

## Üç Katmanlı Süzgeç Öbekleri İle Plaka Çıkarma İşlemi

### Extracting License Plates From Images With 3-Tier Filter Banks

Serkan Demir, Hamit Henrik Eryılmaz, Aytül Erçil  
Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul  
serkandemir@su.sabanciuniv.edu, hhamit@su.sabanciuniv.edu,  
aytulercil@sabanciuniv.edu

#### Özetçe

Gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, bir kamera düzeneği ile görüntüleri alınan araçların plakalarının resimlerden çıkarılma işlemidir. Günümüzde plaka çıkarma problemi üzerine bir çok yöntem uygulanmıştır ve farklı yollar ile resimlerden plakalar çıkarılmaya uğraşmıştır. Bu bildiride ise plakaların resimlerden çıkarılması için üç katmanlı süzgeç öbekleri kullanılmıştır. Süzgeç öbekleri olarak, band-geçirgen özelliği ile plaka karakteristiğine uyum gösteren Gabor süzgeçleri tercih edilmiştir. Tek seviyeli bir süzgeçleme yerine farklı varyans değerlerine sahip üç katmanlı bir süzgeçleme uygulanmıştır.

#### Abstract

The purpose of this project is to extract the license plates from images which are taken from a camera system. Nowadays, there are many different applied methods which deal the problem of extracting plates. In this paper, the images are processed with 3- tier filter bank and successful results are taken. Gabor filters which have band-pass characteristics are preferred as filter bank. Instead of single filtering, 3-tier filtering system with different variances are applied.

#### 1. Giriş

Plaka tanıma sistemlerine trafik düzenlemelerinde, otopark giriş ve çıkışlarında, otomatik geçiş sistemlerinde ve çalıntı araçların takibinde çok fazla gereksinim duyulmaktadır. Bu gereksinimi gidermek amacıyla bu konuda günümüzde çok fazla araştırma yapılmaktadır[1][2][3]. Bu araştırmalar sonucunda farklı yöntemler uygulayan plaka tanıma sistemleri oluşturulmuştur. Plaka çıkarma işlemi ise plaka tanıma sistemlerinin en önemli parçalarından biridir. Plaka tanıma sisteminin kusursuz işlemesi için plakalar resimlerden tam boyutlarında çıkartılmalı ve plakaların karakterleri korunmalıdır. Kusursuz bir plaka tanıma sistemi yüksek yüzde ile resimleri tanımalı ve gerçek zamanda çalışabilmesine olanak sağlaması açısından da yoğun bir hesaplama gerektirmemelidir.

Plaka çıkarma sistemlerinin çalıştığı ortamlar doğada yer aldığı için doğanın her türlü etkisi imgelerde görülür. Gece-gündüz şartları, güneş ışığı gibi doğal etkenler plaka tanıma sistemlerinin iyi sonuç vermelerini engelleyebilir. Bu nedenle oluşturulacak olan sistemlerin yukarıda belirtilen gürültü sayılabilecek etkenleri imgelerden yok

etmesi veya onlardan etkilenmeden plakayı çıkartması gerekmektedir. Aksi takdirde çalışmalar iyi sonuç vermemekte ve imgelerde gürültüyü içeren alanlar plaka olarak algılanabilmektedir. İmgeler üzerinde yapılan filtreleme gibi ön işlemler gürültüyü yok ederken plakanın çevresine ve plakanın içerisindeki karakterlere de zarar vermekte ve plaka çıkarma işleminin iyi sonuç vermesini engellemektedir. Bu nedenle imge işleme alanında çok popüler nesne tanıma yöntemleri olarak bilinen kenar sezimi ve morfolojik işlemler gürültü faktöründen dolayı iyi sonuç vermemektedir.

Bu bildiride uygulanan üç katmanlı süzgeçleme yöntemi ile gürültü bileşenlerine rağmen plakanın yeri bir çok imgede başarı ile bulunabilmektedir. Giriş imgeleri incelendiğinde özellikle plaka bölgesinde siyah ve beyaz geçişinin çok fazla olduğu ve plakaya özgü olan bu geçişlerin plaka imgesini giriş imgesinden ayırt edilmesini sağlayan önemli bir özellik olduğu dikkat çeker. Bu farklılığı kullanarak plaka çıkarma işlemi uygulama amacıyla frekans bölgesinde çalışmak ve çeşitli süzgeçler ile giriş imgesinin frekans spektrumunu şekillendirmek uygun bir yoldur. Ancak kullanılacak olan süzgeçlerin tipi ve oluşturulurken alacakları parametreler çok iyi seçilmelidir. Ayrıca bu seçilecek olan süzgeçlerin sayısı ve frekans aralıkları da işlenecek olan imge kümesine uygun olarak seçilmelidir.

Bu bildiride özet kısmında değinildiği üzere Gabor süzgeçleri kullanılmaktadır. Gabor süzgeçleri band geçirgen bir yapıya sahip olduğundan uygun periyot, varyans, dönme açısı, büyüklük ve sayıda kullanıldığında, plaka karakterlerinin olduğu bölgedeki siyah-beyaz geçişini sonuç imgesinde ortaya çıkarmakta ve frekans aralığında yer almayan resimdeki diğer ayrıntıları ise bastırmaktadır. Plaka bölgesinde süzgeçlemeler sonucu ortaya çıkan görüntü ise bize plakanın yeri hakkında doğru bir bilgi vermektedir.

Bildirinin 2. bölümünde Gabor süzgeçleri hakkında genel bilgi verilmekte, 3. bölümde projede kullanılan yöntemler detaylandırılmakta, gerçekleştirilen deneyler ise 4. bölümde özetlenmektedir.

#### 2. Gabor Süzgeçler

Gabor süzgeçleri imge işleme alanında uzun sürelerdir farklı amaçlarla kullanılmaktadır [4]. İnsan

gözünün korteksinde yer alan ve görmeyi sağlayan hücrelerin Gabor süzgeçleri ile modellenebileceğini gösteren çalışmalar, [5] [6] bu süzgeçlerin kullanımına ait olan eğilimi artırmıştır.

Gabor süzgeçleri frekans ve yönelim seçici özellikleri bulunan band geçiren süzgeçlerdir. 2 boyutlu Gabor fonksiyonu  $x$  ve  $y$  boyutlarında uzanan bir Gauss zarfının bir sinüs fonksiyonu ile modülasyonu sonucu ortaya çıkar(1). Dönme açısı, Gauss bileşeninde yer alan dikey ve yatay varyans bileşenleri, evrişim maskesinin büyüklüğü Gauss süzgeçlerinin yapısını etkileyen etkenlerdendir. Plaka tanıma işleminde bu etkenler plakanın ve içerisinde yer alan karakterlerin yapıları gözönünde bulundurulurarak seçilmiştir.

$$g(x,y;T,\phi) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right) \cos\left(\frac{2\pi x_\phi}{T}\right) \quad (1)$$

$$x_\phi = x \cos \phi + y \sin \phi$$

$$y_\phi = -x \sin \phi + y \cos \phi \quad (2)$$

Gabor fonksiyonu bazı çalışmalarda iki ortogonal fonksiyon(3) olarak incelenir [8].

$$g(x,y,T,\phi) = h_x(x;T,\phi) \cdot h_y(y;\phi) \\ = \left\{ \exp\left(-\frac{x_\phi^2}{2\sigma_x^2}\right) \cos\left(\frac{2\pi x_\phi}{T}\right) \right\} \\ \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{y_\phi^2}{2\sigma_y^2}\right) \right\} \quad (3)$$

Bu ortogonal fonksiyonlar dikkatlice incelendiğinde kosinüs bileşenini içinde bulunduran fonksiyonun 1 boyutlu band-geçiren Gabor süzgeci olarak, Gauss bileşeninin ise alçak geçiren süzgeç olarak görev yaptığı görülür. Bu iki fonksiyonun band-geçiren ve alçak geçiren özellikleri plaka karakterlerin oluşturduğu siyah-beyaz geçişiminin örneğinin ortaya çıkarılmasında önemli rol oynarlar.  $X$  doğrultusundaki varyans bileşeni  $\sigma_x$  çok küçük olarak seçildiğinde band-geçiren bileşenin alçak-geçiren yapıya büründüğü ve seçilecek olan kesim sıklığına göre plaka aday olmayan bölgelerin frekans spektrumları süzgeçlenmiştir. Yine benzer olarak  $\sigma_y$  bileşeni çok büyük olarak seçildiğinde ise süzgeç mükemmel bir band-geçiren yapıya sahip olarak, süzgeçlendiği alanda bir çok ayrıntıyı ortaya çıkarmaktadır. Bu bildiride 3 katmanlı sistem (çok büyük - çok küçük - çok büyük varyans bileşenli) Gabor süzgeç yapılarının varyans bileşeni ile değişmesi özelliği göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. 3. kısımda bu katmanlar ve süzgeçlerin yapıları detaylı olarak anlatılacaktır.

### 3. Uygulama Adımları

Projede kullanılan yöntemler ve aşamalar aşağıda detaylandırılmıştır:

**3.1 Kontrast Genişletme:** Plaka çıkarma sisteminin ilk adımı olarak tüm giriş imgelerine kontrast genişletme ön işlemi uygulanmaktadır. Bu uygulamaya gece-gündüz şartlarından ve aydınlanma sorunlarından doğabilecek problemler en aza indirilmektedir.

**3.2 Gabor Süzgeçlerinin Oluşturulması:** Gabor süzgeçleri ile yapılan çalışmaların [7][8] en önemli parçası Gabor süzgeçlerinin oluşturulması işlemidir. 2.kısımda yer verildiği üzere Gabor süzgeçleri farklı varyans, kesim sıklığı ve dönme açısı parametreleri ile çok farklı sonuçlar vermektedir. İşlemlerin iyi sonuç vermesi için bu parametreler uygulanacak olan giriş imgesinin ve istenen çıkış imgesinin karakteristiğine göre optimum olarak seçilmelidir. Ayrıca Gabor süzgeçlerinin oluşturulması yoğun bir hesapsal işlem gerektirir. Kullanılacak olan Gabor süzgeçlerinin sayısı ve büyüklükleri plaka çıkarma sisteminin gerçek zamanda çalışmasına imkan vermesi amacıyla mümkün olduğunca minimum tutulmalıdır.

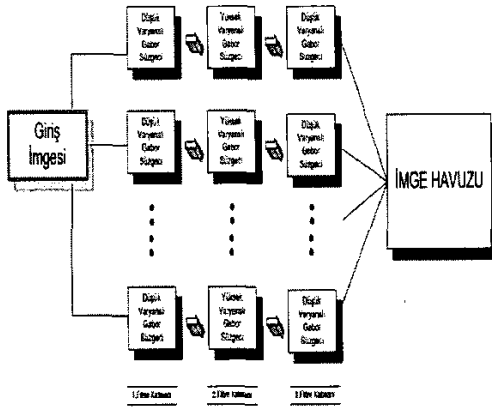
**3.2.1 Süzgeçlerin Parametre Seçimi:** 2. kısımda üzerinde durulduğu gibi Gabor süzgeçlerinin oluşturulmasında seçilmesi gereken dört önemli parametre vardır; evrişim maskesinin büyüklüğü, varyans bileşenleri, frekans kesim değeri ve dönme açısı. Üç katmanlı bir süzgeçleme sistemi oluşturulduğundan, üç katman için bu parametreler plaka bölgesindeki karakterlerin beyaz-siyah geçişimin sıklığı, karakterlerin kalınlığı ve imgelerde yer alma açıları göz önünde bulundurulurarak seçilmiştir.

Yapılan testler sonucunda **evrişim maskesinin büyüklüğü** üç katman için de 7 olarak seçilmiştir. Gabor süzgeçleri kullanılarak yapılan başka bir plaka çıkarma sisteminden[1] farklı olarak 3 katmanlı bir sistem oluşturulduğu için o çalışmaya oranla daha küçük bir maske kullanılmıştır.

**Varyans bileşenleri** ise yatay varyans bileşenini oluşturacağı bilgi kullanılacağı için  $\sigma_x$  ile  $\sigma_y$  değerleri aynı olarak seçilmiştir. 2. kısımda vurgulandığı gibi varyans bileşenleri süzgeçin karakteristiğini direk olarak etkilemektedir. 3 katmanlı sistemin 1. katmanında çok düşük bir varyans değeri kullanarak Gabor süzgecinin kosinüs bileşeninin yapısı (bknz.(3)) alçak geçiren bir biçime getirilmektedir. Bu katman sayesinde imgedeki frekans aralığının dışında kalan gürültü bileşenleri başarılı bir şekilde elenmektedir. 2. katmanda ise çok yüksek bir varyans değeri ile 1.katmandan gelen imgenin frekans spektrumu şekillenmektedir. Yüksek varyans değeri 1.katmandan gelen imgedeki detayları güçlendirerek plaka bölgesindeki beyaz siyah geçişimini daha belirgin hale getirir. 3. katmanda ise 2.katmandan gelen belirginleşmiş karakterler içeren imge düşük varyans bileşeni ile süzgeçlenerek sonuç imgeleri oluşturulur.

Gabor süzgeçlerinin **dönme açısı** plaka bölgesindeki karakterlerin yatay doğrultu ile yaptığı açıya bağlı olarak seçilmelidir. Bu projede kullanılan

giriş imgelerinde plakalar yatay eksen ile 90 ve 135 derecelik aralıkta bulunduğu için kullanılan süzgeç öbeklerinin dönme açıları 90 ve 135 olarak seçilmiştir. Plakanın yatay eksen ile yaptığı açıdan bağımsız olarak bir sistem oluşturulmak istenirse bu dönme açıları artırılarak süzgeç sayısı artırılmalıdır. Ancak bu da hesapsal yoğunluğu beraberinde getirecektir. Plakaları yere paralel hale getirmek için çok sık kullanılan bir yöntem olan Hough transformu [9] yine benzer olarak sistemin çalışma hızını uygun değerlerde tutmak amacıyla bu projede benimsenmemiştir.

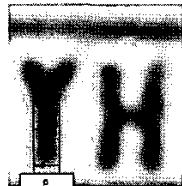


Şekil 2: 3 katmanlı süzgeç öbek sistemi

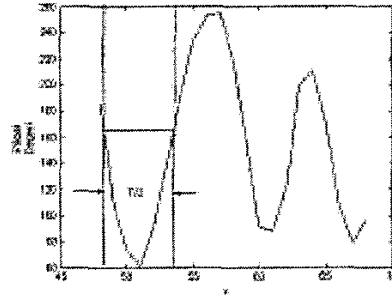
Son olarak, kullanılacak olan süzgeçlerin frekans kesim değerleri en önemli parametrelerden biridir. Bu parametreyi etkileyen husus, plaka bölgesindeki karakterlerin kalınlıkları ve siyah-beyaz geçişimin sıklığıdır. Genel olarak plaka bölgesinde çok farklı kalınlıkta harfler ve sayılar bulunabilmektedir. Bu yüzden tek bir frekans değeri geniş bir imge topluluğuna sonuç verememektedir. Süzgeçlerin öbekler halinde kullanılmasının en önemli sebebi farklılık gösteren kalınlıktaki karakterlerdir (bkz. Şekil 3-4-5) Bu yüzden 3 katman için ayrı ayrı frekans aralıklarına göre öbekleri oluşturulmuştur ve sonuç olarak da çıkan imgeler imge havuzunda toplanmıştır (bkz. Şekil 2).



Şekil 3: Plaka imgesi

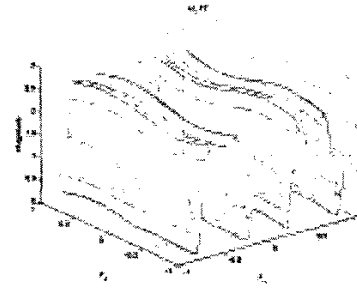


Şekil 4: Karakter kalınlığı

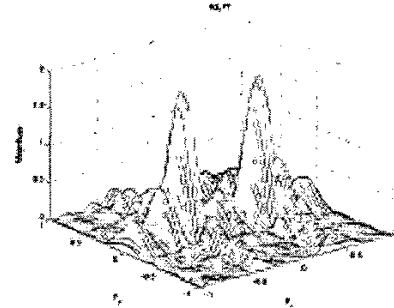


Şekil 5: Piksel dağılımına göre frekans seçimi

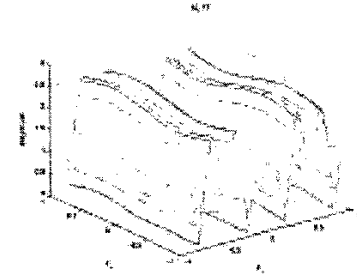
Gabor süzgeçlerinin parametreleri yukarıda anlatılan yöntemler ile seçilir ve 3 katmanlı süzgeç öbekleri oluşturulur. Şekil 6-7-8 de oluşturulan süzgeç öbeklerinden bazılarının 2 boyutlu frekans spektrumları verilmiştir.



Şekil 6: 1. Katman düşük varyanslı süzgeç örneği



Şekil 7: 2. Katman yüksek varyanslı süzgeç örneği



Şekil 8: 3. Katman düşük varyanslı süzgeç örneği

3.2.2 Süzgeçleme işlemi: Giriş imgeleri gerekli ön işlemlerden sonra bir önceki adımda oluşturulan

süzgeçlerden arka arkaya evriştirilerek geçirilir. Her katmanda belirli frekans aralıkları güçlendirilirken, plakanın dışındaki kalan ayrıntılar ise bastırılmaktadır. Sonuç olarak 3 katmanlı, farklı frekans kesim aralıklarıyla oluşturulmuş süzgeçlerden geçen imgeler bir imge havuzunda toplanmaktadır. Şekil 9-10-11 de her katman sonucunda çıkan imgelerden örnekler verilmektedir.



Şekil 9: 1. katman sonuç imgesi



Şekil 10: 2. katman sonuç imgesi



Şekil 11: 3. katman sonuç imgesi

**3.3 Plaka Alanı Doldurma ve Şablon Eşleme: 3.** Katman sonucunda çıkan imgeler incelendiğinde plaka bölgesinde beyaz-siyah geçişimler başarı ile işaretlenmiştir. Bir sonraki adım olarak morfolojik işlemler ile bu geçişimlerin olduğu alanların içleri doldurulur. Böylece plakanın bulunduğu alan beyaz, alt zemin siyah olacak şekilde doldurulmuş bir ikili imge oluşturulmuş olur.(bknz Şekil 12).



Şekil 12: Plaka alanı doldurulmuş imge

Son işlem olarak ise imge havuzunda toplanan imgelerden en uygun olanı seçilerek optimum plaka bölgesi verilmektedir. Bu amaçla plakalara ait biçim özellikleri toplanarak bir öznitelik veritabanı oluşturulmuştur. Toplanan aday alanlarından çıkartılan öznitelikler bu veritabanı ile karşılaştırılarak şablon eşleme yapılır ve sonuç olarak tek bir çıkış imgesi verilir.

#### 4. Deneysel Sonuçları

Bu projede 40 adet 3 katmanlı süzgeçten oluşturulmuş bir öbek kullanarak 30 giriş resminde 26 adet başarılı sonuç elde edilmiştir (%86.6 doğru

bulma oranı). Süzgeç sayısı 60 a çıkarıldığında bu oran %90 a çıkmaktadır. Yanlış bulunan imgelere bakıldığında bu imgelerdeki karakterlerin frekans spektrumlarının kullanılan süzgeçlerin frekans kesim aralıklarından farklı olduğu görülmüştür.

#### 5. Vargılar

Deneysel sonuçlarında oluşturulan plaka çıkarma sisteminin sonuçları kullanılan Gabor süzgeç öbeklerinin frekans aralıkları ve dönme açıları ile çok yakından bağlı olduğu görülmüştür. Farklı frekans ve farklı dönme açılarına sahip çok sayıda süzgeç öbeği kullanmak sistemin süratini düşürürken, geniş bir giriş imge topluluğunda başarıyla plaka yerini saptama olasılığını ise artırmaktadır. Sistemin süratini artırmak amacı ile plaka parametreleri, süzgeçlerin minimum miktarda örtüşmesini sağlayacak şekilde seçilmelidir[10]. Bu şekilde süzgeç öbeklerinin sayısı düşürülüp, işlem yoğunluğu azaltılabilir. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

#### 6. Teşekkür

Proje çalışmaları sırasında destek veren Fatih Kahraman'a desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

#### 7. Kaynakça

- [1] Fatih Kahraman, Muhittin Gökmen, "Gabor Süzgeçler Kullanılarak Taşıt Plakalarının Yerinin Saptanması", *SIU 2003 bildirilen kitabı*. Sayfa 367, 18-20 Haziran 2003
- [2] C. Hwang, S.Shu, W.Chen, K.Wen, "A PC-based License Plate Reader" *Proceedings Machine Vision Applications, Architectures and System Integration*, Boston, MA, Vol. SPIE 1823, pp. 272-283 November 17-18,1992.
- [3] J.A.G. Nijhuis, M.H.ter Brugge,K.A Helmholtz,J.P.W.Pluim,L.Spaanenburg, "Car License Plate Recognition with Neural Networks and Fuzzy Logic" *Proceedings of the ICNN'95* pp.2232-2236,Vol.V,Perth (Western Australia),November, 1995
- [4] D.Gabor, "Theory of communication" *J. Inst. Elect. Eng. London*, vol.93, pp.429-457,1946.
- [5] S.Marceljia, "Mathematical description of the responses of simple cortical cells" *J. Opt.Soc.Amer.*, Vol.70, pp.1297-1300, Nov.1980.
- [6] J.G. "Two-dimensional spectral analysis of cortical receptive field Daugmann, profiles," *Vision Res.*, vol.20, pp.847-856, 1980
- [7] Jianwei Yang, Lifeng Liu, Tianzi Jiang, Yong Fan "A modified Gabor filter design method for fingerprint image enhancement" *Pattern Recognition Letters* 24 (2003) 1805-1817.
- [8] Z.Sun, G.Bebis, R.Miller "Improving the Performance of On-Road Vehicle Detection by Combining Gabor and Wavelet Features" *Proceedings of IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems* 3-6 September 2002, Singapore.
- [9] K. M. Kim, B. J. Lee, K. Lyou, and G. T. Park. "The automatic recognition of the plate of vehicle using the correlation coefficient and Hough transform". *Journal of Control, Automation and System Engineering*, 3(5):511-519, 1997.
- [10] T. Bhangale; U. Desai; U. Sharma, "An Unsupervised Scheme for detection of microcalcifications on mammograms". *Int. Conf. On Image Processing (ICIP-2000)*, Sept. 10 - 13, 2000, Vancouver B.C., Canada.