

Bilgisayar Tabanlı Araç Plaka Tanıma Sistemi

Okan BİNGÖL¹, Ömer KUŞCU²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü

²Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı

okan@tef.sdu.edu.tr, okuscu@sdu.edu.tr

Özet— Bu çalışmada, araç plaka tanıma sistemi gerçekleştirilmiştir. Araç plaka tanıma sistemleri, hız ihlali, kırmızı ışık ihlali, paralı otoyol geçişleri, otopark girişleri vb yerlerde kullanılmaktadır. Tasarlanan plaka tanıma sistemi üç önemli aşamadan oluşmaktadır. Bunlar: plaka bölgesinin bulunması işlemi, karakter ayrıştırma işlemi ve karakter tanıma işlemidir. Plaka bölgesinin bulunması işlemi için kenar bulma algoritmaları, karakter ayrıştırma işlemi için blob coloring algoritması, karakter tanıma işlemi için ise şablon eşleştirme algoritması kullanılmıştır. Sistem 100 ayrı araç resmi işlenerek test edilmiştir.

Anahtar kelimeler— Görüntü İşleme, Plaka Tanıma Sistemi

Computer Based Vehicle Plate Recognition System

Abstract— In this study, a vehicle plate recognition system is presented. Vehicle plate recognition systems are generally used in speed enforcement, red light enforcement, highway toll collection, park access, etc. The designed system consists of three major processes. These are: Plate area detection process, character segmentation process and character recognition process. The algorithms: edge detection, blob coloring and template matching are used for plate area detection, character segmentation and character recognition respectively. The system was evaluated in an image set of 100 vehicle pictures.

Keywords— Image Processing, Plate Recognition System

1.GİRİŞ

Otomatik araç tanıma sistemleri trafik sistemlerinde önemli bir yere sahiptir. Günümüzde araçların ulaşımındaki rolü büyüktür. Son yıllarda araç kullanım sayısı insanların ihtiyaçları ve nüfusun çoğalmasından dolayı hızla artmıştır. Araç sayısının artması trafikte bir takım sorunlara sebep olmuştur. Bu sorunları çözmek otomatik araç tanıma sistemine olan ihtiyacı da ortaya çıkarmıştır [1].

Genel olarak plaka tanıma sistemleri aşağıda verilen uygulama alanlarına sahiptir:

Otopark- Araç plaka numarası kullanılarak üye olanların otoparka giriş yapması ve üye olmayanların ise ücretlerini ödemek için otopark ücretini (giriş ve çıkış sürelerini bakılarak) hesaplamak için kullanılır.

Giriş denetimi- Araç plaka numarası kullanılarak güvenli olan bölgelere (askeri üs, kamu kuruluşları, hastane vb) izni olan üyeler için kapının otomatik olarak açılmasını sağlar. Ve veri tabanında giriş- çıkış yapanların kaydını tutar.

Paralı geçiş- Araç plaka numarası kullanılarak otoyol veya köprülerden geçiş ücretinin alınmasını sağlar.

Sınır denetimi- Araç plaka numarası kullanılarak kişilerin ülkelere girişlerinin ve çıkışlarının kaydedilmesini ve sınır geçişlerinin takip edilmesini sağlar.

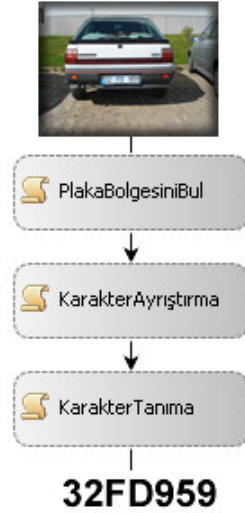
Trafik denetimi- Araç plaka numarası kullanılarak hız ihlalleri, kırmızı ışık ihlalleri, şerit ihlalleri ve hatalı sollamalar yapanların plakaları tespit edilerek sahiplerinin para cezasını çarptırılmasını sağlar.

Alışveriş merkezleri- Araç plaka numarası kullanılarak alışveriş merkezlerine gelen kişilerin hangi sıklıkta geldiğini ve alışveriş merkezinin hangi gün hangi saatte yoğun olduğu plaka tanıma sistemi ile tespit edilir [2]. Bu tip uygulamalarda kullanılan kameralar genellikle yüksek çekim kalitesine sahip olup sabit bir noktaya monte edilirler.

Genel olarak plaka tanıma sistemleri üç önemli aşamadan oluşmaktadır [3].

- Araç plaka bölgesi yerinin bulunması işlemi,
- Plaka bölgesinden karakter ayrıştırma işlemi,
- Plaka karakterlerini tanıma işlemi.

Araç plaka sisteminin blok diyagramı Şekil 1. 'de verilmiştir.



Şekil 1. Araç plaka sisteminin blok diyagramı

Literatürde araç plaka bölgesi yerinin bulunması ve plaka karakterleri tanıma konusu ile ilgili birçok araştırma mevcuttur. Hongliang ve Changping yapmış oldukları çalışmalarında kenar bulma ve matematiksel morfolojiyi birleştirerek plaka bölgesinin bu yöntem ile bulunmasının iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir [4]. Shi, Zhao, ve Shen yapmış oldukları çalışmalarında plaka bölgesi yerinin bulunması için renk veya gri skala temelli yöntemini önermişler. Ancak kullandıkları yöntemin başarılı olabilmesi renk ayırıştırması safhası doğru olması gerektiğini ifade etmişlerdir [5]. Comelli vd. yapmış oldukları çalışmalarında plaka bölgesi yerinin bulunması için gelişmiş renk doku temelli yöntemini sunmuşlardır [6]. Zimic vd. ve Nijhuis vd. yapmış oldukları çalışmalarında plaka bölgesi yerinin bulunması için bulanık mantık yöntemini kullanmışlar. Bulanık mantık kümesi için beş sözel değişken atamışlar, sözel değişkenlere göre üyelik fonksiyonları belirleyip kural tabanı oluşturmuşlar. Ancak kullanmış oldukları yöntemin plaka yerinin bulunmasında başarılı sonuç vermesine karşın renk temelli uygulamalarda avantajlı olmadığını belirtmişlerdir [7,8]. Kahraman, Kurt ve Gökmen yapmış oldukları çalışmalarında plaka bölgesi yerinin bulunmasında ilk olarak plaka bölgesinde karakter ayırıştırma problemi için Gabor filtresi uygulamışlar. Daha sonra plaka bölgesi yerinin bulunması için yeni bir yöntem olan plakanın bulunması için Gabor dönüşümünü ve karakter ayırıştırma işlemi içinde yerel vektör niceleme yöntemi sunmuşlardır [9]. Yoshimori vd. yapmış oldukları çalışmalarında plaka bölgesi yerinin bulunmasında genetik algoritma yöntemi kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara uygulamış oldukları yöntemin doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [10]. Duan vd. yapmış oldukları çalışmalarında ilk olarak görüntünün kenar bilgisini elde etmişler sonra plaka bölgesi yerinin bulunması için Hough dönüşüm yöntemini uyguladıklarını belirtmişlerdir [11]. Nomura vd. yapmış oldukları çalışmalarında karakter ayırıştırma için histogram eşitleme temelli yeni bir adaptif morfolojik

yaklaşım önermişlerdir [12]. Duan vd. yapmış oldukları çalışmalarında plak karakterleri tanıma için Markov modelleri [11], Kim vd. yapmış oldukları çalışmalarında destek vektör makineleri [13], Anagnostopoulos vd. yapay sinir ağları [14] ve Comelli vd. ve Huang vd., şablon tanıma [6, 15] yöntemlerini plaka karakterlerini tanıma için kullanmışlardır.

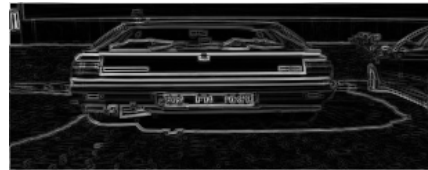
Yapmış olduğumuz çalışmada bilgisayar tabanlı araç plaka tanıma sistemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma yedi bölüm halinde sunulmuştur. Birinci bölümde, plaka tanıma sisteminin gerekliliği ve daha önce yapılmış olan çalışmalardan bahsedilmiştir. İkinci bölümde, araç plaka bölgesi yerinin bulunması açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde, araç plaka bölgesinden her bir karakterin ayırıştırması verilmektedir. Dördüncü bölümde, araç plaka karakterleri tanıma açıklanmaktadır. Beşinci bölümde, deneysel sonuçlar tartışılmaktadır. Son bölümde ise yapılan çalışma sonuçlandırılmıştır.

2. ARAÇ PLAKA BÖLGESİ YERİNİN BULUNMASI

Bu çalışmadaki ilk aşama araç plaka bölgesi yerinin bulunması işlemidir. Burada yapılacak işlem sistemin doğruluğu açısından önemli yere sahiptir [16]. Kameradan elde edilen herhangi piksellik renkli görüntüler işlemlerin kolaylaştırılması amacıyla resmin kalitesini bozmayacak şekilde 800x600 piksellik renkli görüntüye dönüştürülür. Renkli görüntü üzerinde doğru ve hızlı bir çalışma sağlamak amacıyla görüntü önce gri-seviyeye ardından siyah-beyaz resme dönüştürülmüştür. Resim gri seviyede iken, Difference kenar bulma (Edge Detection) algoritması kullanılmıştır. Kenar bulma algoritması temel olarak komşuluk sahibi piksellere bakılarak renk farkının olup olmadığının kontrolünün yapılması prensibine dayanır. Şekil 2.'de gri seviyeli araç plaka görüntüsünün kenar bulma algoritması yöntemiyle dönüşümü verilmektedir.



(a)



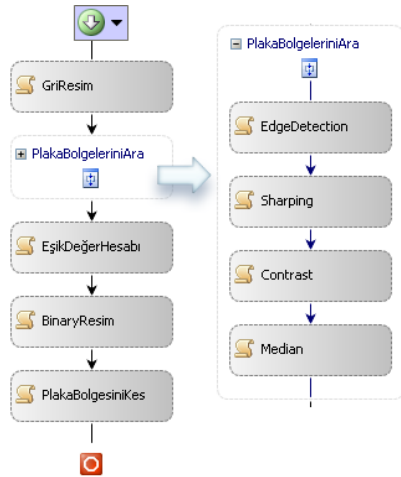
(b)

Şekil 2. a) Gri seviyeli araç görüntüsü b) Kenar bulma algoritması uygulanmış görüntü

Daha sonra görüntü üzerinde ortalama bir eşik (threshold) değeri bulunur. Başlangıçta eşik değeri herhangi bir değer olarak alınır ve sonra resmin renk yoğunluğuna göre

resmin gerçek eşik değeri program tekrar hesap edilir. Bulunan yeni eşik değeri altındaki gri seviyelik değerine sahip pikseller siyah renge diğerleri ise beyaz renge dönüştürülür. Böylece görüntü thresholding yöntemi yardımı ile ikilik (binary) seviyeye dönüştürülmüş olur. İkilik sistemde 0' lar siyah renkleri, 1' ler ise beyaz renkleri ifade etmektedir. Oluşan ikilik sistemdeki görüntü iki boyutlu bir matrise atılarak sonraki tüm işlemler bu matris üzerinde gerçekleştirilmektedir. Araç görüntüsünde plaka olabilecek tek bir bölgenin saptanması çok zor bir işlemdir. Bunun için öncelikle plaka olması muhtemel bölgelerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Elde edilen ikilik görüntüden plaka bölgesini bulmak için ilk olarak kenar bulma algoritması kullanılmıştır.

Kenar bulma algoritmalarından difference algoritması ile görüntü hem yatayda hem de dikeyde taranarak komşu bölgelerin renk olarak birbirinden farkı ortaya çıkarılmış olur. Eğer belirli bir eşik değerinden yüksek olan bir komşu piksel değerine rastlanırsa o piksel tamamen beyaz, düşük olan bir değere rastlanırsa da o piksel tamamen siyah olarak işaretlenir. Böylece uygulanan algoritma ile renk yoğunluğu olarak beyaz renklerin en fazla bulunduğu bölge plaka bölgesi olarak belirlenir. Şekil 3.' de Araç görüntüsünden araç plaka bölgesinin bulunmasına ait blok diyagramı ve bu işlemin sonucunda elde edilen plakanın görüntüsü verilmiştir.



a)



b)

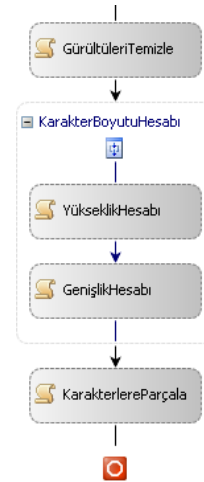
Şekil 3. a) Araç plaka bölgesinin bulunmasına ait blok diyagramı b) İşlem sonucunda bulunan plaka

Plaka bölgesi belirlendikten sonra plaka bölgesine morfolojik işlemler uygulanır. Morfolojik işlemler ilk olarak bu bölgedeki piksellerin renk değerlerinin daha ayırt edici hale dönüştürülmesini sağlamak amacıyla

Sharping algoritması kullanılmıştır. Daha sonra bu bölgedeki piksellerin renk değerlerinin netleştirilmesini sağlamak amacıyla Contrast algoritması uygulanmıştır. Son olarak bu bölgedeki istenmeyen gürültülerin temizlenmesi için Median filtresi gerçekleştirilmiştir.

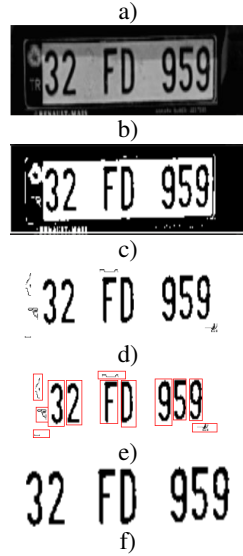
3. PLAKA BÖLGESİNDEN KARAKTER AYRIŞTIRMA

Plaka bölgesinin istenilen boyutta tespit edilmesinin ardından ikinci aşama ise plaka bölgesinden karakterlerin ayrıştırılma işlemidir. Şekil 4.' te bu durum blok diyagramı ile gösterilmiştir. Karakterlere ayrıştırma işlemi, var olan yabancı nesnelerin yok edilmesi (gürültülerin temizlenmesi), karakterlerin genişlik ve yükseklik değerlerinin hesaplanması ve görüntünün karakterlere ayrılması olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Gürültüleri temizleme işleminde plaka bölgesi dikey olarak soldan sağa doğru taranarak değerlerin yükseklikleri (dikeydeki siyah bölgelerin toplamı) hesaplanır. Burada yapılan işlemde, belirlenen bir karakter boyutunun altındaki siyah bölgeler silinerek, görüntü üzerindeki gürültüler temizlenmiştir. Gürültü temizliğinin ardından karakterleri ayrıştırmak için ilk önce Gabor süzgeci kullanılmış olup istenilen sonuç elde edilememiştir. Bundan dolayı karakterleri ayrıştırmak için Blob Coloring algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma sayesinde görüntü üzerindeki her bir ada (birbirinden ayrılmış siyah bölgeler) ayrı bir numara ile sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın ardından karakter olmayan bölgelere de bir sınıf numarası verilmiştir. Sınıflandırma işleminde karakter ölçütlerine uymayan kısımlar beyaz bölge olarak değiştirilmiştir. Karakter ayrıştırma işleminin son aşamasında karakter ölçütlerine uyan sınıflar sırasıyla incelenerek karakter ayrıştırma işlemi tamamlanmış olup Şekil 5.' te gösterilmiştir.



Şekil 4. Karakterlerin ayrıştırılmasına ait blok diyagram

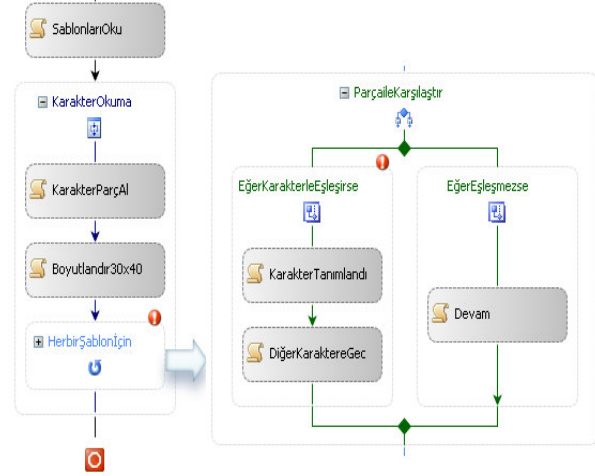




Şekil 5. a) Araç görüntüsünden kesilen gri seviyeli plaka bölgesi b) Gri seviyeli plaka bölgesine Contrast uygulanmış hali c) Binary uygulanmış hali d) Median filtresi ile gürültülerin silinmiş hali e) Sınıflandırma işleminin uygulanmış hali f) Karakter ayrıştırma işleminin son hali.

4. PLAKA KARAKTERLERİNİ TANIMA

Plaka bölgesindeki karakterlerin ayrıştırılması işleminden sonra plaka tanıma sisteminin son aşaması olan plaka karakterleri tanıma işlemine gelinir. Bu aşamada karakter ayrıştırma yöntemi olarak şablon eşleştirme (template matching) yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemin doğru olarak çalışması için ayrıştırılan karakterler, şablonda bulunan karakter ile aynı boyuta getirilecek şekilde yeniden ölçeklendirilir. Burada her bir karakter 30x40'lık boyuta sahip hale getirilirler. Daha sonra şablon eşleştirme (kesilen bölge ile elimizdeki örneklerin karşılaştırılması) yöntemine geçilir. Şablon eşleştirme yöntemi karakter tanıma için etkili bir algoritmadır. Plaka bölgesinden elde edilen her bir karakter veritabanındaki karakterler ile karşılaştırılır. Sistemin başarısı her bir karakter için birden fazla şablonun veritabanında tutulmasına bağlıdır. Şekil 6.'da karakterlerin tanınmasına ait blok diyagramı verilmiştir. Ülkemizdeki araç plakaları 10 adet rakam karakterinden (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) ve 23 adet harf karakterinden (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T, U, V, Y, Z) oluşmaktadır. Veritabanında tanımlanması gereken toplam 33 adet karakter bulunmaktadır. Çalışmada, şablon eşleştirme ve tümevarımsal öğrenme (bir karakter için birden fazla şablon belirlenip, her bir şablon ile aday karakterin karşılaştırılıp en uygun eşleşen şablonun tercih edilmesi) yöntemlerini kullanarak bütünlük bir kontrol sistemi oluşturulmuştur.



Şekil 6. Karakterlerin tanınmasına ait blok diyagramı

5. DENEYSEL SONUÇLAR

Deneyel çalışmada, araç plakalarının belirlenmesi için araç-kamera arası uzaklık yaklaşık olarak 2-4 metre arasında belirlenmiştir. Belirlenen uzaklıkta günün değişik zamanları ve farklı mekanlarında rasgele seçilen 100 adet aracın (ön taraftan veya arka taraftan) görüntüsü kamera ile 800x600 çözünürlükte jpg (Joint Photographic Experts Group) formatında kaydedilmiştir. Araç plaka karakterlerinin tanınması için geçen işlem süresi yaklaşık olarak 2 sn' dir. Uygulama nesne yönelimli bir dil olan C# .NET dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerde Intel® Pentium® IV 2.4 MHz işlemcili ve 1GB bellek kapasitesine sahip bir bilgisayar kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre plaka bölgesinin tespitinde, 100 araç görüntüsünden 95' i doğru bulunarak % 95' lik doğruluk oranı elde edilmiştir. Karakter ayrıştırma, tespit edilen 100 araç plaka bölgesinden 92' si doğru ayrıştırılarak %92' lik doğruluk oranı elde edilmiştir. Son olarak karakterlerin okunması işleminde ise karakterlere ayrıştırılan 100 araç plaka bölgesinden 87' sinde karakterlerin doğru okunması sağlanarak %87' lik doğruluk oranı elde edilmiştir.

6. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada bilgisayar tabanlı araç plaka tanıma sisteminin yazılım uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak plaka bölgesi yerinin bulunması gerçekleştirilmiş olup kenar bulma algoritması kullanılmıştır. Daha sonra bulunan plaka bölgesinden karakter ayrıştırma işlemine geçilmiş olup blob coloring algoritması kullanılmıştır. Son olarak karakterleri ayrıştırılan plakadan karakter tanıma işlemine geçilerek şablon ayrıştırma algoritması kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre plaka bölgesinin tespitinde % 95' lik doğruluk oranı, karakter ayrıştırma %92' lik doğruluk oranı ve karakterlerin okunması işleminde %87' lik doğruluk oranı elde edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda plaka karakterlerinin tanınması işlemi yapay sinir ağları

kullanarak yapılabilmektedir. Böylece doğruluk oranı daha yüksek seviyelere çekilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Ozbay, E. Ercelebi, "Automatic Vehicle Identification by Plate Recognition", *Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering and Technology*, vol.9 pp. 222-225, Nov. 2005.
- [2] S. M. Youssef, S. B. AbdelRahman, "A smart access control using an efficient license plate location and recognition approach", *Expert Systems with Applications*, vol.34, pp. 256-265, 2008
- [3] N. Takashi, T. Toshihiko, Y. Keiichi, et al., "Robust licenseplate recognition method for passing vehicles under outside environment", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 49, no.6, pp.2309-2319, 2000.
- [4] B. Hongliang, L. Changping, "A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology," in *Proc. ICPR*, pp. 831-834, 2004.
- [5] X. Shi, W. Zhao, Y. Shen, "Automatic license plate recognition system based on color image processing," in *Lecture Notes on Computer Science*, O. Gervasi et al., Eds. New York: Springer-Verlag, vol. 3483, pp. 1159-1168, 2005.
- [6] P. Comelli, P. Ferragina, M. N. Granieri, F. Stabile, "Optical recognition of motor vehicle license plates", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 44, no. 4, pp. 790-799, Nov. 1995.
- [7] N. Zimic, J. Ficzk, M. Mraz, J. Virant, "The fuzzy logic approach to the car number plate locating problem," in *Proc. IIS*, pp. 227-230, 1997.
- [8] J. A. G. Nijhuis, M. H. ter Brugge, K. A. Helmholt, J. P. W. Pluim, L. Spaanenburg, R. S. Venema, and M. A. Westenberg, "Car license plate recognition with neural networks and fuzzy logic," in *Proc. IEEE Int. Conf. Neural Netw.*, vol. 5, pp. 2232-2236, 1995.
- [9] F. Kahraman, B. Kurt, M. Gökmen, "License plate character segmentation based on the gabor transform and vector quantization," in *Lecture Notes on Computer Science*, A. Yazici and C. Sener, Eds. New York: Springer-Verlag, vol. 2869, pp. 381-388, 2003.
- [10] S. Yoshimori, Y. Mitsukura, M. Fukumi, N. Akamatsu, "License plate detection using hereditary threshold determine method", in *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, New York: Springer-Verlag, vol. 2773, pp. 585-593, 2003.
- [11] T. D. Duan, T. L. Hong Du, T. V. Phuoc, N. V. Hoang, "Building an automatic vehicle license plate recognition system", in *Proc. Int. Conf. Comput. Sci. RIVF*, pp. 59-63, 2005.
- [12] S. Nomura, K. Yamanaka, O. Katai, H. Kawakami, T. Shiose, "A novel adaptive morphological approach for degraded character image segmentation", *Pattern Recognit.*, vol. 38, no. 11, pp. 1961-1975, Nov. 2005.
- [13] K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim, H. J. Kim, "Learning-based approach, for license plate recognition", in *Proc. IEEE Signal Process. Soc. Workshop, Neural Netw. Signal Process.*, vol. 2, pp. 614-623, 2000.
- [14] C. N. E. Anagnostopoulos, I. E. Anagnostopoulos, V. Loumos, E. Kayafas, "A License Plate-Recognition Algorithm for Intelligent Transportation System Applications", *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems*, vol. 7, no 3, pp. 377-392, 2006.
- [15] Y. P. Huang, S.-Y. Lai, and W.-P. Chuang, "A template-based model for license plate recognition," in *Proc. IEEE Int. Conf. Netw., Sensing and Control*, pp. 737-742, 2004.
- [16] M. J. Ahmed, M. Sarfraz, A. Zidouri, W.G. Al-Khatib, "License plate recognition system", [Electronics, Circuits and Systems, 2003. ICECS 2003. Proceedings of the 2003 10th IEEE International Conference on](#), Vol.2, pp. 898- 901, 2003.