

Bakış Açısından Bağımsız Gürbüz Plaka Tanıma Sistemi

View Independent Robust License Plate Recognition System

Fatih Kahraman¹, B.Evrin Demiröz², Binnur Kurt², Muhittin Gökmen²

¹Bilişim Enstitüsü, Bilgisayar Bilimleri Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, İstanbul

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak, İstanbul

kahraman@be.itu.edu.tr, demirozb@itu.edu.tr, {kurt,gokmen}@cs.itu.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada plaka bölgelerinin saptanmasında, plaka örüntüsü için uyarlanmış Gabor süzgeçlerinden yararlanılmıştır. Yüksek başarılı bir plaka tanıma sistemi için, plaka bölütleme ve optik karakter tanıma gibi imge analizi işlemleri için kullanılan yöntemlerin, ilgin dönüşüme karşı gürbüz olmaları gerekir. Geliştirilen sistemde, farklı kamera bakış açılarından elde edilmiş plaka karakterleri, kamera eksenine dik bir açıdan elde edilmiş biçime getirilerek bölütleme yapan bir yöntem geliştirilmiştir. Çeşitli açılardan çekilmiş, farklı ülkelere ait araç plakalarından oluşturulan veri kümesinde yapılan deneysel çalışmalarda, önerilen yöntem ile oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Abstract

In this study, Gabor kernels, which are tuned for license plate texture, are used for detection of license plate position. In order to expand the application of license plate recognition into various fields, it is necessary to develop an algorithm qualified to handle more deformable plates. Finally we use affine rectification to recover any deformation on the plate region of rectangular shape caused by an improper camera viewing parameters. Experimental results for the license plate image database including plates from various countries (i.e., fonts and shapes), aspect ratios, and sizes demonstrate the great performance of the proposed method.

1. Giriş

Araç takibi, trafik denetimi, otomatik köprü ve otoyol geçiş sistemleri gibi gerçek zamanlı bilgisayar görü uygulamaları, yüksek başarılı araç plaka tanıma sistemlerine ihtiyaç duyarlar. Plaka tanıma sistemi (PTS) temelde üç alt sistemden oluşur:

- Plaka Yer Saptama Sistemi (PYSS)
- Karakter Bölütleme Sistemi (KBS)
- Optik Karakter Tanıma Sistemi (OKTS)

PYSS modülü giriş olarak verilen imgedeki plakaların olası yerini saptayan ve plaka aday bölgelerinin koordinatlarını belirleyen bir birimdir. KBS, aday plaka bölgelerindeki karakterleri bölütleme işlevini yerine getirir ve bölütlenmiş plaka karakterlerini OKTS'nin giriş olarak kullanabileceği bir biçime getirir. Ayrıca KBS modülünde, plaka aday bölgesinin plaka özelliği taşıyıp taşımadığına karar verildiği kural tabanlı çalışan bir çıkarım motoruna sahip bir uzman sistem yer alır. Eğer bölge, plaka özelliklerini taşıyorsa, içerdiği karakterlerin diziliş ve ölçek bilgileri analiz edilerek plaka ile kameranın arasındaki açıyı belirleyen ve bu açı bilgisiyle plaka bölgesinin tam karşından çekilmiş görüntüsünü

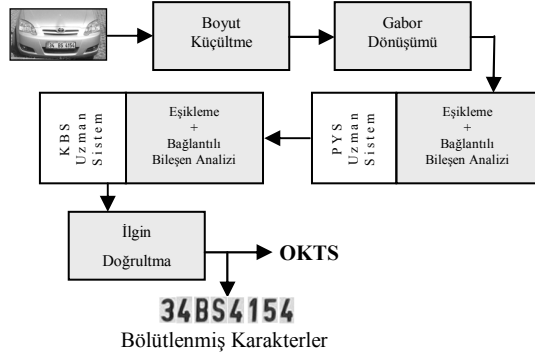
oluşturan modül de yer almaktadır. KBS plaka karakterlerini OKTS başarımını arttıracak yönde bölütleyebilmelidir. Son modül ise bölütlenmiş karakter ve rakamları sınıflandıran OKTS'dir. OKTS'nin gerçekleşmesi bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

Yaygın olarak kullanılan plaka yer saptama yöntemlerini ayırt temelli yada bölge temelli yaklaşımlara dayanmaktadır. Plakanın dikdörtgen olduğu varsayımına dayalı olarak yatay ve dikey doğrultudaki ayrıtlara Hough dönüşümü uygulanarak plakayı çevreleyen sınırları saptayan yöntemler [1] önerilmiştir. Bu yöntem yüksek işlem yükü ve bellek ihtiyacı nedeniyle gerçek zamanlı sistemlerde tercih edilmemektedir. Bir başka çalışmada, ayırt haritasından elde edilen yatay ve dikey izdüşüm histogramları analiz edilerek, plaka aday bölgeleri saptanmaktadır. Ayrıca çizgi histogramlarını analiz ederek plaka örüntüsüne özgü imzayı arayan [2] veya plaka renk bilgisini kullanan[3] plaka yer saptama yöntemleri mevcuttur. Literatürdeki bir çok yöntem, plaka görüntülerinin hemen hemen tam karşından çekildiği varsayımı veya kısıtı altında çalışmaktadır. Genel olarak ayırt saptama ve eşikleme tabanlı plaka yer saptama yöntemleri, plakanın belirli bir açı ile x-y düzleminde dönmelerinden ve kameranın konumundan dolayı oluşan perspektif bozulmalardan kaynaklanan düşük başarıma sahiptir. Literatürde, x-y düzlemindeki dönme açısı, histogram analizi ve karakterlerin altından geçtiği varsayılan baz çizgisinin bularak saptamaya çalışan yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler belirledikleri bu açıyı kullanarak giriş görüntüsünü dönmeden bağımsız hale getirirler. Ancak iki boyutlu plaka görüntüsünden kameranın üç boyutlu uzayda plakaya göre konumunu belirleyen ve bu bilgiyi kullanarak bakış açısından kaynaklanan bozulmayı ortadan kaldıran herhangi bir yöntem bulunmamaktadır. Önerdiğimiz yöntem bölütleme aşamasından önce plaka bölgesini bakış açısından bağımsız hale getirmektedir.

Bir plaka tanıma sistemi, karmaşık artalan ve kamera ile plaka arasındaki bakış açısından kaynaklanan geometrik bozulmalar ve gürültü olan imgelerde de çalışabilmelidir.

Plaka karakterlerinin bölütlenmesi için çeşitli yöntemler önerilmiştir: izdüşüm histogramları ve dikey kenarlar[4], morfoloji [5][6], bağlantılı bileşen analizi kullanan yöntemleri sayabiliriz. Bu yöntemlerin kendine göre kazanımları ve yitimleri bulunmaktadır. Ayrıca bu yöntemler belirli kısıtlar altında çalışmaktadır. Örneğin izdüşüm histogramına dayalı yöntemler plaka doğrultusunun, morfoloji temelli yöntemler ise plaka karakterlerinin boyutlarının bilindiğini varsayar. Bu bildiride plaka yerini saptayan ve karakterleri bölütleyen Gabor dönüşümü ve ilgin doğrultma temelli gürbüz bir yöntem önerilmektedir. Sistemin genel yapısı Şekil 1.'de verilmiştir. Önerilen sistemde, örüntü analizi probleminde

başarı ile uygulanan Gabor dönüşümü yardımı ile araç plakasının kabaca yeri saptanır. Eşikleme ve bağlantılı bileşen analizi ile plakanın koordinatları tam ve kesin olarak belirlenerek plakayı içine alan kutunun sadece plakayı tam olarak içermesi sağlanır. Eşikleme ve bağlantılı bileşen analizi yardımı ile bölütlenmiş plaka üzerindeki karakterler, ilgin doğrultma[7][8] ile plaka üzerindeki karakterler bakıştan bağımsız hale getirilir.



Şekil 1: Önerilen sistemin genel yapısı

Bildirinin ikinci bölümünde Gabor dönüşüm temelli plaka yer saptama yöntemi, üçüncü bölümde plaka karakterlerinin bölütlenmesi, dördüncü bölümde ilgin doğrultma, beşinci bölümde deneysel sonuçlar verilmiştir. Son bölümde ise çıkarımlar anlatılmıştır.

2. Plaka Yer Saptama

Plaka yer saptama modülünün amacı, giriş görüntüsünde yer alan plakanın yerinin saptanmasıdır. Bu işlem, plaka görüntüsü modellemeyi gerektirmez. Bu yüzden, plaka yer saptama modülü giriş görüntüsündeki tüm benekleri iki ana sınıfa ayırır: içinde plaka görüntüsü olmayan bölgelere ait benekler, içerisinde plaka olma olasılığı olan bölgelere ait benekler [9]. Plakaya ait olmayan tüm benekler silinir; plakaya ait tüm benekler ise tutulur. Bu bölgeler plaka aday bölgeleri olarak adlandırılır. Böylelikle plaka içermeyen bölgelere karakter bölütleme ve OKTS işlemleri uygulanmaz. Bu işlemi yapan yöntemin gürbüz, yüksek başarılı ve hızlı olması PTS'nin genel başarımı açısından önemlidir. Plaka aday bölgeleri, bundan sonraki tüm işlemlerin uygulanacağı, içerisinde plaka olması muhtemel ve plaka bölgesini kabaca içeren bölgelerdir.

Önerilen yöntemde plaka aday bölgelerinin bulunması için Gabor dönüşümü uygulanmıştır. Daha önceki çalışmamızda [10] giriş görüntüsüne doğrudan Gabor süzgeçleri uygulanmıştı. Bu çalışmada ise Gabor süzgeci, 4:1 oranında örneklenerek elde edilen düşük çözünürlükteki giriş imgesine uygulanarak plaka aday bölgeleri saptanmıştır. Böylelikle gerçek zamanlı uygulamalar için gerekli hızlanma sağlanmıştır.

2.1. Gabor Süzgeci

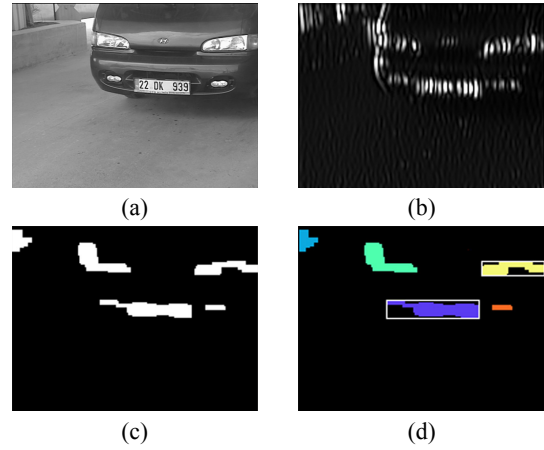
Gabor süzgeci görüntü analizinde kullanılan önemli araçlardan biridir [10][11]. Gabor süzgeçlerinin değişik doğrultu ve ölçeklerdeki çekirdekleri kullanılarak dönme ve ölçekten bağımsız öznelitekt vektörleri elde edilebilmektedir.

Evrışım sonunda elde edilen Gabor süzgeç cevapları plakanın yerinin saptanmasında doğrudan kullanılacaktır.

Gabor süzgeç çekirdekleri plaka karakterlerinin genel karakteristikleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu yüzden kullanılan Gabor süzgeçler plaka bölgesinde en yüksek cevabı üretmektedir. Gabor süzgeçlerle evrışimden sonra araç görüntüsünde plaka karakteristiği taşımayan bölgeler ise bastırılmış olmaktadır. Üç değişik ölçek ve 4 ayrı doğrultuya sahip Gabor çekirdekleri kullanılarak yapılan deneyler sonucunda, dönmenin olmadığı plakalar için, en yüksek enerjiye sahip Gabor cevabını, dikey doğrultuya sahip Gabor çekirdeği için elde edilmiştir. Şekil-2(a)'da giriş görüntüsü ve Şekil-2(b)'de ise Gabor süzgeç cevabı $(r(x,y))$ gösterilmektedir. $r(x,y)$ görüntüsünde beyaza yakın değerler olası plaka bölgelerini göstermektedir.

2.2. Plaka Yerinin Saptanması

Şekil-2'de verildiği gibi, giriş görüntüsü ilk olarak Gabor süzgeçten geçirilmektedir. Elde edilen görüntü üzerindeki yüksek gri düzeye sahip, beyaza yakın alanlar plaka olması muhtemel bölgeleri göstermektedir.



Şekil 2: (a) Giriş görüntüsü, (b) Gabor cevabı, (c) Gabor cevabın eşiklenmiş ve morfolojik işlem uygulanmış hali, (d) Olası plaka bölgeleri.

Gabor süzgeçten geçen giriş görüntüsü Otsu eşikleme yöntemi ile ikili görüntü haline çevrilir ve ardından görüntüye morfolojik işlemler uygulanır. Ortalama araç plakası boyu ve plaka karakterleri arasındaki boşluk dikkate alınarak seçilmiş uygun bir dikdörtgen yapısal eleman yardımıyla yatay yönde genişletme uygulanır. Morfolojik genişletme işlemi sonucunda plaka bölgesi içerisinde ayrı öbekler halinde bulunan plaka karakterleri bir araya getirilmiş olur (Şekil-2(c)). Fakat genişletme sadece yatay ekseninde olduğu için plaka bölgesi gerçek boyutundan yatay yönde daha uzun bir hale gelmiş olur. Plaka bölgesini özgün boyutuna getirmek için aynı yapısal elemanla morfolojik erozyon işlemine tabi tutulur. Genişletme ve erozyon işlemleri sonucunda bazı istenmeyen öbekler birleşebilir, bu etkiyi gidermek için başka bir uygun yapısal elemanla sırasıyla erozyon ve genişletme işlemi uygulanır. Bu sayede plakayı içine alan bir bölge oluşturulmuş ve bu bölgenin içi tamamen doldurulmuş olur.

Bütünsel öbekler haline getirilmiş ikili imgeye bağlantılı bileşen analizi uygulanarak her öbek ayrı bir renk ile etiketlenir. Etiketlenen her bölgenin boy, genişlik, alan, en-boy oranı ve görüntü içerisindeki konak bilgileri bulunur. Bu

bilgiler, denemeler neticesinde saptanmış plaka kurallarından oluşan uzman sisteme giriş olarak sunulur. Plakanın yerinin saptanmasının aşamalı olarak gösterimi Şekil-2'de verilmiştir. Bulunan her bölge farklı bir renkte boyanmıştır. Şekil-2(d)'de kutu içine alınmış bölgeler, bir sonraki modül olan, uzman sisteme giriş olarak verilecektir.

3. Plaka Karakterlerinin Bölütlenmesi

KBS'nin amacı bir önceki modül olan PYS'den gelen plaka aday bölgelerinde, plakaya ait karakterleri/rakamları OCR'da en yüksek başarımla verecek şekilde bölütlemek ve bölütlenen karakter sayısını kontrol ederek PYS'den gelen plaka aday bölgesinin gerçek plaka bölgesi olup olmadığına dair son kontrolü yapmaktır. Ayrıca, KBS modülünde saptanan plakaya ait rakamların/karakterlerin konum bilgilerini kullanarak plakanın kamera ile arasındaki açı bilgisini belirleyen ve bu bilgiyi kullanarak plaka bölgesini "bakıştan bağımsız" hale getiren bir modül KBS'nin içinde yer almaktadır.

Araç plakasına ait görüntüyü şu şekilde ifade edebiliriz. Sabit artalan üzerinde yüzen, birbirine benek komşuluğu olmayan ve artalanla arasında yüksek kontrasta sahip, genellikle aynı ebatlardaki karakter ve rakamlardan oluşmuş dikdörtgensel alan. Plaka üzerinde yer alan, plaka karakteri olma kurallarına uyan ve plaka üzerindeki başkaca bir nesneye değmeyen bloklar plaka karakter aday bölgesi olarak belirlenecek, diğer bölgeler ise silinecektir.

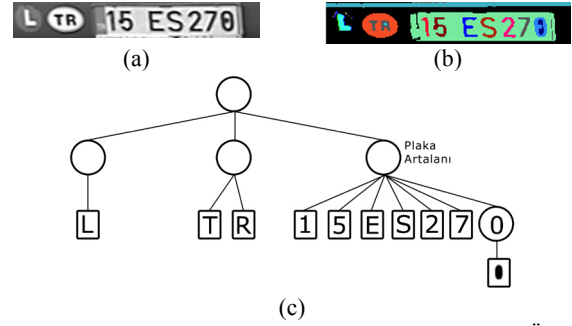
Yukarıda belirtildiği gibi KBS'nin görevi plaka üzerindeki rakamı/karakterini kesip, bir sonraki modüle uygun hale getirmektir. Bu işlemler PYS'den gelen tüm aday bölgelere uygulanmaktadır.

Önerdiğimiz KBS yönteminde[11] karakterlerin bölütlenmesinde ilk aşama eşiklemedir. Gabor süzgeci tanıma işleminde iyi sonuç üretmesine rağmen, Gabor süzgecinin bölütleme başarımlı düşüktür. Yanlış alarmları önlemek ve plaka üzerindeki karakterleri kesin sınırlarına bölütlemek için, otsu eşikleme kullanılmıştır.

Plakanın sabit bir artalanla yüzen karakterlerden oluştuğunu bildiğimiz için, eşikleme işleminden geçen görüntüye, hiyerarşik bağlantılı bileşen analizi uygulanır. Eşiklemeden geçen plaka aday bölgelerinde büyük bir imge bölgesi içinde daha küçük ebatlarda ama yeterli sayıda imge bölgesi içeren imge bölgeleri plaka bölgesi olarak belirlenir. Bu yapı ağaç benzeri bir yapı ile ifade edilirse yaprakların her biri plakanın karakterlerini temsil ederken, yaprakların bağlı olduğu düğüm plakanın artalanını bize verecektir. Bu gösterim tarzı Şekil 3'te verilmiştir.

Hiyerarşik imge bölgesi boyama işleminde karakterler ve karakterlerin üzerinde yüzdüğü artalan net bir şekilde saptanabilmektedir. Plaka karakterlerin artalan üzerinde yüzdüğü bilindiği için, ağacın yapraklarını oluşturan aday karakterlerin, aynı artalanla ait beneklere komşu olması şartına bakılarak hatalı bölütleme sayısı azaltılır. Ayrıca imge bölgesinde yapılan bağlantılı bileşenler analizi aşamasında her imge bölgesine ait alan bilgisi, en-boy oranı, imge bölgesini içine alan kutunun genişliği, boyu gibi bilgiler kullanan karakter bölütleme uzman sistemi, karakter olamayacak imge bölgelerini eler. Tüm özellikleri uyan plaka aday bölgeleri, belirlenen artalan imge bölgesine yapışacak şekilde yeniden belirlenir. Bu sayede Gabor süzgecinin kabaca belirlediği plaka bölgesini içine alan dikdörtgensel

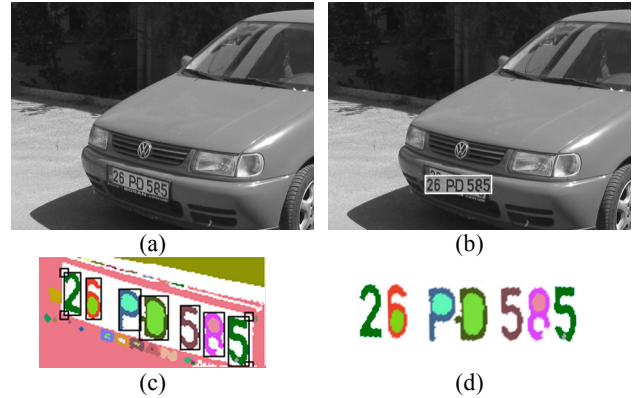
alan, sadece plaka artalanını kesecek şekilde tekrardan ve daha hassas olarak belirlenmiş olmaktadır.



Şekil 3: Hiyerarşik Bağlantılı Bileşen gösterimi (a) Özgün plaka görüntüsü, (b)Bağlantılı Bileşen Analizi ve İmge Bölgesi Boyama sonucu, (c) Bağlantılı Bileşenlerin ağaç yapısı gösterimi.

4. İlgin Doğrultma

KBS modülünde bölütlenen her karakterin konum bilgileri kullanılarak plakadaki kamera ve aracın konumuna bağlı olarak oluşabilecek bakış açısı bozulmaları bu modülde giderilmektedir. Tanıma ve bölütleme başarımlarını arttırmak için tabela gibi imgeler için kullanılan ilgin doğrultma yöntemi [7] ve [8] kullanılmıştır. Fakat adı geçen çalışmada ilgin doğrultma işlemi için, Hough dönüşümü kullanılarak çizgiler saptanmış ve yöntem özel olarak tabelanın çerçevesinden geçen doğrular bulunarak bakış açısı kestirimi yapılmıştır. Ancak ele aldığımız plaka problemi için ilk plaka karakterini çevreleyen kutunun sol üst ve sol alt, son plaka karakterini çevreleyen kutunun sağ üst ve sağ alt noktalarından yararlanılarak bu noktalardan geçen doğrular saptanmıştır. Basitçe, ortaya çıkan yamuk geometrisindeki plaka bölgesi (Şekil-4(a)), dikdörtgene eğritilerek, plakadaki bakış açısı bozulması giderilir (Şekil-4(b)).



Şekil 4: İlgin doğrultma:(a) Giriş görüntüsü, (b) doğrultma sonucu, (c)giriş görüntüsündeki plaka imgesi için bölütleme sonrası karakterler, (d) doğrultulmuş plaka imgesi için bölütleme sonrası karakterler.

5. Deneysel Sonuçlar

Geliştirilen sistemin başarımlı gerçek veriler üzerinde yapılan bir dizi deneysel çalışmalarla sınanmıştır. Bu bölüm bu deneylerin sonuçlarını içermektedir. Deneylerde kullanılan test imgeleri İstanbul Teknik Üniversitesi Çoğul Ortam

Merkezi tarafından sağlanmıştır. İmge veritabanında gece ve gündüz çekilen farklı ülkelere ait binek aracı ve tır görüntüleri yer almaktadır. Yöntemde, plaka karakterlerinin fontu, büyüklüğü, sözdizimsel sıralanışı ile ilgili herhangi bir varsayım kullanılmamıştır. Bunun dışında veritabanında birden fazla plaka içeren imgelere de yer verilmiştir. Veritabanında toplam 300 imge yer almaktadır. Bunlardan 167 tanesi gündüz diğerleri gece çekilmiştir. İmgelerin çözünürlükleri 512×384 ile 768×576 arasında, plaka boyutları ise 173×37 ile 211×47 arasında değişmektedir.

Denemelerde giriş görüntüsü, genişliği 150 benek olacak şekilde küçültüldükten sonra, görüntüye dikey doğrultuda, 9x9 büyüklüğündeki Gabor süzgeci kullanılmıştır. Diğer analizler ise imgelerin özgün boyutlarında yapılmıştır. Karakter bölütlemesi sırasında ise Tablo-1’de verilen nitelikler elde edilir.

Deneylerde Intel® Pentium® 4 2.8 GHz işlemci ve 2GB kapasitesinde bellek bulunan bir bilgisayar kullanılmıştır. 512x384 boyutlarındaki bir imge için ortalama işlem süresi yaklaşık 0.055 saniyedir. İşlem süresi, giriş imgesinin boyutlarına ve imgedeki plaka sayısına bağlıdır.

PTS sisteminin başarımı için [10]’de tanıtılan başarımlar kriteri kullanılmıştır. Burada başarımlar, doğru olarak saptanan karakter sayısının toplam karakter sayısına oranı olarak tanımlanmıştır. Veritabanındaki imgelerdeki plakalarda toplam 1302 adet karakter yer almaktadır. Bu değerler elle yapılan gözlem sonucu elde edilmiştir. Geliştirilen yöntemle 186 plakadan 184 tanesi doğru olarak saptanırken, 1275 karakter doğru olarak bölütlenmiştir. Tablo-2’de elde edilen başarımlar sonuçları sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar yöntemin verilen imgelerdeki plakaları saptama ve karakterlere bölütlemeye oldukça başarılı olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 1: Öbek öznelikleri

Öbek Alanı	Öbek sayısı
Öbek Yüksekliği	Öbek genişliği
Öbeğin Yerleşkesi	Öbekler arası uzaklık

Tablo 2: Plaka yer saptama ve plaka karakterleri bölütleme başarımları

	Oran	Sonuç
PYSS	184 / 186	98,9 %
KBS	1275 / 1302	97,9 %

6. Sonuçlar

Yukarıda verilen sonuçlara bakıldığında önerdiğimiz sistemin araç plaka bölgelerinin yerinin saptanmasında oldukça etkin olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada literatürde plaka yerinin saptanması için sunulan karmaşık yöntemlere gerek duyulmadan, sadece Gabor süzgeç ve basit morfolojik işlemler yardımıyla plaka yer saptama probleminin çözülebileceği gösterilmiştir. Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi’nde yürütülmekte olan İTÜ Plaka Tanıma Sisteminde kullanılan yöntemlere alternatif bir çözüm olarak sunulmaktadır.

İlgili doğrultma işlemi, PYSS ve KBS’nin başarısıyla doğrudan ilgilidir. Karakter olmayan bir öbeğin seçilmesi gibi, KBS’den gelebilecek yanlış bir bilgi, doğru olmayan

ilgin doğrultma yapılmasına neden olacaktır. Doğru bölütlenmiş plaka karakterleri için yapılan ilgin doğrultma işlemi her zaman kesin sonuç vermektedir.

Sonuç olarak, bu bildiride plaka yer saptama problemi için yeni ve gürbüz bir sistem tanıtılmış ve önerilen sistemin plakaların yerini etkin bir şekilde bulduğu ve plaka karakterlerini başarılı bir şekilde bölütlediği, ayrıca oluşabilecek bakış açısı bozulmalarına karşı gürbüz olduğu da gösterilmiştir.

7. Kaynakça

- [1] Kamat, V. and Ganesan, S.: An efficient implementation of the Hough transform for detecting vehicle license plates using DSP'S, Real-Time Technology and Applications, Symposium (1995).
- [2] Barroso, J., Rafael, A., Dagless, E. L., Bulas-Cruz, J.: Number plate reading using computer vision, IEEE – International Symposium on Industrial Electronics ISIE’97. Universidade do Minho, Guimarães, (1997).
- [3] Kim, K., Jung K., and Kim, J. H., Color Texture-Based Object Detection: An Application to License Plate Localization, LNCS 2388, p. 293 ff.
- [4] Yong, D. K., and Mei, Y., 2000, “An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical Edge Matching,” IEEE International Conference, vol. 4, pp. 2975-2980.
- [5] Hongliang, B., Changping, L., A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology, ICPR04, pp. 831-834, 2004.
- [6] Hsieh, J.W., Yu, S.H, Chen, Y.S., Morphology-based license plate detection from complex scenes, ICPR02, pp. 176-179, 2002.
- [7] Chen X., Yang J., Zhang J., Waibel A., Automatic Detection and Recognition of Signs from Natural Scenes, IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, No. 1, pp. 87-99, 2004.
- [8] Chen X., Yang J., Zhang J., Waibel A., Automatic Detection of Signs with Affine Transformation, Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 32-36, Dec. 3-4, 2002, Orlando, FL, USA.
- [9] Lienhart, R., Stuber F., Automatic text recognition in digital videos. In University of Mannheim, Department of Computer Science, Technical Report TR-95-036, 1995.
- [10] Kahraman F., Gökmen M., Gabor Süzgeçler Kullanılarak Taşıt Plakalarının Yerinin Saptanması, Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, sayfa 317-322, Koç Üniv., 2003.
- [11] Kahraman F., Kurt B., Gökmen M., License Plate Character Segmentation Based on the Gabor Transform and Vector Quantization, ISCIS, pp. 381-388, 2003