

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321238287>

Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Otomatik Çevrimdışı İmza Tanıma ve Doğrulama Sistemi

Conference Paper · September 2017

DOI: 10.1109/IDAP.2017.8090244

CITATIONS

0

READS

285

3 authors, including:



Busra Baykal

Hacettepe University

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Oktay Yildiz

Gazi University

36 PUBLICATIONS 135 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Rule-Based Mobility Management Routing for Mobile Ad Hoc Networks. [View project](#)

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE OTOMATİK ÇEVİRİMDİŞİ İMZA TANIMA VE DOĞRULAMA SİSTEMİ

Büşra Baykal
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Gazi Üniversitesi
Ankara, Türkiye
busrabaykal.bb@gmail.com

Tuğçe Özge Aktaş
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Gazi Üniversitesi
Ankara, Türkiye
tgc.ozgeaktas@gmail.com

Oktay Yıldız
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Gazi Üniversitesi
Ankara, Türkiye
oktyildiz@gmail.com

Özet— Bu çalışmada, düşük maliyetli ve etkin çevrimdışı imza doğrulama sistemi geliştirilmiştir. Sistem veri toplama, ön işleme, öznitelik çıkarma ve imza doğrulama aşamaları olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır. Ön işleme aşaması ise; grileştirme, normalizasyon, eşikleme ve görüntü iskeleti çıkarma olmak üzere 4 adımda gerçekleştirilmektedir. Normalizasyon işlemi en yakın komşu interpolasyonu ile uygulanmıştır. Eşikleme aşamasında Otsu algoritmasından yararlanılmıştır. Son aşamada ise; Zhang algoritması kullanılarak görüntünün iskeleti çıkarılmıştır. Sistemin üçüncü aşaması olan öznitelik çıkarma aşamasında; Hu'nun değişmez momentleri, bölgesel özellikler ve ayrık dalgacık dönüşümü kullanılarak öznitelikler çıkarılmıştır. Oluşturulan veri kümesi seçilen eğitim algoritmaları ile imza tanıma ve imza doğrulama için ayrı ayrı test edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda imza doğrulamada en iyi sonucu DVM algoritmasının verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler— Anahtar Kelimeler – İmza Doğrulama, İmza Tanıma, Ayrık Dalgacık Dönüşümü, Hu Değişmez Momentleri

Abstract—In this work, a low-cost and efficient, offline signature verification system was developed. The system is designed to be composed of 4 steps: data collection, preprocessing, feature extraction and signature verification. The pre-processing phase is completed in 4 steps: graying, normalization, thresholding and image skeleton. Normalization is performed by nearest neighbor interpolation. The thresholding step is performed with the Otsu algorithm. In the last stage; The skeleton of the image is performed using the Zhang algorithm. In the third stage of the system, the feature extraction step, the Hu's invariant moments, regional features and the discrete wavelet transform were used. The generated data set has been tested separately for the selected training algorithms and for signature recognition and signature verification. As a result of the observations made, it is observed that the SVM algorithm gave the best result for signature verification.

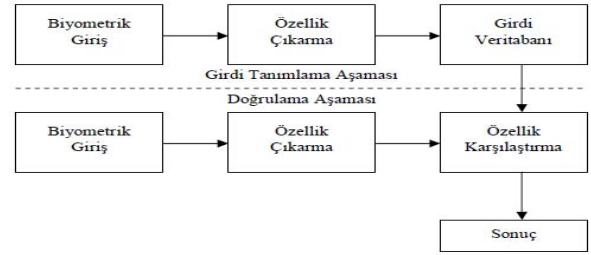
Index Terms—Signature Verification, Signature Recognition, Discrete Wavelet Transform, Hu's Invariant Moments

I. GİRİŞ

Biyometrik sistemler, insanların fiziksel ya da davranışsal özelliklerini kullanarak kimlik tespiti yapmayı sağlayan yöntemlerdir. Günümüzde kimlik ve kaynak erişimi kontrolünün tanımlanması ve doğrulanması hayati öneme sahip

olduğundan biyometrik sistemler hızla gelişen ve benimsenen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biyometrik yöntemler fizyolojik ve davranışsal özelliklere dayalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Şekil 1'de biyometrik sistemler için doğrulama işleminin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 1. Biyometrik Sistemlerde Doğrulama Blok Diyagramı

İmza, en yaygın kullanılan biyometrik sistemlerden biridir. İmza tanıma ve doğrulama sistemlerinin temel amacı dolandırıcılığı azaltmak, sahteciliklerin önüne geçmektir.

İmza tanıma ve doğrulama üzerine literatürde pek çok araştırma yer almaktadır. Saeid Fazli, Shima Pouyan ve Mahnaz Moghaddam'ın 2014 yılında gerçekleştirdiği imza tanıma sisteminde, 8 kişiden 20'şer imza örneği alarak toplam 160 imza görüntüsü elde edilmiştir. Ön işleme adımlarına tabii tutulan imzalardan elde edilen öznitelikler ile DVM algoritması %95.625, k - En Yakın Komşu algoritması %79.375 ve YSA ile de %91.25 başarı elde edilmiştir [4].

Bu alanda yapılan bir diğer çalışma, Przemysław Kudłacik ve Piotr Porwik tarafından 2014 yılında bulanık metot kullanılarak gerçekleştirilen imza tanıma sistemidir. Bu çalışmada 40 kullanıcıdan 20 orijinal ve 20 sahte imza alınarak veri kümesi oluşturulmuştur. İmzalar ön işlemden geçirilip, öznitelikleri çıkarıldıktan sonra uygulanan bulanık yöntem ile %99.19 doğruluk oranı elde edilmiştir [2].

Mandeep Kaur Randhawa, A.K. Sharma ve R.K. Sharma tarafından 2012'de imza doğrulama üzerine yapılan çalışma da, öznitelik çıkarma işlemi için Zone öznitelik ve Hu'nun değişmez moment yöntemleri kullanılmıştır. Öznitelikler elde edildikten sonra, DVM öğrenme algoritması kullanılarak 10 kullanıcı için %90 doğruluğa ulaşılmıştır [3].

P.Kumar, S.Singh, A.Garg ve N.Prabhat YSA kullanarak 2013 yılında imza tanıma ve doğrulama sistemi geliştirmişlerdir. Bu çalışmada öznitelik çıkarma işleminden önce imzalar işlenmiş, ardından işlenen görüntüler üzerinde Hu'nun değişmez moment yöntemi uygulanarak öznitelikler elde edilmiştir. Doğrulama aşamasında, test imzalarında önileme ve öznitelik çıkarma gerçekleştirilmiştir. Elde edilen öznitelikler orijinal veya sahte imza olarak sınıflandıran eğitilmiş bir sinir ağı modeline uygulanmış ve sistemin imza doğrulama için doğru sınıflandırma oranı %82,66, imza tanıma için başarı oranı ise %100 olarak bulunmuştur [5].

K. S. Radhika ve Gopika S. Tarafından 2015 yılında çevrimiçi ve çevrimdışı imza doğrulama üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Gradyan ve projeksiyon özellikleri kullanılarak öznitelik çıkarma adımı gerçekleştirilirken, DVM algoritması kullanılarak çevrimdışı imza doğrulama için %74,04 doğruluk oranına ulaşılmıştır [6].

H. Wai ve S. L. Aung tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen çevrimdışı imza doğrulama çalışmasında; piksel yoğunluk, hücre açısı, piksel açısı ve piksel varlık öznitelikleri kullanılmıştır. İmza doğrulama için Öklid uzaklığı, Medyan değerler ve eşikleme teknikleri kullanılarak %98.52 doğruluk oranı elde edilmiştir [7].

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda gerçekleştirilen çalışmada, imza tanıma ve doğrulama sistemi geliştirilmiştir. İmza doğrulama, sisteme giriş olarak verilen imza örneğinin veri tabanında saklanan örneklerle kıyaslanarak yazarın kimliğini doğrulama işlemidir. Her kişi eşsiz yazı tarzına sahip olduğundan bir imzanın profesyonelce tanınması, karmaşık ve zor bir görev olarak değerlendirilmektedir [1, 2]. Gerçekleştirilen çalışmanın temel amacı; etkin, yüksek doğruluğa sahip hızlı ve kararlı tanıma ve doğrulama aracı geliştirmektir.

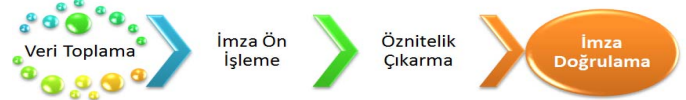
II. İMZA TANIMA VE DOĞRULAMA

İmza bir belgenin, yazının altına bu belgeyi onayladığını belirtmek için kişinin her defasında kendi eliyle aynı formda attığı adı ya da adının imidir. İmzalar, resmi belgelerin geçerlilik kazanabilmesi için gerekli olan en önemli hususlardandır ve dolayısıyla da kişilere sorumluluk yükler. Bu nedenlerle de bir imzanın tanımı ve gerçekliğinin tespiti oldukça kritik bir öneme sahiptir [1].

İmza tanıma işlemi formüle edilmesi zor kurallar içerir ve dikkatli analizler gerektiren denemelere dayalı bir çalışmadır. Bir kişi tarafından atılan imzanın kime ait olduğunun bulunması ve sahteliklerin açığa çıkması için imza tanıma sistemleri geliştirilmektedir. İmza tanıma sistemleri çevrimiçi ve çevrimdışı olarak sınıflandırılmaktadır [1].

Çevrimiçi yöntemde basınç, hız, yazım hızı gibi dinamik bilgileri doğrulamak amacıyla bir bilgisayara takılı bir elektronik tablet ve elektronik kalem kullanılır. Çevrimdışı yöntemlerde ise, imza şablonu bir görüntüleme cihazından gelir ve sadece statik veriler elde edilir. Kişinin doğrulama sırasında hazır olması gerekmez. Bu nedenle de, çevrimdışı imza tanımının, belge doğrulama, bankacılık işlemleri vb. alanlarda uygulanması daha kolaydır. Çevrimiçi sistemler, çevrimdışı sistemlere göre daha maliyetlidir ve pratik değildir.

Çevrimdışı imza tanıma tekniği daha yararlı ve kullanışlıdır. Dolayısıyla çevrimiçi sistemler çok fazla tercih edilmemektedir [1]. Bu nedenle de geliştirilen sistemde, çevrimdışı imza doğrulama tekniğinden yararlanılmıştır. Sistemin tasarlanmasının asıl amacı; eğitime imzaları ile sistem eğitildikten sonra, sisteme verilen imza ile girilen kullanıcı bilgisine göre, imzanın o kişiye ait olup olmadığı bilgisini bulabilmektir. Belirlenen bu amaç doğrultusunda geliştirilen sistem Şekil 2'de de görüldüğü gibi veri toplama, imza ön işleme, öznitelik çıkarma ve imza doğrulama olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 2. Geliştirilen sistemin aşamaları

A. Veri Toplama

Geliştirilen sistem için gerekli olan veri kümesi oluşturulurken Şekil 3'te görüldüğü gibi ilk olarak 9 kişiden 20 adet orijinal imza örneği alınmıştır. Alınan bu orijinal imzaların ardından her kişi için 10'ar tane sahte imza örneği de alınmıştır. Elde edilen bu imza örnekleri tarayıcı ile taratılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Böylece toplamda 270 tane imzadan oluşan bir veri kümesi elde edilmiştir.



Şekil 3. İmza örnekleri

Üç ayrı kişi için alınan orijinal imza örneklerine göre taklit edilen imzalara, Şekil 4'te örnek verilmiştir.

İmza Kimlik Kodu	Orijinal İmza	Sahte İmza
AB-1		
AG-1		
MY-1		

Şekil 4. İmza örnekleri

Kullanılan veri kümesinde 180 gerçek ve 90 sahte imza bulunmaktadır. Tablo I'de görüldüğü gibi bu veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si de test olarak ayrılmıştır.

TABLO I. EĞİTİM VE TEST VERİ KÜMESİ

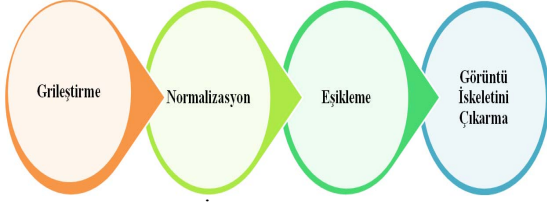
	Orjinal İmza	Sahte İmza	Toplam
Eğitim Seti	144	72	216
Test Seti	36	18	54
Toplam	180	90	270

B. İmza Önileme

Bir görüntüyü güçlendirmek, filtrelemek, gürültülerden arındırarak temizlemek için ön işleme işlemleri yapılmaktadır. Önileme temel olarak görüntüdeki bozuklukların giderilmesi için yani; imzanın boyutu, imzanın atılma yönü, arka planda oluşan gürültü gibi durumların giderilmesi için uygulanır.

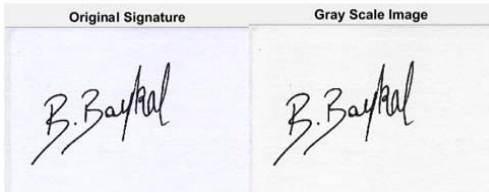
Böylece ön işleme tabii tutulmuş görüntülerle algoritmaların daha iyi sonuçlar üretmesi sağlanır [3].

Sistemin ikinci aşaması olan imza ön işleme aşaması Şekil 5'te görüldüğü gibi, kendi içinde 4 adımdan oluşmaktadır.



Şekil 5. İmza ön işleme adımları

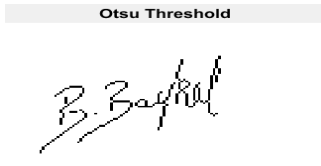
1) *Gri Seviyeye Çevirme*: İmza ön işleme adımlarının ilkinde Şekil 6'da görüldüğü gibi, görüntüdeki RGB değerleri 0-255 aralığında gri değerlere dönüştürülür.



Şekil 6. Orijinal imza ve grileştirme fonksiyonu ile grileştirilmiş imza

2) *Normalizasyon*: Sabit boyutlar elde etmek için piksel yoğunluk aralığının değiştirilmesi işlemidir. Ön işleme adımında bir imza görüntüsünü standart boyutuna ölçeklemek için en yakın komşu interpolasyonu algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma ile görüntüden alınan pikseller sayısal olarak düzeltilip, görüntüdeki en yakın piksele atanır. Böylece orijinal değerler en az değişikliğe uğramakla birlikte, bazı piksel değerleri çift olarak ortaya çıkarken, bazı piksel değerleri de kaybolur [3].

3) *Eşikleme*: Bu adımda Otsu algoritması kullanılarak gri seviyeli resimler binary formata çevrilmiştir. Bu yöntem nesneleri arka planlarından ayırmada oldukça etkili bir yöntemdir. Gri görüntüyü binary formata dönüştürürken belirlenen eşik değeri üzerindeki renkler beyaz, altındakiler ise siyaha dönüştürülmektedir. Fakat tüm görüntüler aynı niteliklere sahip değildir ve sabit bir eşik değeri tüm görüntüler üzerinde doğru sonuçlar üretmeyebilir. Bu nedenle eşik değerin resmin renk dağılımına uygun belirlenmesi için Otsu algoritmasından yararlanılmıştır. Kullanılan Otsu algoritmasının bir imza örneğinde uygulanmış hali Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. Otsu Threshold

4) *Görüntü İskeleti Çıkarma*: 4 aşamadan oluşan imza ön işleme aşaması, en son görüntünün iskeleti çıkarılarak tamamlanmaktadır. İmza görüntüsünün genişliğini tek bir siyah piksele düşürme veya görüntüdeki bağlı bölgenin daha

küçük ve enine kesit genişliği karakterine indirgenmesi işlemine inceltme denilmektedir. İnceltme işlemi esnasında imzanın temel yapısı bozulmaz. Bu adımda siyah-beyaz formatındaki bir görüntüyü inceltmek için Zhang algoritmasından yararlanılmıştır. Bir imza örneğine Zhang algoritması uygulandıktan sonraki imzanın görünümü Şekil 8'de yer almaktadır.



Şekil 8. Görüntü iskeleti çıkarılmış imza örneği

C. Öznitelik Çıkarma

İmzaların ön işleme adımlarından geçirilmesinin ardından, sistemin üçüncü aşaması olan öznitelik çıkarma aşamasında her bir imza örneğinin öznitelikleri çıkarılmıştır.

1) *Hu'nun Değişmez Momentleri*: Öznitelik çıkarma işlemleri için ilk olarak; Hu'nun değişmez momentler yöntemi ile 7 öznitelik çıkarılmıştır. Bu 7 moment ölçeklendirme, döndürme ve dönüşüm işlemleri altında değişmemekte ve karakter tanıma gibi iki boyutlu örüntü tanıma problemlerinin çözümünde gözle görülür başarı sağlamaktadır [3].

Elde edilen 7 öznitelik ile yapılan çalışmalar ve incelemeler sonucunda, sistem başarımını arttırmak için veri kümesine bölgesel özellikler eklenmiştir.

2) *Bölgesel Özellikler*: Global özelliklerin algoritmalarla iyi bir sonuç vermediği durumlarda, verinin/görüntünün engellenmesi gibi durumlarda, bölgesel özellikler tercih edilmelidir. Global özellikler, verinin/görüntünün genel renk yapısı ve renk dağılımları, homojen doku yapısı, verinin/görüntünün dış hatları ve merkezi gibi özellikleri ifade etmektedir. Bölgesel özellikler ise; merkeze olan uzaklıklar, çevreyi oluşturan eğrilerin eğrilik dereceleri ve köşeler gibi özellikleri belirtmektedir.

Hu'nun değişmez momentleri ve bölgesel özellikler ile elde edilen 10 öznitelik ile yapılan çalışmalar ve incelemeler doğrultusunda da, sistem başarımını arttırmak için veri kümesine ayrık dalgacık dönüşümü ile elde edilen özellikler eklenmiştir.

3) *Ayrık Dalgacık Dönüşümü (ADD)*: Veri veya başka fonksiyonları temsil eden, belirli matematiksel gereklilikleri yerine getiren fonksiyonlara dalgacıklar denir. Dalgacık algoritmaları veriyi farklı ölçeklerde ya da çözünürlüklerde işlemektedir. Bu özellik, keskin süreksizlikleri bulunan sinyalleri tahmin etmek için uygundur. Filtre kullanılarak ayrık dalgacık dönüşümü uygulaması daha verimli bir şekilde kullanılabilir: "analiz filtreleri" resim ayrıştırması için, "sentez filtreleri" ise resmin yeniden düzenlenmesi için tercih edilmektedir. Orijinal bir resmin mükemmel bir biçimde tekrar düzenlenmesini sağlamak için de bir filtreler ailesi kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, ADD ile elde edilen 13 öznitelik ile birlikte bir imza için toplamda 23 öznitelik elde edilmiştir. Her bir imza örneği için edilen bu öznitelikler 0 ile 1 aralığında Min.-Maks. Normalizasyonu ile normalize

edilmiştir. Min.-Maks. normalizasyonu, verileri doğrusal olarak normalize etmektedir. Minimum; bir verinin alabileceği en düşük değer ve maksimum; verinin alabileceği en yüksek değerdir. Elde edilen özniteliklerin her birini Min.-Maks. yöntemiyle 0-1 aralığına indirmek için “(1)”deki denklem kullanılmıştır.

$$X' = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

“Denklem (1)” de; X' normalize edilmiş veriyi, x_i girdi değerini, x_{min} girdi seti içerisinde yer alan en küçük sayıyı ve x_{max} girdi seti içerisinde yer alan en büyük sayıyı göstermektedir. Tablo II’de de, örnek bir imza için normalize edilmiş 23 öznitelik değeri yer almaktadır.

TABLO II. BİR KULLANICININ İMZA ÖRNEĞİNE AİT NORMALİZE EDİLMİŞ ÖZNİTELİK DEĞERLERİ

Öznitelikler	Öznitelik Değerleri
Centroid	0.58701
MHP	0.50185
MVP	0.11247
Mass	0.19563
Baseline	0.47293
Aspect Ratio	0.20061
Spreadness	0.44257
Eccentricity	0.77629
Extent	0.10914
Orientation	0.79535
Contrast	0.28148
Correlation	0.60992
Energy	0.33817
Homogeneity	0.33605
Mean	0.44290
Std. Deviation	0.05389
Entropy	0.77867
RMS	0.05392
Variance	0.00291
Smoothness	0.62420
Kurtosis	0.15028
Skewness	0.18939
IDM	0.16668

D. İmza Doğrulama

Gerçekleştirilen çalışmada, imza doğrulama için en yüksek başarı gösteren; k En Yakın Komşu (kNN) algoritması ile beraber, YSA, radyal tabanlı fonksiyon (RTF), DVM denenmiştir.

Ön işleminden geçirilen her bir imzadan Hu’nun değişmez momentler yöntemiyle elde edilen 7 öznitelik, bölgesel özellikler ile elde edilen 3 öznitelik ve ADD ile elde edilen 13 öznitelik imza doğrulama için kullanılmıştır. Böylece toplamda 23 öznitelik kullanılarak, DVM ile %100 doğrulukta imza doğrulama işlemi gerçekleştirilmiştir.

III. SONUÇ

Bu çalışmada, biyometrik karakteristiklerden olan imza karakteristiği seçilerek; düşük maliyetli, etkin, çevrimdışı bir doğrulama sistemi geliştirilmiştir. Böylece, belirli bir imzanın “Sahte mi, Gerçek mi?” olduğu yüksek doğrulukla tespit edilebilmiştir.

Tablo III’te gerçekleştirilen çalışmanın, var olan diğer imza doğrulama çalışmalarıyla karşılaştırması yer almaktadır.

TABLO III. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMA İLE DİĞER ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

İncelenen ve Gerçekleştirilen Çalışma	Kullanılan Öznitelik Sayısı	Kullanılan Yöntem	Başarı Oranı (%)
M. Randhawa, A. K. Sharma, R. K. Sharma [3]	28	DVM	90,00
P. Kumar, S. Singh, A. Garg, N. Prabhat [5]	7	YSA	82,66
K.S. Radhika, Gopika S. [6]	5	DVM	74,04
H. Wai, S.L. Aung [7]	4*64	Öklid uzaklığı, Medyan değerler ve Eşikleme teknikleri	98,52
Gerçekleştirilen Çalışma	23	DVM	100,00

Tablo III’te görüldüğü gibi 23 öznitelik ve DVM ile en yüksek imza doğrulama başarısı elde edilmiştir. Ayrıca Randhawa ve arkadaşları [3] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bölgesel özellikler ile Hu’nun değişmez moment teoremi kullanılarak elde edilen 28 öznitelik ile DVM algoritması kullanarak %90 doğruluk elde ettikleri görülmektedir. Bu durum, bizim kullandığımız 23 özniteliğin daha yüksek ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Blanco-Gonzalo, R., Sanchez-Reillo, R., Miguel-Hurtado O., Liu-Jimenez, J.. “Performance evaluation of handwritten signature recognition in mobile environments”, IET Biometrics (2013).
- [2] Kudlacik, P., Porwik, P.. “A new approach to signature recognition using the fuzzy method”, Pattern Anal Applic (2014).
- [3] Randhawa, M., Sharma, A.K., Sharma, R.K., “Off-line Signature Verification based on Hu’s Moment Invariants and Zone Features using Support Vector Machine”, International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET), (2012).
- [4] Fazli, S., Pouyan, S., Moghaddam, M.. “High-Performance Signature Recognition Method using SVM”, International Journal of advanced studies in Computer Science and Engineering (IJASCSE) (2014).

[5] Kumar, P., Singh, S., Garg, A., Prabhat, N.. “Hand Written Signature Recognition & Verification using Neural Network”, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJARCSSE) (2013).

[6] Radhika, K., S., Gopika, S.. “Online and Offline Signature Verification: A Combined Approach”, International

Conference on Information and Communication Technologies (ICICT) (2014).

[7] Wai, H., Aung, S. L.. “Off-Line Signature Verification using Thresholding Technique”, International Journal of Scientific Engineering and Technology Research (2014).