

**T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

ICR YÖNTEMİ İLE KARAKTER TANIMA UYGULAMASI

LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
MEHMET AKİF İLYASOĞULLARI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. RIZA CENK ERDUR**

**Temmuz, 2015
İZMİR**

ÖZET

Bu çalışmada, OCR 'ın gelişmiş versiyonu ve bir yapay zeka uygulaması olan ICR Teknolojisi ile resimdeki yazılar text dökümanına yazdırmaya yarayan bir tanıma sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde yapay zeka algoritmaları kullanılmıştır.

Tanıma sistemi büyük harf ve rakam olmak üzere iki tipteki karakteri ayrı ayrı tanıyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışma esnasında 26 adet büyük harf ve 10 adet rakam olmak üzere toplam 36 karakter örneği kullanılmıştır. Matlab ortamında İngiliz alfabesi karakterlerini tanıma işlemini gerçekleştiren bir uygulama geliştirilmiştir. Bu sistem ile yüksek başarı oranı elde edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
İÇİNDEKİLER	2
1. GİRİŞ	3
2. KARAKTER TANIMAYA GENEL BAKIŞ	5
2.1. Karakter tanıma nedir?	5
2.2. Temel Kavramlar	5
2.3. Çevrimdışı yöntemler	6
2.4. Çevrimiçi yöntemler	8
2.5. Makine baskısı karakterlerin tanınması	9
2.6. El yazısı karakterlerin tanınması	9
2.7. El yazısı karakter tanıma sistemleri	11
2.8. NEC karakter tanıma sistemi	11
2.9. El yazısı karakter tanıma alanında yapılmış çalışmalar	12
3. OCR HAKKINDA SIK SORULAN SORULAR	15
3.1. Optik Karakter Tanıma (OCR) Nedir?.....	15
3.2. Optik Karakter Tanıma (OCR) Neleri Kapsar?.....	15
3.3. Optik Karakter Tanıma (OCR) Nasıl Çalışır?.....	15
3.4. Optik Karakter Tanıma (OCR) Sistemlerini Kimler Kullanır?.....	16
4. YAPAY SİNİR AĞLARI.....	17
5. ICR YÖNTEMİ İLE KARAKTER TANIMA UYGULAMASI.....	17
6. KAYNAK KODLAR.....	18
7. SONUÇ.....	21
KAYNAKÇA	22

1. GİRİŞ

Kağıt bazlı formların bilgisayarlar tarafından kullanılabilir formatlara çevrilme gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Halen kurumların tozlu raflarında yığılı yeni ve eski kağıt formlarda kayıtlı olan ve pazarlama, istatistik gibi stratejik iş operasyonlarında kullanılabilecek bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgilerin varlığı ve açığa çıkarılmalarına duyulan ihtiyaç, el yazısı ve makine çıktısı gibi bir çok yazı formatını okuyup tanıyabilecek yazılımların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

El ile bilgi girişinin birçok şirket için yüksek maliyetli bir işlem haline geldiği günümüzde, bu tür işlemleri defalarca gerçekleştirebilecek çalışan kişilerin firmalarda uzun süre çalışmalarını sağlamak da bir hayli zorlaşmıştır. Ayrıca, bu tür el ile yapılan bilgi girişi işlemlerinin çıktısı ve verimliliği düşük, hata oranları ise yüksek olmaktadır. Profesyonel bilgi girişi ile uğrasan firmalara bu işlemlerin dışarıdan yaptırılması ise güvenlik ve servis kalitesinin devamlı olmaması gibi sebeplerden dolayı tercih edilmemektedir.

Karakter tanıma yazılımları günümüzde ucuz fiyatlarıyla orta ve büyük ölçekli firmaların bilgi girişi maliyetlerini %55 ila %90 arasında düşürebilmektedirler. Dökümanlar hızlı olarak taranabilmekte ve bu dökümanlar merkezi işlem noktalarına gönderilmek yerine teslim alındıkları noktada tüm işlemleri tamamlanıp çıkarılan bilgilerin elektronik ortamlarda merkeze yollanması ile zaman, maliyet ve randıman açılarından yüksek kazanımlar sağlanmaktadır.

Karakter tanıma işlemi formun taranması, el yazısı ve makine çıktısı ile basılmış öğelerin formdan ayrılması işlemlerinden oluşmaktadır. Tanıma yazılımları, kullanıldıkları yazı tanımlama dilleri yardımıyla grafik öğeleri karakterler ile eşleştirirler. Gelişmiş tanıma motorları yazı şablonlarını tekrar tekrar okuyarak öğrenme kapasitesine sahiptirler. Tanıma yazılımları son çıktılarından oluşturduktan sonra kullanıcıya el ile değişiklik yapma izni verirler.

Karakter tanıma teknolojilerinin sağladığı kolaylıklar, diğer birçok iş alanında bu teknolojilerin hızla uygulanmaya başlanmasına yardımcı olmuştur. Örneğin; mektupların üstlerindeki adreslerin tanınip posta koduna göre otomatik olarak ayrıştırılması, bankalara yollanan çeklerin otomatik olarak tanınip gerekli hesap işlemlerinin elektronik ortamlarda gerçekleştirilmesi gibi projeler karakter tanıma teknolojileri ile gerçekleştirilmektedir.

Günümüzde büyüklüğü 250 milyar doları bulan doküman teknolojileri endüstrisinin dünya çapındaki yıllık büyüme hızı %26 olarak tahmin edilmektedir [Khalid, 1996]. Bu hızla büyüyen bir endüstride, teknolojinin gerisinde kalan dökümanların yeni sistemlere transfer edilmeleri ihtiyacı nedeniyle karakter tanıma teknolojilerinin önemi giderek artmaktadır. Gelecek nesil kurumsal bilgi zinciri çözümleri internet, döküman ve telefon operasyonlarının birbirlerine entegre hale getirilmeleriyle kurulacaklardır. Bu tür entegre sistemler kuran firmalar kendilerini rakiplerinden farklılaştıracak, rekabet güçlerini ve müşteri hizmet kalitelerini artıracaklardır.

Son yıllarda, yazı tanıma konusunda yapılan çalışmalarda büyük ilerleme kaydedilmiştir, bu sayede özellikle temiz ve okunabilir bir zemin üzerinde basılı yani, matbaa ürünü ya da daktilo veya bilgisayarda yazılmış yazıları otomatik olarak tanıyan programlar hayatımızın içine girmeye başlamıştır. Tanıma yüzdesi yüksek olan bu programlar birçok kurum ve şirkette maliyeti düşürmekte ve hayatı oldukça kolaylaştırmaktadır.

Oysa, su anki teknoloji el yazısı tanıma konusunda henüz kısıtlı bir düzeydedir. El yazısı tanıma hala tam olarak çözülmüş bir problem değildir. El yazısı tanımadaki zorluk, çok fazla sayıda değişik yazı karakteri olması ve kişiden kişiye farklılıklar göstermesinin yanında harflerin birbirine bağlı yazılmasından kaynaklanmaktadır. Yazı sili, duruma ve kullanılan kalem ya da kağıda göre bile farklılıklar gösterebilmektedir. Kişilerin yazı yazma tarzlarına ve hızlarına bağlı olarak harfler çok değişik şekil ve büyüklükte olabilmektedir. İnsan görme sistemi harflerin büyüklük ve yön farklılıklarından etkilenmemekte, oysa otomatik bir sistemde bunlar büyük sorunlar oluşturmaktadır. Çoğu zaman harfler ancak cümle içerisindeki anlama göre bir şey ifade etmekte, aksi takdirde tanınması mümkün olmamaktadır. Ayrıca, kağıt üzerine yazılmış ve daha sonra tarayıcı ile sayısallaştırılmış bir belge çok fazla gürültü içermektedir. Bütün bunlar el yazısı tanıma problemini zor ve henüz tam anlamıyla çözülmemiş bir problem olarak bırakmakta, otomatik bir el yazısı tanıma sisteminin sağlayacağı avantajlar ve kolaylıklarsa cekiliğini artırmaktadır [Duygulu, 2004].

Bununla beraber bazı dillerde, oldukça iyi düzeyde çalışan el yazısı tanıma sistemleri geliştirilmiştir. Fakat Türkçe konusunda yeterli derecede çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalarda başarı seviyesi oldukça düşüktür. Bu tezde daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenerek resim yazıları için bir tanıma sistemi gerçekleştirilmiştir.

2. KARAKTER TANIMAYA GENEL BAKIŞ

2.1. Karakter tanıma nedir?

Elle veya makineyle yazılmış yazıların bilgisayar tarafından tanınmasına çok genel terimiyle Karakter Tanıma Sistemi (KTS) adı verilmektedir. Karakter tanıma, metin-tabanlı giriş görüntülerinin makine tarafından işlenerek anlamlı çıktılar üretilmesidir.

Dökümanların makine tarafından okunabilecek forma dönüştürülmesi için, tarama, kamera ile görüntüleme veya dokunma hassasiyetli ekrana doğrudan yazma gibi bir çok yöntem vardır.

2.2. Temel Kavramlar

Karakter tanıma çalışmaları üç tipte incelenebilir:

- Makine baskısı karakterlerini tanıma
- Ayrık el yazısı karakterlerini tanıma
- Birleşik el yazısı karakterlerini tanıma

El yazısı karakter tanıma iki alt kategoride incelenir:

- çevrimiçi (on-line) tanıma
- çevrimdışı (off-line) tanıma

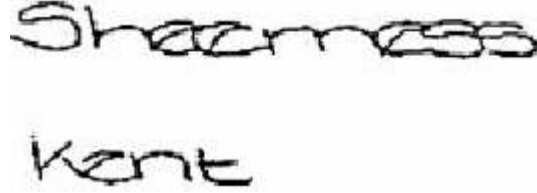
Makine baskısı karakterler ile el yazısı karakterler arasında önemli bir farklılık vardır. El yazısı karakterler arasındaki değişimler makine baskısındakilere göre oldukça büyüktür. Makine baskısı karakterlerdeki değişiklikler sadece font stili ve büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. El yazılarında ise durum farklıdır. Dünyada hiçbir yazarın el yazıları birbirinin aynısı değildir. Aynı yazarın farklı zamanlarda yazdığı aynı karakterlerde bile büyük değişiklikler gösterebilir. Karakterlerin büyüklüğü değişebildiği gibi şekli de değişebilmektedir. Yazarın içinde bulunduğu ortam, moral durumu, sağlık durumu gibi etkenler bile yazının şekline tesir etmektedir. El yazısı tanımanın tam olarak çözülmemiş bir problem olmasının altında yatan sebeplerden bazıları da bunlardır. Bu nedenle makine baskısı tanıma oranı her zaman el yazısı tanıma oranından yüksektir.

Tanıma sisteminin karakterleri tanıyabilmesi için, onları görüntüden ayıklaması gerekir. Kelimelerdeki harflerin birbirinden ayrı olması durumu nadirdir. Böyle durumlar ancak karakterler için ayrılmış kutucukları içeren formlarda olur. Diğer taraftan makine baskılarında bile karakterler birbirine bitişik olabilmektedir. İlk bakışta, makine baskısı yazıların kolayca karakterlere ayrıştırılabileceği düşünülmeyle beraber bazı sebeplerden dolayı böyle olmadığı görülmektedir.



Şekil 2.1. Makine baskısı yazının, zayıf kalitedeki taranmış görüntü örneği

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi makine baskısı dökümanın görüntü kalitesi her zaman mükemmel olmayabilir. Nokta vuruşlu yazıcılar, özellikle hızlı olanları, çok gürültülü görüntüler oluşturabilmektedir. Eğer iki karakter arasındaki boşluk bir piksel büyüklüğünden küçükse o zaman karakterler bitişik olarak görüntülenir [Mulgaonkar vd., 1994].



Şekil 2.2. Birleşik el yazısı örnekleri

El yazılarında ise şekil 2.2’de görüldüğü gibi birleşik karakter problemi daha karmaşık bir hal almaktadır. İnsanlar için yazılarındaki karakterleri birleşik yazmak gayet doğaldır. Bu tipteki yazılarda, karakterler arasında boşluk olmadığı gibi bazı karakterler üst üste çakışabilmektedir. Bu gibi durumlar el yazısı karakter tanımayı zorlaştıran etkenlerdir. Karakter tanıma sistemlerinin bazıları sadece izole edilmiş karakterler üzerinde çalışır, bazıları hem dilimleme hem tanıma işlemlerini gerçekleştirir, bazılarında iki aşama birbirinden bağımsızdır.

2.3. Çevrimdışı yöntemler

Kağıt üzerindeki yazıların tanınabilmesi için çevrimdışı yöntemler kullanılır. Öncelikle belgenin sayısallaştırılması gerekmektedir. Belge analizi ilk önemli aşamadır. Belgenin önce paragraf ve cümlelere, daha sonra sözcüklere bölünmesi gerekmektedir. Eğer söz konusu belge doldurulmuş bir form ise yine öncelikle formun analiz edilerek tanınması istenen sözcüklerin çıkarılması gerekmektedir [Steinherz vd., 1999, Arica vd., 2001].

Çevrimdışı yöntemler oldukça geniş bir yelpazede yer alsa da genelde benzer bir işlem sırasını izler. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1) ön-işleme
- 2) dilimleme
- 3) öznitelik çıkarımı
- 4) tanıma
- 5) son-işleme

Önişleme aşaması gürültü azaltılması, normalleştirme, referans çizgisinin bulunması gibi işlemlerden oluşur. Sayısallaştırma sırasında yazıyı oluşturan eğriler arasında boşluklar oluşabilir, yeni nokta ya da çizgiler ortaya çıkabilir. Bu tür problemler filtreleme, gürültü modelleme ya da morfolojik operatörler kullanılarak çözülebilir. Normalleştirme, yazı karakterlerinden kaynaklanan farklılıkların ortadan kaldırılarak standart bir şekle getirilmesidir. Yazı düz bir çizgi üzerinde değil de yukarı ya da aşağı doğru yazılmışsa öncelikle bunun düzeltilmesi gerekir. Aynı şekilde yazı karakterine bağlı olarak sağa ya da sola eğik şekilde yazılmış yazılar düz bir şekle getirilir. Bir başka normalleştirme işlemi de karakterlerin aynı büyüklüğe getirilmesidir. Bazı sistemlerde öznitelik çıkarılması için inceltme yöntemlerinin uygulanması da gerekebilir. Referans çizgisi bütün karakterlerin üzerine oturduğu çizgi şeklinde tanımlanabilir. Bu işlem bazı karakterlerin ayırt edilmesi için önemlidir. Örneğin ‘g’ ve ‘9’ birbirine karışabilecekken, referans çizgisine göre konumları dikkate alındığında bu karışıklık ortadan kalkacaktır [Steinherz vd., 1999] .

Dilimleme aşamasında, sözcüklerin harflere ya da rakamlara karşılık gelecek parçalara bölünmesi amaçlanır. Bazı sistemler dilimlemeyi harfler arasındaki boşluklara göre yapmaktadır. Ancak bu parçalanmış harflere neden olabilmektedir. Bu nedenle tanıma ve dilimleme kısımlarını birleştirerek, sadece olası karakterlere denk gelecek şekilde bir dilimleme yapmaya çalışan sistemler önerilmiştir. Bir başka yaygın yöntemse önce mümkün olduğunca küçük parçalara bölmek, daha sonra bunları genellikle gizli markov modeller (Hidden Markov Model-HMM) kullanarak birleştirmektir [Arica vd., 2001].

Bazı sistemler dilimleme aşamasını yapmadan doğrudan tanıma kısmına geçmeyi tercih etmektedir. Dilimleme içerip içermemesine göre öznitelik çıkarma işlemi de farklılıklar gösterir. Öğrenme aşamasında bütün pikseller işlenmeden kullanılırsa hem uzay büyüklüğünden hem de gürültüden kaynaklanabilecek problemler ortaya çıkabilir. Öznitelik çıkarmada ana amaç verinin daha kısıtlı bir uzayda tanımlanarak bu tür problemlerin engellenmesidir. Çok farklı yöntemler izlenebilir. Fourier, Wavelet gibi dönüşümler uygulamak, histogram ya da izdüşüm bazlı yöntemler, ya da harfleri çizgi, eğri, köşe gibi basit şekiller bütünü olarak tanımlamak bunlardan bazılarıdır [Arica vd., 2001].

Tanıma ya da harflerin sınıflandırılması aşamasında çok farklı yöntemler kullanılabilir. Yapay sinir ağları, istatistiksel veya kural-tabanlı öğrenme, şablon eşleştirme gibi yöntemler bunlardan bazılarıdır. El yazısı tanımadaki en büyük problemlerden biri sözcükleri bulmak için harflerin tanınmasının gerekmesi, oysa özellikle gürültülü bir veri geldiğinde harflerin de ancak içinde bulundukları bağlam bilindiğinde tanınabilmesidir. Bu tür problemleri biraz olsun azaltabilmek için, bazı sistemler bir sözlükten yararlanarak tanınan harflerin anlamlı sözcüklere denk gelmesini sağlamak için tanıma sonrasında bir son-işleme yapmaktadır.

2.4. Çevrimiçi yöntemler

Çevrimiçi tanıma, karakterlerin yazılması anında işleyen tanıma yöntemidir. Bu tanıma yöntemini uygulayan stratejiler, yazım esnasında elde edilen bilgileri kullanmaktadır. Tipik olarak karakterler bir çubukla hassas ekrana yazılır ve bilgisayar sistemi, çubuğun üzerinden geçtiği pikselleri boyar. Bu yöntem ile karakter yazılırken, yazının hızı, yönü ve sırası gibi bilgiler elde edilir.

Günümüzde, özellikle taşınabilir el bilgisayarlarında, bu karakter tanıma yöntemini kullanan bir çok ticari sistem vardır ve genellikle bu makineler başka karakterleri ve hareketleri tanıyabilecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin bir kelime üzerinden çizerek geçildiğinde, “kelimeyi sil” fonksiyonu çalışır. El yazısı karakterlerin taranmış görüntüsü ele alındığında, gerçek zamanlı yazı bilgisi elde edilemediğinden bu teknikler geçersizdir. Çevrimiçi sistemler genellikle elektronik tabletler tarafından kalem hareketlerinin koordinatlarının elde edilmesiyle el yazısı ya da çizimlerin otomatik olarak algılanmasını sağlayan sistemlerdir. Varolan bir belgenin bilgisayar ortamına geçirilmesinde klavye kullanmak daha hızlı olsa da, kalem ve kağıt kullanımı yaratıcılık gerektiren konularda ve belgelerin yeniden düzenlenmesinde daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle el yazısını çevrimiçi olarak tanıyan bu tür sistemler oldukça önemlidir. Tabletlerin en büyük avantajlarından biri de Çince, Japonca gibi Latin alfabesi dışındaki dillerde ve çizimlerde çok büyük kolaylık sağlamasıdır.

Tabletler için değişik teknolojiler arasında iki ana sınıftan bahsedilebilir. Bunlar, elektromanyetik/elektrostatik ve basıncı duyarlı sistemlerdir. Son yıllardaki gelişmeler de girdi ve çıktının aynı yüzey üzerinden olmasına olanak sağlamıştır [Tappert vd., 1990].

Çevrimiçi sistemler de çevrimdışı sistemlere benzer yöntemler izler. Çevrimiçi sistemlerde gürültü genelde tabletin sınırlı özellikleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yumuşatma ve inceltme gibi yöntemlerle gürültüler azaltılmaya çalışılır. Dilimleme problemi sistemin çevrimiçi olması nedeniyle farklılıklar gösterir. Çevrimiçi sistemlerin en büyük avantajı kullanıcının sisteme yardımcı olmasının sağlanabilmesidir. Dilimleme için ilk uygulanan yöntemlerden biri harf bittiğinde bir işaretle kullanıcının bunu belirtmesidir. Bazı sistemlerdeyse kullanıcı harfleri kutucuklara yazmaya zorlanmakta dolayısıyla dilimleme büyük bir problem olmamaktadır. Diğer bazı yöntemlerde çevrimdışı sistemlere benzer şekilde harfler arasındaki boşluklardan yararlanılır, ancak bu sefer bu boşlukların bulunmasında harfleri yazma sırasında harcanan zaman da önem taşır. Kalemle tableten kaldırıldığı ve yeniden konulduğu süre arasındaki fark belli bir eşik değerini aştığında yeni bir harfe bağlandığı varsayılır.

Harflerin doğru tanınmasında iki farklı özellik önem taşır: statik ve dinamik özellikler. Statik özellikler çevrimdışı sistemler tarafından da kullanılan, büyük ve küçük harflerin farklı büyüklüklere sahip olması, 'g', 'y', 'j' gibi harfler referans çizgisinin altına uzanırken 'l', 'k', 'b' gibi harflerin diğer harflerden daha

uzun olması, bazı harflerin noktalı olması gibi özelliklerdir. Bunlar harflerin birbirinden ayrılması için önem taşır. Dinamik özellikler ise çevrimiçi sistemlere özgü olan, bir harf yazılırken kalemin ilk dokunuşunun nerede olduğuna, daha sonra kalemin nasıl bir hareket izlediğine, tek bir harf sırasında elin kaç kez kalkıp indiğine benzer özelliklerdir. Çevrimiçi sistemler, el yazısı tanımak için her iki özelliği de kullanır.

Yazı karakterleri “grafitti” tarzı basit ve sabit harflerle kısıtlandığında tanıma oranı oldukça yükselmektedir. Çevrimiçi sistemlerin en büyük avantajlarından biri de kullanıcı ile sürekli bir etkileşim içinde olduğu için kullanıcının sisteme gün geçtikçe uyum sağlaması ve yazılarını, tanınması daha kolay olacak şekilde yazmaya başlaması, ayrıca hataları anında düzeltebilmesidir [Tappert, 1984].

2.5. Makine baskısı karakterlerin tanınması

Makine baskısı yazılar; kitaplar, gazeteler, dergiler ile yazıcı, daktilo ve plotter ile yazılmış dökümanlar gibi bütün materyalleri içerir. Baskı karakterler kapasite ve karmaşıklığa göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Sabit font karakter tanıma (özel fontların tanınması)
- Çoklu font karakter tanıma (birden fazla fontun tanınması)
- Serbest font karakter tanıma (her tür fontun tanınması)

Yukarıda belirtilen, baskı karakter tanımanın sınıfları hakkında oldukça başarılı çalışmalar yapılmıştır. Dökümanlar yüksek kalitedeki sayfalara modern yazım teknolojileriyle yazıldığında, günümüzdeki sistemler %99’a varan doğruluk oranıyla tanıma işlemini gerçekleştirmektedir. Bununla beraber, kullanılan ticari ürünlerin tanıma oranları, dökümanın yasına, sayfanın kalitesine ve mürekkebin durumuna göre değişir.

2.6. El yazısı karakterlerin tanınması

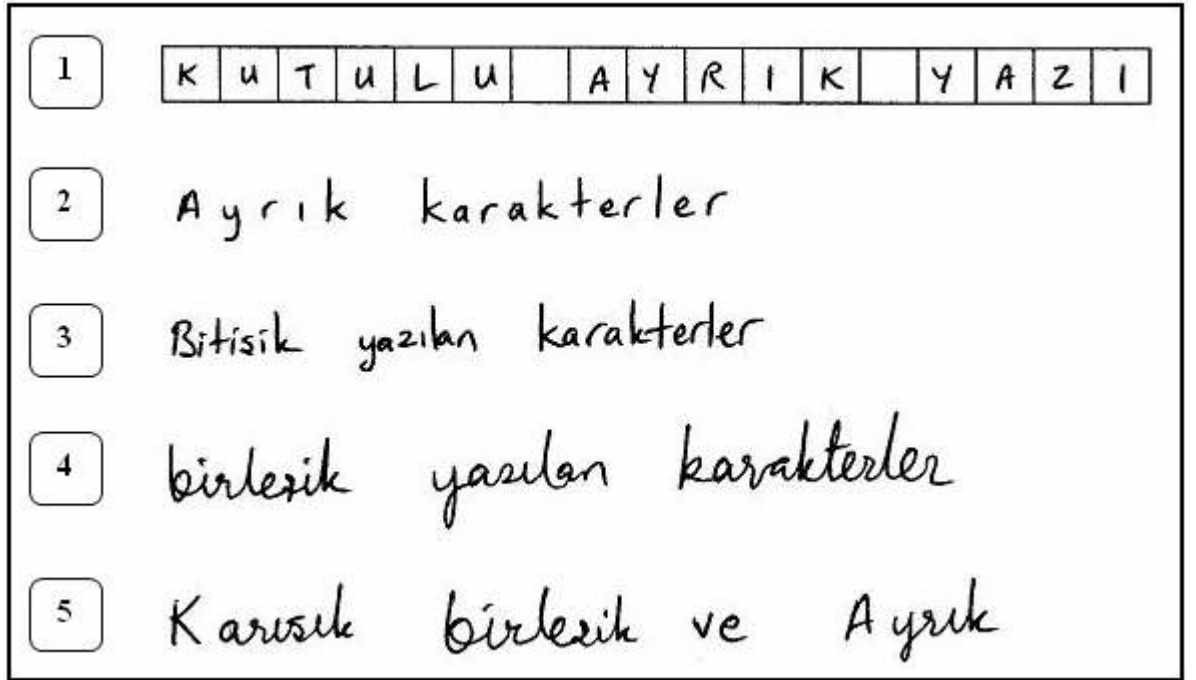
El yazısı karakter tanıma iki kategoriye ayrılır: birleşik ve ayrık karakterler. İkisinin kombinasyonu sıkça görülür. Yazım türüne ve dilimleme zorluğuna göre Tappert [Tappert, 1984] el yazısı kelime tanıma problemi için beş aşama tanımlar.

1. Aşama: Kutulu ayrık karakterler
2. Aşama: Ayrık karakterler
3. Aşama: Bitişik yazılan karakterler
4. Aşama: Birleşik yazılan karakterler
5. Aşama: Bitişik, birleşik ve ayrık karakterlerin karışımı

Makine baskısı dökümanların tanınması için güçlü ve yeterli teknikler kullanılmasına rağmen el yazısı tanıma hala tam olarak çözülmemiş bir problemdir. Aynı zamanda, akıllı karakter tanıma alanındaki en zor tiptir. Çünkü, yazarın stiline ve yazım hızına göre karakterlerin büyüklüğü, şekli, yazım sırası ve

yazı kalınlığı değişiklik göstermektedir.

Şekil 2.3'te her bir aşamadan birer örnek gösterilmektedir. Birinci aşamadaki formatı elde etmek için yazarın, her bir karakteri ilgili kutucuğa yazması gerekir. Kutular kolayca bulunur ve görüntüden ayıklanır veya form üzerindeki kutular özel bir renkte basılır, sonra tarama esnasında bu kutuların alınması engellenir. Bu şekilde kolayca dilimleme işlemi yapılır. İkinci aşamadaki ayırık karakterlerin dilimlenmesi için dikey doğrultudaki histogram bilgisinden faydalanılır. Histogramdaki vadilerin orta noktasından dikey doğrultuda kesim yapılarak karakterler ayıklanır. Bu aşamadaki yazıların dilimlenmesi, temiz basılmış makine baskısı yazılarının dilimlenmesine oldukça benzer. Çüncü aşamadaki yazılarda genellikle karakterler birbirine değır. Bu yüzden dilimlenme noktaları açık değildir. Kalitesiz makine baskısı yazılar da bu zorluk seviyesine dahildir [Govindan ve Shivaprasad, 1990]. İlk üç aşama üzerine yapılan bir çok çalışma mevcuttur. Dördüncü ve beşinci aşamadaki yazıların dilimlenmesi ve tanınması için, önceki durumlara nazaran daha karmaşık yaklaşımlara ihtiyaç duyulur. Her şeyden önce, karakterleri ayıklamak için geliştirilmiş dilimleme teknikleri kullanılmalıdır. Dördüncü aşamadaki yazılar genelde bir seferde yazılan yazılardır. Yani, yazar kalemini kaldırmadan kelimeyi yazmayı bitirir. Bu durum klasik histogram yöntemlerini geçersiz kılar. U-V, I-l, O-o gibi karakterler arasındaki şekil benzerlikleri tanıma işini zorlaştırır ve bağlam bilgisi gerektirir. Arapça gibi bazı dillerde diğır karakterlerden, sadece sahip oldukları noktaların sayısına veya pozisyonuna bağli olarak ayırt edilen karakterler vardır. El yazısı karakter tanıma konusunda yapılan bir çok çalışma konusunda zengin kaynaklar mevcuttur [Cho ve Hinton, 1993].



Şekil 2.3. Değişik tipteki el yazısı örnekleri

2.7. El yazısı karakter tanıma sistemleri

El yazısı karakter sistemleri genellikle akıllı karakter tanıma olarak adlandırılır (ICR). Çevrimdışı akıllı karakter tanıma sistemleri için iki ana yaklaşım tanımlanır:

- 1) Genel yaklaşım
- 2) Dilimleme öncelikli yaklaşım

Birinci yaklaşımda, kelimenin özelliklerinin tanımlanması gerekir. İkinci yaklaşımda önce kelimedeki karakterlerin dilimlenmesi gerekir. Sonra, izole edilen karakterler tek tek tanınır.

Optik karakter tanıma (OKT) değinmeden el yazısı karakter tanımanın tarihi tam anlaşılmayacaktır [Verma ve Blumenstein, 1997]. Optik karakter tanıma problemi bilgisayarların tarihi kadar eski bir konudur. Modern OKT, 1951 yılında GISMO adında okur-yazar bir robot icat eden M. Sheppard ile başlar. 1954’de J. Rainbow tarafından çok düşük hızlarda çalışan daktilo ile yazılmış büyük harfleri okuyan bir prototip makine geliştirilmiştir. 1967’de IBM gibi şirketler OKT sistemleri pazarlamaya başlamışlardır. Bugünlerde OKT sistemleri oldukça ucuz ve yüksek başarı oranında tanıma yapabilmektedir.

Günümüzdeki araştırmalar el yazısı rakam ve karakterler üzerine yoğunlaşmış bulunmaktadır. Maalesef OKT’nin başarısı, insanların el yazılarındaki farklılıklara bağlı olarak, akıllı karakter tanıma sistemlerinde sağlanamamıştır. Suen izole edilmiş rakamlar konusunda umut verici sonuçlara sahip bir çok çalışmanın detayını anlatmıştır [Suen vd., 1993]. Suen, yüksek tanıma oranına ulaşmak için özellik çıkarımının anahtar kelime olduğunu belirtir.

2.8. NEC karakter tanıma sistemi

Bu sistem Nippon Electric Company (NEC) posta işleme bölümünde kullanılmıştır. Donanıma dayalı bir tanıma mantığına sahiptir. Bu yaklaşımın giriş verisi 68 eleman içeren dikey bir tarayıcıdan gelmektedir. Her bir dikey taramada döküman 10 mm. ilerlemektedir. Analog sinyaller dökümanın siyah/beyaz bölgelerine denk düşen ikili sinyallere indirgenir. Bundan sonraki aşamada siyah/beyaz sinyaller birleştirilerek daha az sayıda ikili bitlere dönüştürülür. Dört tane yan yana dizilmiş tarama grubundan elde edilen hücre adlı sinyaller, bu hücre için tek bir ikili bite birleştirilir. Verilen hücrenin siyah/beyaz yapısına göre ikili bitin alacağı değer konusunda karar aşağıdaki 5 temel faktöre dayanır :

- Hücrede kısa dikey bir çizginin bulunması
- Hücrede yatay bir çizginin bulunması
- Hücredeki toplam siyah sinyal sayısı
- Bir önceki yatay komşu hücredeki siyah/beyaz kararı
- Bir önceki dikey komşu hücredeki siyah/beyaz kararı

Bu veri indirgeme kuralları uygulandığında, taranan bölge 17×10 'luk bir hücre dizisine indirgenmiş olur. Her bir hücreye karşı gelen ikili bitler 170 bit bir kaydırmalı kaydediciye girilir. Her bir hücrenin oluşumu ile kaydırmalı kaydedicideki tüm bitler bir pozisyon kaydırılır. Bu durumda her bir karakter, kaydedicideki mümkün olan her pozisyona kaydırılmaktadır. Böylece tüm karakter kayıtları, her bir karakter kaydı için tanıma kriterinin ayrı ayrı gerçekleşmesi ve kaydedicinin her kaydırılmasından sonra test yapılması sayesinde eşlenmektedir. Tanıma kriteri, her bir karakter için kabul edilebilen örüntüleri kaydırmalı kaydedicinin uygun pozisyonlarına bağlanan AND-OR lojik devre ile tanımlanmaktadır. Tüm karakter tanıma kriterleri paralel olarak çalışmaktadır. Lojik devre geliştirilirken karakterleri birbirinden ayırt edecek şartlara dikkat edilmiştir. Bir çok karakterde ortak bir özellik gerektiğinde bu bir bölge şartı olarak diğerlerinden bağımsız olarak gerçekleşir ve her bir karakterin lojik devresinde ayrı bir veri olarak kullanılır.

Böyle bir karakter tanıma modülünün performansı, kullanılan yazı tipi ile sınırlıdır. Bununla beraber çoklu yazı tipli tanımda kullanılamaz. Donanım tasarımı esnek değildir [Kazanıcı, 1999].

2.9. El yazısı karakter tanıma alanında yapılmış çalışmalar

Fukushima, çok katmanlı ve hiyerarsik yapıda tasarlanmış bir ağ yapısı (neocognitron) kullanarak, piksel tabanlı tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sistemde giriş katmanına uygulanan veriler, ağın her tabakasından adım adım işlenerek bağlantıdaki diğer hücrelere aktarılır. Her katmanda karakterin farklı bir özelliği teşhis edilmektedir. Katmanlar ilerledikçe seçiciliğin artması ve karmaşık özelliklerin ayrıştırılması sonucu, son katmanda tanıma sağlanmaktadır [Fukushima, 1998].

Le Cun, rakam karakterlerin normalize edilmiş formlarını kullanarak, piksel tabanlı bir tanıma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulamada dört katmanlı geri yayılım ağı tasarlanmıştır [Le Cun, 1989].

Kimura, rakam karakterlerin tanınması için iki özellik setini birleştirerek kullanmaktadır. Bunlardan ilki, karakter sınır eğrisinden üretilen yerel doğrultu bileşenleridir. Diğeri ise karakter dış sınır eğrisinin sağ ve sol profillerinden elde edilen yapısal özelliklerdir. Sınıflandırma aşamasında ise tanıma başarısının yükseltilmesi amacıyla çoğul yöntem kullanımı tercih edilmektedir. Sınıflandırma işleminde, istatistik yöntemler ve karar ağacı kullanılarak bunların ayrı ayrı verimlilik oranları incelenmektedir. Yüksek tanıma oranı (%98) elde edilmekle birlikte, işlem yükü fazlalığı görülmektedir [Kimura, 1991].

Duran, hücresel sinir ağlarına dayalı el yazısı karakterleri tanıma sistemi uygulamıştır. Uygulanan sistem temel olarak özellik çıkartma ve karar verme kısımlarından oluşmaktadır. Özellik çıkartmada hücresel sinir ağları, karar vermede ise geri yayılım ve hücresel sinir ağları kullanılmıştır. Sistemin performansı farklı kişilerden alınan el yazısı karakterler ile test edilmiştir.

Sistemin ortalama doğru tanıma oranı geri yayılım ağları için %80,

hücrel sinir ağı için %70'tir [Duran, 1995].

Lee, piksel tabanlı tanıma yöntemi benimsemektedir. Bununla birlikte, maskeleme yöntemleri ile karakterin alt bölgeler içerisindeki bölümleri için ayrı ayrı yerel doğrultu bilgileri çıkartılmaktadır. Ayrıca alt bölgelerin içerdiği doğrultuların niteliğine göre, karakter bütünü temsil eden matris bilgisi üretilmektedir. Sınıflandırma aşamasında ise, elde edilen yerel ve küresel verilerin grup yapısına göre, her bir grubu karşılayan ve ayrı kümeler şeklinde bağlantı içeren çok katmanlı bir yapay sinir ağı tasarlanmaktadır [Lee, 1995].

Sarıcaoğlu, el yazısı karakterlerin dilimlenmesi için yeni bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritmada çok katlı bir sinir ağı hata geri yayma yöntemiyle eğitilmiştir ve el yazısı karakterleri değişik biçimlerde analog veya ikili olarak tanıtılıp, ağırlıklandırma denilen yöntem ile beraber kullanılan, pencereleme yöntemiyle de karakterlerin dilimlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir [Sarıcaoğlu, 1996].

Li, çevrimiçi karakter tanıma yöntemi geliştirmiştir. Yöntemde, karakteri oluşturan çizgiler üzerinde baskın noktalar belirlenmektedir. Bu noktalar köşe noktaları ve düz çizgilerin orta noktaları olarak tanımlanmaktadır. Sınırlandırma işlemi benzerlik ölçümleri ile gerçekleştirilmektedir [Li, 1997].

Kılıç, yapay sinir ağlarının önemli bir uygulaması olan karakter algılama işlemini ele almıştır. Buna örnek olması açısından 0 ile 9 arasındaki karakterler ağı sunulmuştur ve eğitim işlemi bu karakterler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, ağı bu karakterleri belirsiz ortamlarda da tanıması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli bir yapay sinir ağı mimarisi ve geri yayılım öğrenme metodu kullanılmaktadır [Kılıç, 1998].

Cheng, rakam karakterler üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, karakter sınır eğrilerini temel alan bir yaklaşım sergilemektedir. Sınır eğrileri kullanılarak çevre uzunluğu, alan oranları, piksel uzaklık parametreleri gibi yapısal özelliklerin yanında, sınır eğrilerinin Fourier açılımından üretilen bilgiler tanıma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Sınıflandırıcı olarak karar ağacı kullanılmaktadır [Cheng, 1998].

Arıca, el yazısı tanıma problemi için yeni bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritma bir dizi ayrıştırma ve tanıma yöntemini kullanırken yazı stili ve çeşitliliği üzerinde hiçbir varsayım gerektirmez. Önce bir ayrıştırma yöntemi yazıyı karakterlerine böler. İlk aşamada bu karakterlerin çoğu doğru bulunmakla birlikte daha sonraki aşamalarda düzeltilmesi gereken bazı hatalar da mevcuttur. Bu ayrıştırma yöntemi gri seviyeli ve ikili görüntü üzerindeki bilgileri bir arada kullanır. İkinci aşamada her bir ayrıştırma aralığındaki müstakbel karakter üzerinde bir set öznelik çıkarılır. Önerilen öznelik uzayı iki boyutlu görüntüyü tek boyutlu sembollere dönüştürür. Bu yapı Saklı Markov Modeli ile geliştirilen tanıma problemi için çok uygundur. Elde edilen öznelikler yüksek dereceli bir Saklı Markov Modeli aracılığı ile önce öğrenilir sonra da tanınır. Son olarak ise ayrıştırma ve tanıma aşamalarındaki hatalar, tanıma bazlı bir ayrıştırma yöntemi

ile düzeltilir [Arıca, 1998].

Çelik, el yazısı rakam tanımaya ilişkin bir uygulama geliştirmiştir. Uygulama ayrı yazılmış rakam örnekleri üzerinde gerçekleştirilir. El yazısı rakamların tanınması amacıyla üretilen öznitelik seti iki alt bölümden oluşmaktadır. Bunlar, rakam şeklinin sınır eğrisi ve iskelet yapısından çıkartılmaktadır. Bu şekilde elde edilen yeni öznitelikler rakamları yansıtmada dayanıklı bir yapı gösterir. El yazısı rakamların sınıflandırılması için yapay sinir ağı kullanılmaktadır [Çelik, 1999].

Kazanıcı, önce algoritmik olan ağırlık merkezine dayalı tanıma, daha sonra da sezgisellik içeren tekleştirme modeline dayalı tanıma yöntemleri geliştirmiştir.

Bu iki yöntemin de hata toleransının düşük olması nedeniyle, sezgisellik bulanıklık temelinde, bulanık sınıflamalı tekleştirme modeli adı verilen, üçüncü bir modelleme yapıldı. Kurallı bilgi tabanı ve karşılaştırma kriterleri belirlenerek elde edilen deneysel sonuçlara dayanarak modelin gerçek tanıma (insan tanınması) modeline daha yakın olduğu gösterilmiştir. Bu modelin bilgi tabanı ile aynı yazı tipinde, fakat farklı büyüklükteki karakterlerdeki başarısı %98 düzeyindedir. Aynı zamanda, belirlenen kriterlere göre en yüksek değeri veren ilk iki karakterlerden biri %100 doğru karakterdir. Bulanık sınıflamalı tekleştirme modeli, bilgi tabanını oluşturan karakterler ile farklı yazı tipindeki karakterlerde de %70 civarında başarı göstermektedir [Kazanıcı, 1999].

Yılmaz, karakter tanıma uygulamaları için yeni bir tanıma algoritması ve veritabanı yapısı geliştirilmiştir. DECRA adı verilen tanıma algoritması, iskelet halindeki karakteri, “dizi” adı verilen piksel grupları ve bu diziler arasındaki bağlantı tanımları ile ifade eder. DECRA algoritması, karmaşık, matematiksel ifadeler kullanmadan basit şekilde istedik karakter bilgileri üretir. Veritabanının yapısı ise burada ortaya çıkan karakter bilgilerine göre oluşturulur. Veritabanındaki karakterler “segment” denilen parçalar ve segmentlere ait özelliklerle tanımlanır. DECRA algoritmasının çıkışından alınan karakter bilgileri segmente edilir. Bu bilgiler database’de tanımlı karakter bilgileri ile karşılaştırılır ve tanıma işlemi gerçekleşir [Yılmaz, 1999].

3. OCR HAKKINDA SIK SORULAN SORULAR

3.1. Optik Karakter Tanıma (OCR) Nedir?

Optik Karakter Tanıma (OCR), elektronik görüntüler üzerindeki karakterlerin ya da metin bilgilerinin okunarak ASCII koda dönüştürülmesi işlemidir. OCR metodolojileri kullanılarak makineler tarafından yazılmış karakterler, elyazısı karakterler ve işaretler kolaylıkla okunup ASCII koda dönüştürülebilirler. OCR, makineler tarafından yazılmış karakterlerin okunup tanınmasında kullanılan teknolojidir. ICR (Intelligent Character Recognition) ise elyazısı karakterlerin okunup tanınmasında kullanılan teknolojidir.[1]

3.2. Optik Karakter Tanıma (OCR) Neleri Kapsar?

OCR iki sınıfa ayrılır: Otomatik Karakter Tanıma (ADC-Automatic Character Recognition) ve metin tanıma (TR-Text Recognition). ADC ile her karakter doğru olarak tanınır ve karşılığında bir ASCII kod atanır. Örneğin; OCR ile bir çek üzerindeki resmi olmayan miktar alanı tanınır, MICR teknolojisi ile kodlanarak bir bankacılık sisteminde işlenebilir. Para alanı ise genelde elyazısı ile doldurulur ve bu karakterler sınırlı bir doğrulukla tanınabilirler. Bir ADC uygulamasında, başarılı bir tanımanın göstergesi %99.98 tanıma doğruluk derecesine ulaşılmasıdır. ADC sürecinin başlangıcında bu değer genellikle daha düşüktür ve ardından yapılan görüntü işleme algoritmalarıyla yükseltilir.[1]

Bazı durumlarda, full text search işlemi gerçekleştirmek için, verilen bir sayfa üzerindeki metnin TR OCR ile tanınması gereklidir. Burada OCR makine yazısı olan alfanümerik karakterlerin tanınmasında kullanılır. TR ile ise sözlükler de kullanılarak cümlelerin içerikleri de karakter tanımaya etkiye bulunur. [1]

3.3. Optik Karakter Tanıma (OCR) Nasıl Çalışır?

Karakterlerin tanınmasında birkaç OCR metodolojisi kullanılır. Bunlar arasında topolojik tabanlı olan, yapay sinir ağlarına dayanan, matris eşleme ile gerçekleşen, öznitelik analizi ile çalışan ve eğrileri izleyerek karakter tanıma işlemini gerçekleştiren metodolojiler yer almaktadır. Karakterlerin daha büyük doğrulukla tanınması için, okunan verilere ön işleme ve son işleme algoritmaları uygulanmaktadır. Bu algoritmalar, formların belirlenmesinde, formlar üzerindeki belirli alanların silinmesinde, form ve karakterlerin düzeltilmesinde (deskew) ve görüntünün iyileştirilmesinde kullanılırlar. Karakterlerin büyük doğrulukla okunmasında, sisteme sunulan elektronik görüntünün mümkün olduğunca keskin (sharp), temiz ve düzgün olması oldukça büyük önem taşımaktadır. Buna rağmen, günlük yaşamda kullanılan dokümanlar ve formlar genellikle kirli, yıpranmış ve katlanmışlardır. Tanıma işleminden önce uygulanacak ön işleme algoritmaları ile formun elektronik görüntüsü temizlenir ve karakterler mümkün olduğunca iyileştirilir.[1]

Karakterlerin tanınması sırasında, kullanıcı tarafından kabul edilmeyen ya

da doğruluk kriterini yakalayamayan karakterler reddedilmelidir (tanınmıyor olarak değerlendirilmelidir). Örneğin doğruluk kriteri olarak % 99.98 kabul edilirse, doğru olmadığı kabul edilen birçok karakter reddedilecektir. Eğer doğruluk kriteri daha aşağı sınırlara çekilirse, tanınan karakter sayısı artacaktır. Buna rağmen % 99 oranındaki doğruluk kriterleri sıklıkla kullanılmaktadır. [1]

İçinde OCR tarafından okunamayan karakterler de bulunan reddedilen karakterler doğrulukla belirlenebilmelidir. Bu işlem genelde karakterin ekrana getirilerek el ile girişi yapılması süreci ile gerçekleştirilir. [1]

3.4. Optik Karakter Tanıma (OCR) Sistemlerini Kimler Kullanır?

Günümüzde, doküman işleme işlemleri ile ilgilenen kişiler, operasyon maliyetlerini düşürmek ve verimlilik oranlarını arttırmak isteyen her kullanıcı OCR ya da ICR teknolojilerini göz önüne alırlar.[1]

OCR teknolojisi sıklıkla şu alanlarda kullanılır :

- Masaüstü Yayıncılık
- Mahkemelerle İlgili Alanlar
- Vergilendirme ve Tahsilat
- Personel Kayıt Yönetimi
- Nüfus Sayımı Formlarının İşlenmesi
- Çek İşleme
- Ödeme İşleme
- Emekli Fonu İşleme
- Sipariş İşleme
- Tıbbi İstekler

Günümüz ekonomisinde, elektronik doküman yönetimi sistemlerinin, hem iş dünyasında hem de devletin yönetim mekanizmalarında, görüntüleme ve OCR teknolojilerini birlikte kullandıklarını görebiliriz. İçinde yaşadığımız çalkantılı, dinamik ve maliyetlerin önem taşıdığı günümüz çalışma ortamlarında, OCR ile tanıma işlemleri görüntüleme teknolojisi ile birleştirilerek 21. yüzyıla geçişte kullanılan önemli bir başamaktır. [1]

4. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin çalışma ilkelerinden ilham alınarak geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar denilen tek yönlü iletişim kanalları vasıtası ile birbirleriyle haberleşen, her biri kendi hafızasına sahip birçok işlem elemanından oluşan paralel ve dağıtık bilgi işleme yapılarıdır.

YSA'ları gerçek dünyaya ait ilişkileri tanıyabilir. Sınıflandırma, kestirim (tahmin) ve fonksiyon uydurma gibi görevleri yerine getirebilirler. Bunların genel ilişkilerle, ayrık örnekler arasındaki boşluğu birbirlerine bir köprü gibi bağladığını söylemek yanlış olmaz. YSA'larının, ani değişen değerlerde örnekler alarak, doğrudan doğruya örneklerin birbirleri arasındaki benzer ilişkileri öğrenme yetenekleri vardır. YSA'ları bir konuda veya olaydaki verilerden hareketle önceki bilgileri bilme bile sonuç çıkarma yetenekleri de vardır. Çünkü YSA'ları klasik programlama ile çalışmazlar. Bir YSA'nın geliştirilmesi, bildiğimiz yazılım geliştirmeye benzemez. Zaten aralarındaki en büyük fark, ağların bir işi yapmaları için eğitime gereksinim duymalarıdır. Bilindiği gibi klasik programlama böyle değildir.

5. ICR YÖNTEMİ İLE KARAKTER TANIMA UYGULAMASI

Uygulamanın anlaşılabilirliğini arttırmak amacı ile kaynak kodların bir kısmı paylaşılmıştır. Uygulama masaüstündeki bir resmi yazıya çevirip text dosyasına kaydedebilmektedir. Uygulama Matlab ortamında YSA kodları kullanılarak OCR 'ın gelişmiş versiyonu ve bir yapay zeka uygulaması olan ICR Teknolojisi ile geliştirilmiştir.

Tanıma sistemi büyük harf ve rakam olmak üzere iki tipteki karakteri ayrı ayrı tanıyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışma esnasında 26 adet büyük harf ve 10 adet rakam olmak üzere toplam 36 karakter örneği kullanılmıştır. Matlab ortamında İngiliz alfabesi karakterlerini tanıma işlemini gerçekleştiren bir uygulama geliştirilmiştir. Bu sistem ile yüksek başarı oranı elde edilmiştir.

6. KAYNAK KODLAR



Contents

- [RESİM BÖLÜTLEME VE PARÇALAMA İŞLEMLERİ](#)
- [TEMPLATESLERİ PROGRAM İÇERİSİNDE GLOBAL YAPMA.](#)
- [RESMİ BİNARY YAPMAK İÇİN ÖNCE RESMİ GRAY KODA DÖNÜŞTÜRÜYORUZ.](#)
- [RESİMLERİ DOUBLE YAPMA İŞLEMİ](#)
- [TÜM RESMİ BAZ ALARAK\(ORTALAMA\) MATLAB OTOMATİK OLARAK THRESHOLD DEĞERİ ATIYOR.](#)
- [RESİMLERİ BİNARY YAPMA İŞLEMİ](#)
- [RESİMLERİ DOUBLE YAPMA İŞLEMİ](#)
- [DÜZENLENMİŞ INPUT RESMİNİ GÖSTERME İŞLEMİ.](#)
- [OUTPUT DOSYASINA YAZACAĞIMIZ KARAKTERLERİ WORD STRINGİNDE DEPOLAYACAĞIZ.](#)
- [KOLAY YAZMAK İÇİN KISALTIYORUZ.](#)
- [YAZIYI KAYDETMEK İÇİN DOSYA OLUŞTURUYORUZ](#)
- [36 TANE KARAKTERİMİZ VAR\(HARFLER VE RAKAMLAR OLMAK ÜZERE\)](#)
- [KARAKTERLERİ PARÇALIYORUZ](#)
- [LİNES FONKSİYONU](#)
- [BAĞLI KARAKTERLER](#)
- [RC MATRİXİ](#)
- [KARAKTERİ YERİNİ BELİRLEME](#)
- [KARAKTER TANIMLAMA YAPILIYOR](#)
- [RESİMDEKİ SATIRIN DOSYAYA KAYDEDİLMESİ](#)
- [TEXT DOSYASINI KAPATIYORUZ.](#)
- [RESMİN YAZI HALİ](#)

function ICR2FILE

RESİM BÖLÜTLEME VE PARÇALAMA İŞLEMLERİ

global original_imagen;

TEMPLATESLERİ PROGRAM İÇERİSİNDE GLOBAL YAPMA.

global P;

original_imagen=imread('C:\Users\TOSHIBA\Desktop\B_yeni.bmp');% INPUT RESMİ.

RESMİ BİNARY YAPMAK İÇİN ÖNCE RESMİ GRAY KODA DÖNÜŞTÜRÜYORUZ.

```
if size(original_imagen,3)==3
    original_imagen=rgb2gray(original_imagen);
end
```

RESİMLERİ DOUBLE YAPMA İŞLEMİ

```
original_imagen=double(original_imagen);
```

TÜM RESMİ BAZ ALARAK(ORTALAMA) MATLAB OTOMATİK OLARAK THRESHOLD DEĞERİ ATIYOR.

```
threshold = graythresh(original_imagen);
```

RESİMLERİ BİNARY YAPMA İŞLEMİ

```
original_imagen =im2bw(original_imagen,threshold);
```

RESİMLERİ DOUBLE YAPMA İŞLEMİ

```
original_imagen=double(original_imagen);
```

DÜZENLENMİŞ INPUT RESMİNİ GÖSTERME İŞLEMİ.

```
figure(1);
imshow(original_imagen);
title('INPUT RESMİ')
pause(1)
```



OUTPUT DOSYASINA YAZACAĞIMIZ KARAKTERLERİ WORD STRINGİNDE DEPOLAYACAĞIZ.

```
word=[ ];
```

KOLAY YAZMAK İÇİN KISALTIYORUZ.

```
re=original_imagen;
```

YAZIYI KAYDETMEK İÇİN DOSYA OLUŞTURUYORUZ

```
fid = fopen('OUTPUT.txt', 'wt');
```

36 TANE KARAKTERİMİZ VAR(HARFLER VE RAKAMLAR OLMAK ÜZERE)

```
num_letras=size(P,2);
```

KARAKTERLERİ PARÇALIYORUZ

```
while 1
```

LİNES FONKSİYONU

```
[fl, re]=lines(re);  
imgn=fl;
```

BAĞLI KARAKTERLER

[L, Ne] = bwlabel(imgn); % BURADA RESMİN İÇİNDEKİ COMPONENTLERİ(FARKLI KARAKTERLERİ) TANIMLIYORUZ. "NE" KAÇ TANE KARAKTER OLDUĞUNU GÖSTERİYOR.

```
for n=1:Ne
```

RC MATRİXİ

[r,c] = find(L==n); % MESELA n=2 İÇİN BULDUĞU COMPONENT(KARAKTER) RC MATRİXİNİ OLUŞTURUYOR. RC MATRİXİ ONUN YARİNİ BELİRLİYOR(LOCATION).

KARAKTERİ YERİNİ BELİRLEME

n1=imgn(min(r):max(r),min(c):max(c)); % N1 COMPONENTİ(KARAKTER) İÇİN SOL ÜSTEN SAĞ ALTA KADAR SINIRLIYORUZ ONU, O COMPONENTİ OLUŞTURAN YERLERİ BELİRTİYOR.

KARAKTER TANIMLAMA YAPILIYOR

```
letter=karakteri_oku(n1,num_letras,Ne);  
word=[word, letter]; % WORD MATRİXİ İÇERİSİNE BULUNAN  
KARAKTER YAZILIYOR. HER SEFERİNDE BULUNAN KARAKTER  
SİLİNMEMESİ İÇİN BU FORMATTA TANIMLIYORUZ.
```

```
end
```

RESİMDEKİ SATIRIN DOSYAYA KAYDEDİLMESİ

fprintf(fid,'%s\n',word); % İLK SATIRDAKİ TÜM KARAKTERLER TANIMLANIP WORD MATRİXİNE YAZILDIKTAN SONRA, İLK SATIRI TEXT DOSYASININ İLK SATIRINA YAZIYORUZ.

```
word=[ ]; % İKİNCİ SATIR İÇİN , MATRİSİ BOŞALTIYORUZ.
```

```
if isempty(re) % EĞER RE BOŞSA LOOPTAN ÇIKIYORUZ.
```

```
break
```

```
end
```

end

TEXT DOSYASINI KAPATIYORUZ.

fclose(fid);

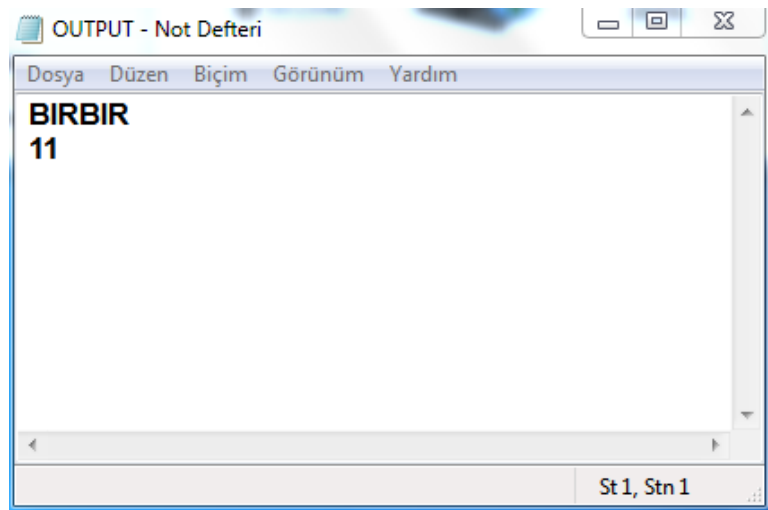
RESMİN YAZI HALİ

winopen('OUTPUT.txt')

%clear all

end

[Published with MATLAB® R2015a](#)



7. SONUC

ICR teknolojisiyle çalışmalarınızda büyük rahatlık ve hız kazanabilirsiniz. Dökümanları tekrar yazmak yerine uygulama sayesinde yazıya çevirerek zamandan tasarruf edebilirsiniz. Özellikle yapay zeka ve makine algılama teknolojileri üzerinde yapılan araştırmalar için tasarlanan bu yazılım da geliştirme süreci halen devam etmektedir. Fakat yazılımda Latin Harflerinin tanınması üzerine yapılan çalışmalar tamamlanmıştır. Yalnızca el yazısı vb karmaşık işlemler üzerindeki araştırmalar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Anıl K. Jain. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall. 1989.
2. Ansari N. and Huang K. Non-Parametric Dominant Point Detection. Pattern Recognition. 1991; 24 (9).
3. Arica N. Serbest stil el yazısı için çevrim dışı karakter tanıma sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 1998.
4. Arica N., Yarman- Vural, F.T. An overview of character recognition focused on offline handwriting. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. May 2001; Part C, 31(2): 216 – 233,
5. Burges C.J.C. Recognition of handwritten cursive postal words using neural Networks. Proc. USPS 5th Adv. Technology Conf. 1992: 117.
6. Carrasco R.C., Forcada M.L. A note on the Nagendraprasad-Wang-Gupta thinning algorithm. Pattern Recognition Letters. May 1995; 16(5).
7. Casey R.G. and Lecolinet E. Strategies in Character Segmentation: A Survey. 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). 1995;1028-1033.
8. Cheng D. Recognition of Handwritten Digits Based on Contour Information. Pergamon Pattern Recognition. 1998; 29 (7).
9. Cho B. and Hinton T. Special Issue on Hand-written Recognition. Pattern Recognition. 1993; 26(3).
10. Celik H.H. Yapay sinir ağı kullanarak el yazısı rakam tanıma. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi. 1999.
11. Datta A. and Parui S.K. A Robust Parallel Thinning Algorithm for Binary Images. Pattern Recognition. 1994; 27 (9): 1181-1192,.
12. Duran S. Hücresel sinir ağları kullanılarak el yazısı karakterlerin tanınması. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 1995
13. Duygulu P. El Yazısı Tanıma. Bilisim Ansiklopedisi. 2004. 102
14. Erdem O.A., Uzun E. Yapay sinir ağları ile Türkçe times new roman, arial ve el yazısı karakterleri tanıma. Gazi Univ. Muh. Mim. Fak. Der. 2005; 20 (1):13-19.
15. Fukushima K. Neocognitron – a hierarchical neural network capable of visual-pattern recognition. Neural Networks. 1998; 1:199-130
16. Fukushima K. ve Imagawa T. Recognition and Segmentation of connected Characters with selective attention. Neural Networks. 1993; 6: 33-41.
17. Gilloux M. Hidden Markov Models in Handwriting Recognition. Fundamentals in Handwriting Recognition, S. Impedovo (Ed) NATO ASI Series F. Springer Verlag. 1994; 124.
18. Govindan V.K and Shivaprasad A.P.. Character recognition- A review. Pattern recognition. 1990; 22(7): 671-683,
19. Han N.H., La C.W., and Rhee P.K. An Efficient Fully Parallel Thinning

Algorithm.

Proc. IEEE Int. Conf. Document Analysis and Recognition. 1997; 1: 137-141.

20. Haralick R.M., Shapiro L.G. Computer and Robot Vision. Addison-Wesley Publishing Co.Inc. 1992.

21. Hendrawan, Leedham C. G. Verification of Constrained Postcode Recognition using

Global Features Extracted from the Handwritten Address - Address Segmentation and Feature Extraction. University of Essex, Colchester. 1991; commercial report.

22. Huang L., Wan G., Liu C. An Improved Parallel Thinning Algorithm.

Proceedings

of the Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition. ICDAR, 2003.

23. Jang B.K. and Chin R.T. One-Pass Parallel Thinning Analysis, Properties, and Quantitative Evaluation. IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell. 1992; 14 (11): 869-

885.

24. Kazancı S. Sezgisel bulanıklık temelinde karakter tanıma. Yüksek Lisans Tezi.

Karadeniz Teknik Üniversitesi. 1999.

25. Khalid M. Automated forms-processing software and services. IBM Journal of Research and development Development. 1996; 40: 2.

26. Kharna N., Ward B. Character Recognition Systems for the non-expert. IEEE Canadian Review. 1999.

27. Kılıc H.B. Yapay sinir ağları ile karakter algılama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. 1998.

103

28. Kimura F. Handwritten Numerical Recognition Based on Multiple Algorithms. Pattern Recognition. 1991; 29 (7).

29. Le Cun Y. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. Neural

Computation, 1989; 1 (4).

30. Lee S.W. Multilayer Cluster Neural Network for Totally Unconstrained Handwritten Numeral Recognition. Neural Networks. 1995; 8 : 5.

31. Li X. Online Handwritten Alphanumeric Character Recognition Using Dominant

Points in Strokes. Pergamon, Pattern Recognition. 1997; 30 (1).

32. Mulgaonkar P. G., Chen C., DeCurtins J. L. Word Recognition in a Segmentation-

Free Approach to OCR. 1994; 2103 : 135-41.

33. Nabiye V. V. Yapay Zeka. Seckin Yayınevi, Ankara. 2003.

34. Pratt W.K. Digital Image Processing. Prentice Hall. 1991.

35. Sahoo P.K., Soltani S., Wong A., Chen Y.C. A Survey of Thresholding Techniques

Comp. Vision. Graphics and Image Processing. 1988; 41.

36. Sarıcaoğlu M. Yapay sinir ağlarıyla el yazısının dilimlenmesi ve karakterlerin tanımlanması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi. 1996.

37. Sinha R.M.K. Hybrid contextual text recognition with string matching. IEEE Trans.

- Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI). 1993; 15 (9): 915-925.
38. Slavik P, Govindaraju V. Equivalence of Different Methods for Slant and Skew Corrections in Word Recognition Applications. Senior Member, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2001; 23 (3).
39. Steinherz T., Rivlin E., Intrator E. Off-line cursive script word recognition: A survey. International Journal of Document Analysis and Recognition. 1999; (2) : 90-110.
40. Suen, C.Y. et al. Building a new Generation of Handwriting Recognition System. Pattern Recognition Letters. 1993; 14: 303-315.
41. Tappert C.C.; Suen, C.Y., Wakahara, T. The state of the art in online handwriting recognition Pattern Analysis and Machine Intelligence. IEEE Transactions. Aug. 1990; 12 (8) : 787 – 808.
42. Tappert C.C. Adaptive on-line handwriting recognition in Proc. 7 th Int. Conf. Pattern Recognition, Montreal, Canada. 1984: 1004-1007.
43. Umbaugh, Scott E., PhD. Computer Vision and Image Processing. A practical approach using CVIP tools. 1998; Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, NJ.
44. Verma B. And Blumenstein M. And Kulkarni S. Recent Achievements in Off-Line Handwriting Recognition Systems. School of information Technology Griffith University – Gold Coast Campus. 1997; PMB 50.
45. Vural Y., Atıcı F.T. Osmanlıca için geliştirilen ayırıştırma ve oznitelik çıkarımı algoritması. ODTU, Ankara. 1994.
46. Yılmaz D. Dizi ifadelerine dayanan yeni bir optiksel karakter tanıma algoritması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. 1999.
47. <http://dspace.trakya.edu.tr/jspui/bitstream/1/629/1/MURAT%20ŞEKERCİ.pdf>
48. <http://www.kets.com/tr/ss/ocrfaq.htm>