mitra&H.V. Poor , "Adaptive Receiver Algorithms For Near-Far Resistant CDMA", Dept, of Electrical Engineering Princeton University Princeton, Presented at the 3rd Symposium of Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications, Boston, October 1992
- [4] U. Mitra, "Neural Network Techniques for Adaptive Multi-user Demodulation", IEEE Journal on Selected Areas of Communications, Vol.12, No. 4-9, pp. 8, December,1994
- [5] Kai Yen and Lajos Hanzo, "Genetic Algorithm Assisted Joint Multiuser Symbol Detection and Fading Channel Estimation for Synchronous CDMA Systems", IEEE Journal on Selected Areas In Communications, Vol. 19, No. 6, pp. 1, June 2001
- [6] Mohammed Ibnkahla, "Applications of neural networks to digital communications-a survey", 2000 Published by Elsevier Science B.V.
- [7] David E. Goldberg, The University of Alabama, "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reprinte with corrections January, 1989
- [8] Wolfgang Banzhaf, Peter Nordin, Robert E.Keller, Frank D.Fancone, "Genetic Programming An Introduction On The Automatic Evolution of Computer Programs and Iys Applications"
- [9] <http://www.owl.net.rice.edu/~elec301/Projects01/cdma/forward.html>
- [10] Pham Manh Lam and Chanikarn Praepanichawat, "Synchronous All-Optical Code-Division Multiple-Access Local-Area Networks with Symmetric Codes" Department of Telecommunication Science, Faculty of Science and Technology Assumption University, Ramkhamheng Soi 24, Bangkok 10240, Thailand E-mail: phmlam@s-t.au.ac.th, chnikarnp@yahoo.com