

El Yazısı Tanıma

1. Giriş

El yazısı tanıma, el ile yazılan harf, rakam ve sembollerin bilgisayar sistemleri tarafından tanınmasıdır. İnsanlar için oldukça kolay olmasına rağmen, bir zemin üzerindeki çizgi ve eğrilerin otomatik olarak harf ve rakamlar, daha ileri aşamada da anlamlı sözcükler olarak algılanması oldukça zor bir problemdir.

Günümüzde, gelişen bilgisayar teknolojisiyle birlikte belgeler bilgisayar ortamında yaratılıp doldurulmaya başlanmıştır. Bu sayede birçok işlem çok daha hızlı yapılır hale gelmiş, istenen bilgiye çok daha rahat ulaşılması sağlanmıştır. Oysa, yıllardır birçok belge kağıt üzerinde basılıp doldurulmakta ve saklanmaktaydı. Ayrıca, hala çoğu belge sadece kağıt üzerinde yer almaktadır. Dolayısıyla bu belgelerin sayısallaştırılması ve bilgilerin bilgisayar ortamına geçirilmesi çok önemlidir. Basılı belgelerin bilgisayar ortamına geçirilmesinde izlenen yöntem çoğu zaman bir kişinin bu işle görevlendirilmesi, ve tek tek bu bilgilerin bilgisayara girilmesi şeklindedir. Tahmin edilebileceği gibi bu işlem çok fazla zaman almakta ve hataya çok açık olmaktadır. Bu nedenle belgelerin otomatik olarak bilgisayar ortamına geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Böyle bir sistem belge yapısının çıkarılması, yazı tanıma ve dilbilim kullanarak sonuçların doğrulanması gibi kısımlar içermektedir. Bunlar arasında en önemli görev yazı tanımaya düşmektedir.

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

Oysa, şu 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 sitili, 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 yaratabilmektedir. Çoğu zaman harfler ancak cümle içerisindeki anlama göre birsey 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 çekiciliğini artırmaktadır.

El yazısı tanıma yöntemleri çalışır hale geldiğinde, bu ayrıca bizleri klavye kullanmaktan kurtaracak ve çok daha doğal bir şekilde yazmamızı ve çizmemizi sağlayacaktır. Bu tür sistemlere örnek olarak, elektronik ajanda (PDA) ve diğer tablet bilgisayarlar gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır.

El yazısı çok farklı şekillerde olabilir. El baskısı olarak adlandırabileceğimiz oldukça düzgün ve birbirinden ayrı yazılmış harfler kullanılabildiği gibi, bütün harfler birbirine bağlı olabilir, ya da bu ikisinin karışımı kullanılabilir. Ayrı yazılmış harflerin tanınması çok daha kolayken, birleşik yazılmış harflerin tanınması harflerin birbirinden ayrılmasını gerektirdiği için çözümleri daha zor bir problemdir.

2. Yöntemler

El yazısı tanıma yöntemleri iki grupta toplanabilir: Etkileşimli (çevrimiçi) ve etkileşimsiz (çevrimdışı) yöntemler[2].

Etkileşimli sistemler, el yazısını yazı yazıldığı sırada tanıyan, özel olarak tasarlanmış sistemlerdir. Genelde elektromanyetik ya da elektrostatik tabletler kullanılır. Kalem dokunuşları ve hareketlerin devamlılığı göz önünde tutulur. Elektronik ajandalar (PDA) gibi günümüzde çok yaygınlaşan bir yöntemdir.

Etkileşimsiz sistemler ise genelde kağıt üzerine daha önceden yazılmış bilgilerin sayısallaştırılarak, sonradan tanınmaya çalışılması işlemidir

Etkileşimli sistemlerin yazı hızına yetişebilmesi için çok hızlı olması gerekirken etkileşimsiz sistemlerde yazının tanınması için bir süre kısıtlaması gerekmemektedir.

Etkileşimli sistemlerin avantajı harflerin şekil özelliklerinin yanında yazılma sırasındaki hareketlerin de gözlenebilmesidir. Ayrıca kullanıcıyla etkileşimin en büyük faydalarından biri gerektiğinde yanlışların anında düzeltilebilmesidir.

Etkileşimsiz sistemlerse, yazının yazılması sırasındaki hareketler hakkında hiçbir bilgi olmadığı ve özellikle eski belgeler yeterince temiz ve okunaklı olmayacağı için yanılması daha kolay sistemlerdir. Sayısallaştırıcılardan kaynaklanan gürültülerin etkisini azaltmak için çok daha detaylı bir önleme gereklidir. Ancak bu sistemlerin avantajı özel bir alete gerek duyulmaması ve bu sayede yıllardır varolan bütün belgelere uygulanabilmesidir.

3. Etkileşimsiz (Çevrimdışı) yöntemler

Kağıt üzerindeki yazıların tanınabilmesi için etkileşimsiz yöntemler kullanılır. Öncelikle belgenin sayısallaştırılması gerekir. Belge analizi ilk önemli aşamadır. Belgenin önce paragraf ve cümlelere, daha sonra sözcüklere bölünmesi gerekir. Eğer sözkonusu belge doldurulmuş bir form ise yine öncelikle formun analiz edilerek tanınması istenen sözcüklerin çıkarılması gerekmektedir.

Etkileşimsiz yöntemler oldukça geniş bir yelpazede yer alsın da genelde benzer bir işlem sırasını izler. Bunlar şu şekilde sıralanabilir [1,3]:

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

Önişleme aşaması gürültü azaltılması, düzgeleme, referans çizgisinin bulunması gibi işlemlerden oluşur. Sayısallaştırma sırasında yazıyı oluşturan eğriler arasında boşluklar oluşabilir, ya da yeni nokta ya da çizgiler ortaya çıkabilir. Bu tür problemler filtreleme, gürültü modelleme ya da morfolojik operatörler kullanılarak çözülebilir. Düzgeleme, yazı karakterlerinden kaynaklanan farklılıkların ortadan kaldırılarak standard 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 düzgeleme 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 bazı karakterlerin ayırılması için önemlidir. Örneğin 'g' ve '9' birbirine karışabilecekken, referans çizgisine göre konumları dikkate alındığında bu karışıklık ortadan kalkacaktır [3].

Bölütleme aşamasında, sözcüklerin harflere ya da rakamlara karşılık gelecek parçalara bölünmesi amaçlanır. Bazı sistemler bölütlemeyi harfler arasındaki boşluklara göre yapmaktadır. Ancak bu parçalanmış harflere neden olabilmektedir. Bu nedenle tanıma ve bölütleme kısımlarını birleştirerek, sadece olası karakterlere denk gelecek şekilde bir bölütleme yapmaya çalışan sistemler önerilmiştir. Bir başka yaygın yöntemse önce mümkün olduğunca küçük parçalara bölmek, daha sonra bunları genellikle HMM (gizli markov modeller) kullanarak birleştirmektir [1].

Bazı sistemler bölütleme aşamasını yapmadan doğrudan tanıma kısmına geçmeyi tercih etmektedir. Bölütleme içerip içermemesine göre öznitelik çıkarma işlemi de farklılıklar gösterir. Öğrenme aşamasında bütün pikseller işlenmeden kullanılırsa hem uzay

büyükliğünden 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 bazı yöntemler, ya da harfleri çizgi, eğri, köşe gibi basit şekiller bütünü olarak tanımlamak bunlardan bazılarıdır [3].

Tanıma ya da harflerin sınıflandırılması aşamasında çok farklı yöntemler kullanılabilir. Yapay sinir ağları, istatistiksel ve yapısal 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 buldukları bağlam bilindiğinde tanınabilmesidir. Bu tür problemleri biraz olsun azaltabilmek için, tanıma sonrasında bazı sistemler bir sözlükten yararlanarak tanınan harflerin anlamlı sözcüklere denk gelmesini sağlamak için bir son-işleme yapmaktadır.

4. Etkileşimli (Çevrimiçi) yöntemler

Etkileşimli 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 etkileşimli 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: elektromanyetik/elektrostatik ve basınç duyarlı sistemler. Son yıllardaki gelişmeler de girdi ve çıktının aynı yüzey üzerinden olmasına olanak sağlamıştır[4].

Etkileşimli sistemler de etkileşimsiz sistemlere benzer yöntemler izler. Etkileşimli sistemlerde gürültü genelde tabletin sınırlı özellikleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yumuşatma ve inceltme gibi yöntemlerle gürültüler azaltılmaya çalışılır.

Bölütleme problemi sistemin etkileşimli olması nedeniyle farklılıklar gösterir. Etkileşimli sistemlerin en büyük avantajı kullanıcının sisteme yardımcı olmasının sağlanabilmesidir. Bölütleme için ilk uygulanan yöntemlerden biri harf bittiğinde bir işaretle kullanıcının bunu belirtmesidir. Bazı sistemlerdeyse kullanıcı harfleri kutucuklara yazmaya zorlanmakta dolayısıyla bölütleme büyük bir problem olmamaktadır. Diğer bazı yöntemlerde etkileşimsiz sistemlere benzer şekilde harfler arasındaki

boşluklardan yararlanılır, ancak bu sefer bu boşlukların bulunmasında harfleri yazma sırasında harcanan zaman da önem taşır. Kalem tabletten kaldırıldığı ve yeniden konulduğu süre arasındaki fark belli bir eşik değerini aştığında yeni bir harfe başlandığı varsayılır.

Harflerin doğru tanınmasında iki farklı özellik önem taşır: statik ve dinamik özellikler. Statik özellikler etkileşimsiz 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 etkileşimli 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. Etkileşimli sistemler, el yazısı tanımak için her iki özelliği de kullanır.

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

5. İlgili çalışmalar

Etkileşimsiz yöntemlerin örneklerinden bazıları çek ve mektupların otomatik olarak işlenmesidir. Örneğin, CEDAR tarafından USPS (United States Postal Service) için yürütülen projede amaç postanelerde mektupların otomatik olarak ayrılması işlemidir [5]. Bu sistemde amaç zarf üzerine elle yazılmış adres bilgileri ve posta kodlarının otomatik olarak tanınması ve gideceği adrese göre zarfların doğru şekilde ayrılmasıdır. Sistemin başarılı çalışabilmesi için imge analizi, harf ve rakam tanınması, adres bilgileri ve posta kodlarının doğru eşlenmesini sağlamak için rehberden kontrolü gibi alt konular çözümlenmelidir. Özellikle posta kodlarının sınırlı sayıda olması ve şehir ya da eyalet isimleriyle eşlenebilmesi doğruluğu oldukça artırmaktadır.

Elektronik ajandalar (PDA), öncelikle saat, takvim ve adres defterinin kontrol edileceği bir sistem olarak ortaya çıksa da diğer dizüstü ve masaüstü bilgisayarlarla etkileşimi ve bir bilgisayar gibi kullanılabilmesi sayesinde gittikçe yaygınlaşmıştır. Yazıların yazılma şekli ve kalem hareketleri belirlendiği ve harfler birbirinden ayrı yazıldığı için tanıma oranı yüksektir. Kullanıcı ile etkileşimin çok büyük faydası vardır.

6. Sonuç ve tartışma

El yazısı tanıma sistemlerinin gelişmesi bilgisayarların her yerde kullanılarak günlük hayatımızın içine girmesini hızlandıracak (“ubiquitous computing”), tarih boyunca varolan belgelerin ulaşılabilir olmasına olanak sağlayacaktır. Bu önemi dolayısıyla el yazısı tanıma hala çok çekici bir problem olmaya devam etmektedir.

El yazısı tanıma sistemlerin doğruluğunu artırmak ve işlemi kolaylaştırmak için bazı çalışmalarda çeşitli kısıtlamalar getirilmektedir. Örneğin kişiye bağlı bir sistem tasarlanarak sadece tek bir kişinin yazı karakterinin öğrenilmesi sağlanabilir. Benzer şekilde sözlükten yararlanılarak kelime sayısı kısıtlanabilir. Bir başka yöntemse yazı şeklini sınırlamak ve örneğin kutular içine yazı yazılmasını istemek olabilir.

Latin alfabesi kullanarak ve yazı sitili kısıtlanarak belli bir başarıya ulaşmak mümkündür. Ancak özellikle çin ya da arap alfabesi gibi alfabeler için bu işlem oldukça zordur.

El yazısı tanıma sistemlerine benzer ve tamamlayıcı diğer sistemlere örnek olarak imza tanıma, denklem ve özel sembollerin tanınması verilebilir.

7. Kaynakça

[1] Off-line cursive script word recognition: A survey. T. Steinherz, E. Rivlin, and N. Intrator. International Journal of Document Analysis and Recognition, 2(2):90-110, 1999.

[2] Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey, Plamondon, R.; Srihari, S.N., IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume: 22, Issue: 1, pp. 63 – 84, Jan. 2000.

[3] An overview of character recognition focused on off-line handwriting, Arica, N.; Yarman-Vural, F.T., IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C, Volume: 31, Issue: 2, pp. 216 – 233, May 2001.

[4] The state of the art in online handwriting recognition Tappert, C.C.; Suen, C.Y.; Wakahara, T., Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Volume: 12, Issue: 8, pp. 787 – 808, Aug. 1990.

[5] CEDAR

http://www.cedar.buffalo.edu/hwai/hwai_home.html