

STANDART VE HİBRİD YAPILAR KULLANARAK YAPAY SİNİR AĞLARI İLE İMZA TANIMA

Canan ŞENOL¹

Tülay YILDIRIM²

¹Kadir Has Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü, 34230, Cibali, Fatih-İstanbul

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği 34349 Beşiktaş-İstanbul

¹e-posta: canan@khas.edu.tr ²e-posta: tulay@yildiz.edu.tr

Anahtar sözcükler: İmza Tanıma, Yapay Sinir Ağları, Konik Kesit Fonksiyonlu Ağlar

ABSTRACT

This paper presents a new approach for off-line signature recognition based on artificial neural networks (ANNs). ANNs have recently become a very important method for classification and recognition problems. In this work, two well known neural network architectures (Multilayer Perceptron-MLP and Radial Basis Function-RBF Networks) and a hybrid neural network (Conic Section Function Neural Networks-CSFNN) are proposed for the signature recognition. The proposed system was trained and tested on a signature database consisting of a total of 256 signature images taken from 8 different persons. A total of 200 samples (25 samples for each person) for training and 56 samples (7 samples for each person) for testing are used. The results and comparisons are presented.

1. GİRİŞ

İmza kişiye ait özel bir el yazısı türüdür. Herkesin imzası farklı olduğu gibi, bir kişinin farklı zamanlarda attığı imzalar da farklılık gösterebilir. Bir görüntü olarak ele alındığında imza, bilgisayar teknolojileri ve yapay sinir ağı teknikleri kullanılarak tanınabilir.

İmza tanımda amaç; eğitime imzaları ile yapay sinir ağını eğittikten sonra rastgele seçilen bir test imzasının sahibini bulmaktır. Bunun için imzalar birtakım ön işlemlerden geçirildikten sonra eğitime işlemi gerçekleştirilir ve test imzaları arasından rastgele bir imza seçilerek bu imzanın sahibi araştırılır.

Eğitimde yöntem ne olursa olsun sınıflama yapmak için belli başlı 2 yöntem vardır. Bunlar Online imza tanıma ve doğrulama (SRVS) ve Offline SRVS'dir. Eğitime işlemine geçilmeden önce sınıflama yöntemi belirlenmelidir. Online SRVS [1, 3, 7] imza atarken ortaya çıkan hız, yön ve basınç bilgilerini ölçüp kaydetmeye yarayan bir takım özel donanımlar (dijital kalem, dijital ped, özel baskılı kağıtlar v.b.) gerektirir

ki bu maliyetin fazla olmasından dolayı çok tercih edilen bir yöntem değildir. Offline SRVS'de ise yapılabilir [2, 6, 8, 9]. Bu sebeple bu alanda yapılmış çalışmaların çoğunda kullanılan sınıflama yöntemi offline SRVS'dir.

İmza tanıma ve doğrulama üzerine literatürde yapılmış çalışmalar daha çok imza doğrulamayı içerir. Bu çalışmada imza tanıma üzerine farklı bir yaklaşım sunulmuştur. Kullanılan sınıflama yöntemi offline imza tanımadır. Bu amaçla eğitime ve test işlemlerinde kullanılmak üzere 8 farklı kişiden 32'şer imza olmak üzere toplam 256 imza toplanmıştır. Şekil 1'de toplanan imzalardan bazı örnekler görülmektedir.



Şekil.1 İmza örnekleri

Çalışmada ilk olarak çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan yapay sinir ağı yapılarından olan Çok Katmanlı Algılayıcı (Multilayer Perceptron-MLP) ve Radyal Temelli Fonksiyonlar (Radial Basis Function-RBF) ile imza tanıma yapılmış daha sonra ise hibrid bir yapı olan ve literatürde bu konuya hiç uygulanmamış bir yöntem olan Konik Kesit Fonksiyonlu Ağlar (Conic Section Function Neural Network-CSFNN) ile de imza tanıma yapılarak üç yöntemin karşılaştırmalı sonuçları tablolar halinde verilmiştir.

2. ÖNİŞLEMLER

İmza tanıma probleminde ilk olarak imzanın bazı önışlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Önışlemlerden sonra imza, eğitime ve test işlemlerinde kullanılmaya hazırdır. Bu önışlemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.1. Görüntü İşleme

Bu aşamada kişilerden toplanan imzalar bir tarayıcı yardımıyla bilgisayar ortamında kullanıma hazır hale getirilir.

2.2. Gürültü İndirgeme

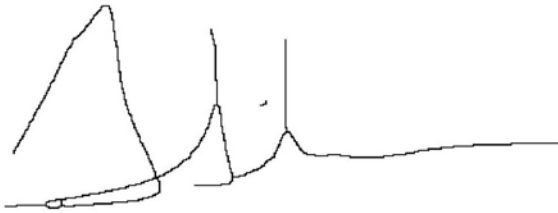
Bu aşamada gürültü indirgeme filtresi siyah beyaz taranmış resme uygulanır. Bunu yapmaktaki amaç; arka plan beyaz ise üzerindeki siyah pikselleri, siyah ise üzerindeki beyaz pikselleri bularak yok etmektir. Bunu yapabilmek için resme, basit bir karar kuralı olan 3x3'lük bir maske uygulanır. Merkez piksel, çevresindeki birbiriyle aynı renkteki 8 pikselin renginden farklı ise merkez pikselin rengi değiştirilir. İmza resmindeki gürültülerin çıkarılmasından sonra yapılacak işlem imza alanının kesilip alınmasıdır. Yatay ve düşey izdüşümlü parçalama metodu kullanılarak imza alanı arka plandan kesilip alınır. Böylece imzayı çerçeveleyen beyaz boşluk gözden çıkarılmış olur.

2.3. Boyut Normalizasyonu

Resmin genişliğinin kabul edilen değere ulaşması için, genişlik-yükseklik oranının değişmemesi şartıyla resmin boyutu ayarlanır.

2.4. İskelet Çıkarma

Önışlemlerin son aşamasıdır. İmzanın karakteristiğini bozmadan gereksiz piksellerin atılması mantığına dayanır. Daha sonra yapılacak olan bütün işlemlerde kullanılacak olan imza, iskelet hale getirilmiş imzadır. Şekil 2'de iskelet haline getirilmiş bir imza örneği görülmektedir.



Şekil.2 İskeleti çıkarılmış bir imza

3. ÖZELLİK ÇIKARMA

İmza tanıma işlemi için öncelikle imzanın çeşitli özellikleri çıkarılarak bu özelliklere göre eğitime yapılmalıdır. İyi bir özellik çıkarma, eğitime ve test sonucunda başarı yüzdelerinin artması açısından çok önemlidir. Bir imzaya ait özellikler genel özellikler ve

grid bilgi özellikleri olmak üzere iki ana başlıkta toplanabilir.

3.1. Genel Özellikler

İmzanın genel özellikleri arasında imza yüksekliği, resim alanı, tam genişlik ve tam yükseklik, maksimum yatay ve düşey izdüşüm, yatay ve düşey izdüşüm tepeleri, imzanın yatay ve düşey merkezi, genel ve yerel meyil açıları, taban çizgisi kayması, köşe noktası sayısı, kesişme noktası sayısı ve kapalı çevrim adedi sayılabilir. Bu makalede genel özellik olarak taban çizgisi kayması, imzanın yatay merkezi ve imzanın düşey merkezi özellikleri olmak üzere 3 özellik kullanılmıştır. Diğer özellikleri kullanmak kullanıcıya bağlıdır.

3.2. Grid Bilgi Özellikleri

Grid bilgisini elde etmek için ise iskelet hale getirilmiş resim 96 dikdörtgen parçaya (8 x 12) bölünür. Her parça için alan yani ön plandaki piksellerin (siyah pikseller) adedi hesaplanır. Bulunan sonuç, en düşük alan değerine sahip parçanın alanı 0, en yüksek alan değerine sahip parçanın alanı 1 olacak şekilde normalize edilir. Sonuçta; 12 x 8 elemanlı ve her bir elemanı 0 ile 1 arasında değerler alan bir grid matrisi elde edilir. Bu da parçalardaki siyah piksellerin yoğunluğunu gösterir. Şekil.3'de bir imza örneğine ait grid bilgisi çıkarılmıştır.



Şekil.3 Gridi çıkarılmış bir imza

Grid bilgisinden de 96 özellik gelir ki, bu da yapay sinir ağlarına uygulamak üzere toplam olarak 99 tane (96+3) giriş sağlar.

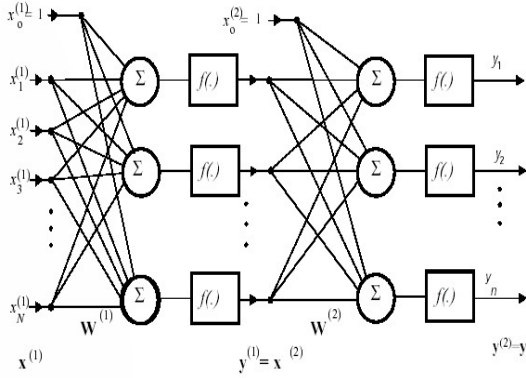
4. KULLANILAN AĞ YAPILARI

Bu çalışmada Çok Katmanlı Algılayıcı, Radyal Temelli Fonksiyonlar ve Konik Kesit Fonksiyonlu Ağlar olmak üzere 3 farklı ağ yapısı ile eğitime yapılmıştır.

4.1. Çok katmanlı Algılayıcı (MLP)

En genel yapısıyla MLP modeli, bir giriş katmanı, bir veya daha fazla ara katman, bir de çıkış katmanından oluşur. Bilgi akışı daima ileri doğrudur. Bu yüzden ileri beslemeli ağ modeli de denir. Giriş katmanındaki nöron sayısı problemdeki giriş sayısına bağlıdır. Ara katman sayısı ve ara katmanlardaki nöron sayısı deneme-yanılma yolu ile bulunur. Çıkış katmanındaki nöron sayısı ise yine uygulanan probleme dayanılarak

belirlenir. Pratikte 3 katmandan fazla katman kullanılmaz. Katman sayısına giriş katmanı dahil değildir. Örneğin: 1 tane gizli katman varsa 2 katmanlı ağ, 2 tane gizli katman varsa 3 katmanlı ağ denir. Ara katmandaki giriş-çıkış ilişkileri hakkında bilgi sahibi değiliz. Ara katmanlarda non-lineer çıkış katmanında ise lineer fonksiyonlar vardır. 2 katmanlı MLP yapısı Şekil 4’de görülmektedir.



Şekil.4 2 katmanlı MLP modeli

4.2 Radyal temelli Fonksiyonlar (RBF)

Radyal temelli fonksiyon ağı tasarımı ise çok boyutlu uzayda eğri uydurma yaklaşımıdır ve bu nedenle RBF'nin eğitimi, çok boyutlu uzayda eğitim verilerine en uygun bir yüzeyi bulma problemine dönüşür. RBF'nin genellemesi ise eğitim sırasında bulunan çok boyutlu yüzeyin kullanılmasına eşdeğerdir. Radyal temelli fonksiyonlar, sayısal analizde çok değişkenli problemlerin çözümünde kullanılmış ve YSA'nın gelişmesi ile birlikte bu fonksiyonlardan YSA tasarımında yararlanılmıştır. RBF, ileri beslemeli YSA yapılarına benzer şekilde giriş, saklı ve çıkış katmanından oluşur ancak, giriş katmanından saklı katmana dönüşüm, radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonları ile doğrusal olmayan sabit bir dönüşümdür. Saklı katmandan çıkış katmanına ise doğrusal bir dönüşüm gerçekleştirilir. RBF’de uyarlanabilecek serbest parametreler; merkez vektörleri, radyal fonksiyonların genişliği ve çıkış katman ağırlıklarıdır. RBF’in matematiksel ifadesi aşağıdaki şekildedir:

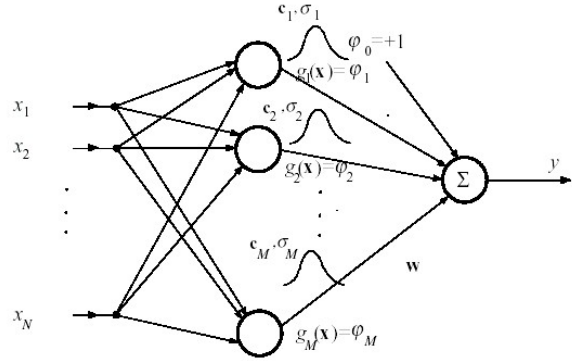
$$G(x) = \sum_{i=1}^N W_{ij} \varphi_i(x) \quad (1)$$

Burada W_{ij} gizli katmandaki i. nörondan çıkış katmanındaki j. nöron arasındaki ağırlığı, $\varphi_i(x)$ ise aktivasyon fonksiyonunu gösterir. RBF’de gizli katman aktivasyon fonksiyonu olarak genellikle Gauss Fonksiyonu kullanılır. Gauss Fonksiyonu x giriş vektörünü, c_i merkezi, $\|x - c_i\|$ standart öklid

uzaklığını, σ_i de genişliği göstermek üzere aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\varphi(r) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (2)$$

Şekil 5’de en genel gösterimiyle bir RBF yapısı verilmiştir.



Şekil.5 RBF modeli

4.3. Konik Kesit Fonksiyonlu Ağlar (CSFNN)

Konik Kesit Fonksiyonlu Ağların anafikri, MLP ve RBF ağlarının birarada kullanılmasıdır. Yeni yayılım kuralı, (MLP ve RBF yayılım kurallarını içeriyor) bir koninin analitik denklemleri kullanılarak elde edilebilir. Şekil 6 bu ağların yapısını göstermektedir. Burada x , sağ dairesel koninin üzerinde herhangi bir nokta, ω $[-\pi/2, \pi/2]$ aralığında herhangi bir değer, v koninin tepe noktası ve a koninin eksenini tanımlayan birim vektör olsun. Böylece dairesel koninin denklemi

$$(\bar{x} - \bar{v})\bar{a} = \cos \omega \|(\bar{x} - \bar{v})\| \quad (3)$$

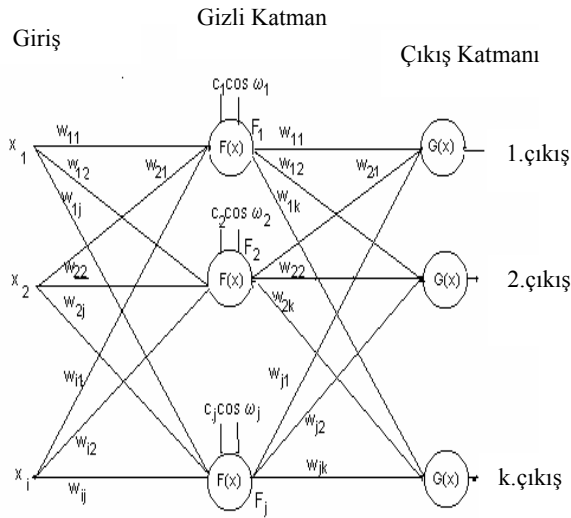
olmaktadır. Konik Kesit Fonksiyonlu Ağların yayılım kuralını n-boyutlu giriş uzayı için genellersek (4) denklemini elde ederiz.

$$\sum_{i=1}^{n+1} (x_i - v_i) a_i = \cos \omega \sqrt{\sum_{i=1}^{n+1} (x_i - v_i)^2} \quad (4)$$

Açılma açısı (2ω) 90 derece olduğunda x noktaları ve v arasındaki uzaklık dairenin yarıçapına eşit olduğundan dairenin merkez koordinatı c , v 'nin yerine kullanılabilir. (4) denkleminin sağ tarafı sol tarafından çıkarıldığında Konik Kesit Fonksiyonlu Ağların yayılım kuralı aşağıdaki gibi elde edilir:

$$y_j = \sum_{i=1}^{n+1} (x_i - c_{ij}) a_{ij} - \cos \omega_j \sqrt{\sum_{i=1}^{n+1} (x_i - c_{ij})^2} \quad (5)$$

burada a_{ij} MLP'deki giriş ile gizli katman arasındaki ağırlıkları, c_{ij} RBF'deki merkez koordinatlarını, i ve j giriş ve gizli katmanı gösteren indislerdir. Bu durumda y_j Konik Kesit Fonksiyonlu Ağların aktivasyon değeridir. Kolayca görüldüğü üzere bu denklem MLP ve RBF gibi 2 temel kısımdan oluşur. ω açısı $\pi/2$ olduğu zaman denklem sadece MLP kısmına dönüşür. Denklemin ikinci kısmı da RBF'nin girişleri ile merkezleri arasındaki öklid uzaklığıdır.



Şekil.6 CSFNN modeli

5. BENZETİM SONUÇLARI

İmza tanıma işleminde eğitime ve test işlemlerinde kullanılmak üzere A, B, C, D, E, F, G ve H olarak isimlendirilen 8 farklı kişiden 32'şer imza olmak üzere toplam 256 imza toplandı. Bunların 200 tanesi eğitime (bir kişiden 25 imza), 56 (bir kişiden 7 imza) tanesi de testte kullanıldı. İmzalar 2.bölümde anlatılan ön işlemlerden geçirildikten sonra bu imzalara ait özellikler çıkartıldı ve 99×256 boyutunda giriş vektörü oluşturuldu. Giriş vektörünün boyutu çok yüksek olduğundan dolayı temel bileşen analizi yöntemi kullanılarak bu boyut 20×200 'e düşürüldü.

MLP ile yapılan eğitimde 1.gizli katmanda 60, 2.gizli katmanda 24 ve çıkış katmanında 8 nörondan oluşan bir ağ yapısı tasarlanmıştır. Momentum ve adaptif öğrenme oranının ayarlanabildiği geriye yayılım algoritması kullanılmıştır. Eğitimde öğrenme oranı 0.05 ve momentum 0.09 seçilerek en iyi sonuçlar alınmıştır. Ağırlıklar rastgele seçildiği için ağ 10 defa eğitilerek sonuçların ortalaması alınmıştır. Eğitim yaklaşık olarak 200 adımda tamamlanmıştır.

RBF ile yapılan eğitimden sonra gizli katmanda 175 nörona ulaşılmıştır. Genişlik değeri olarak 10 seçilmiştir.

CSFNN ile yapılan eğitimde ise ağ, 12 nörondan oluşan 1 gizli katman ve 8 nörondan oluşan çıkış katmanı olacak şekilde tasarlanmıştır. Genişlik değeri olarak 1 seçilmiştir.

Sonuçlar aşağıdaki tablolarda sunulmuştur:

Tablo-1. Doğru sınıflanan eğitim imzaları sayısı

	Eğitime İmzaları							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MLP	25	25	16,7	25	20,8	12,5	25	24,8
RBF	25	25	25	25	25	25	25	25
CSFNN	21	25	25	25	23	23	25	25

Yukarıdaki tablodan da anlaşıldığı gibi eğitim imzalarının doğru sınıflanma yüzdeleri MLP ile yapılan eğitimde %87.4, RBF de %100, CSFNN'de %96'dır.

Tablo-2. Doğru sınıflanan test imzaları sayısı

	Test İmzaları							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MLP	7	6,3	5,6	6,3	6,6	7	6,4	6,4
RBF	7	7	7	7	7	7	7	6
CSFNN	7	7	7	7	6	7	6	7

Test imzaları için oluşturulmuş Tablo 2'de ise ağın başarısı MLP için %92.143, RBF için %98,21 ve CSFNN için %96,43'dür. Bu sonuçlar tek bir tablo halinde Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo-3. CSFNN, MLP ve RBF kullanarak yapılan imza tanıma sonuçları

Yöntem	Eğitime İmzaları	Test İmzaları
MLP	%87,4	%92,143
RBF	%100	%98,21
CSFNN	%96,43	%96,43

6. SONUÇLAR VE YORUMLAR

İmza tanıma için MLP, RBF ve CSFNN ile eğitime yapılarak eğitime ve test örneklerinin sınıflanma sayıları ve ağların başarı yüzdeleri verilmiştir. Bulunan sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslandığında oldukça tatmin edicidir. Bu tablolardan görüldüğü gibi imza tanıma kısmında RBF ile yapılan eğitime ve test başarı yüzdelerinin %100 bulunması bakımından önemlidir. Ayrıca CSFNN ile yapılan eğitime işlemi MLP ve RBF'e göre çok daha hızlıdır. Dikkat çekici sonuçlardan biri de CSFNN ile yapılan eğitimde kullanılan nöron sayısının azlığıdır. CSFNN ile 20 nöron kullanılırken MLP'de 92, RBF'de ise 183 nöron kullanılmıştır ki bu da pratikte uygulanması açısından CSFNN'lerin üstün olduğunun ispatıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Bajaj, R., Chaudhury, S., : Signature Verification Using Multiple Neural Classifiers, PATTERN RECOGNITION SOCIETY, (1996), 30:1-7.
- [2] Baltzakis, H., Papamarkos, N., : A new signature verification technique based on a two-stage neural network classifier, ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, (2001), 14:95-103.
- [3] Brault, J., Plamondon, R., : Segmenting handwritten signatures at their perceptually important points, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 15. (1993) 953-957.
- [4] Hanmandlu, M., Madasu, V.K., Madasu, S., : Neuro-Fuzzy Approaches to Signature Verification, 2ND NATIONAL CONF. ON DOCUMENT ANALYSIS AND RECOGNITION (NCDAR-2003), 11-12 July 2003, Mandya, India, (2003).
- [5] Haykin, S., Neural Networks: A COMPREHENSIVE FOUNDATION, MACMILLAN COLLEGE PUBLISHING, New York, (1994).
- [6] Huang, K., Yan, H., : Off-line Signature Verification Based on Geometric Feature Extraction and Neural Network Classification, PATTERN RECOGNITION SOCIETY, (1996), 30:9-17.
- [7] Keit, T.H., Palaniappan, R., Raveendran, P., Takeda, F., : Signature Verification System using Pen Pressure for Internet and E-Commerce Application, ISSRE2001 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOFTWARE RELIABILITY ENGINEERING, 27-30 November, Hong Kong, (2001).
- [8] Murshed, N.A. Bortolozzi, F., Sabourin, R., : Off-Line Signature Verification using Fuzzy ARTMAP Neural Network, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS, 27 November-1st December 1995, Perth, Australia, (1995).
- [9] Öz, C., Ercal, F., Demir, Z., : Signature Recognition and Verification with ANN, ELECO'2003 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING, 3-7 December 2003, Bursa, (2003).
- [10] Parizeu, M., Plamondon, R., : A Comparative analysis of regional correlating dynamic time warping and skeletal tree matching for signature verification, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 12. (1990) 710-717.
- [10] Yıldırım, T., Özyılmaz, L., : Dimensionality reduction in Conic Section Function Neural Network, SADHANA-ACADEMY PROCEEDINGS IN ENGINEERING SCIENCES, Vol 27, Part 6, (2002), 675-683.
- [11] Yıldırım, T., : Development of Conic Section Function Neural Networks in Software and Analogue Hardware, PH.D. THESIS, Liverpool University, UK, May (1997).