



Classification of Geometric Objects Using Image Processing Techniques

Mehmet KAYAKUŞ¹

Keywords

Image processing,
Classification,
Geometric objects,
Regionprops.

Abstract

Detection and classification of objects in industrial systems is a common practice. In this study, the algorithm and program that perform the classification of four different geometric objects using image processing techniques are designed. The basic working logic of the algorithm is to determine the distinctive basic attributes of geometric objects consisting of circles, squares, rectangles, and conceived triangles. In this study, several image processing techniques were applied using the image processing toolbox of the Matlab program. The image was first converted to black and white due to the difficulty of working with images in RGB image format. Filtering and morphological operations are then performed on the image, respectively, and the main characteristics of images, such as center of gravity and boundary pixel values, have been identified to determine the image attributes. As a result of studies on 400 test images, classification was carried out with a success rate of 98%.

Article History

Received
28 Nov, 2020
Accepted
30 Dec, 2020

Geometrik Nesnelerin Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Sınıflandırılması

Anahtar Kelimeler

Görüntü işleme,
Sınıflandırma,
Geometrik
nesnelere,
Regionprops.

Özet

Endüstriyel sistemlerde nesnelere tespit edilmesi ve sınıflandırılması sıklıkla kullanılan bir uygulamadır. Bu çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak dört farklı geometrik nesnenin sınıflandırmasını gerçekleştiren algoritma ve program tasarlanmıştır. Algoritmanın temel çalışma mantığı daire, kare, dikdörtgen ve eşkenar üçgenden oluşan geometrik nesnelere ayırt edici temel özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışmada Matlab programının görüntü işleme araç kutusu kullanılarak bir dizi görüntü işleme tekniği uygulanmıştır. İlk önce RGB resim formatındaki görüntülerle çalışmanın zorluğundan dolayı görüntü siyah beyaza dönüştürülmüştür. Daha sonra görüntü üzerinde sırasıyla filtreleme ve morfolojik işlemler yapılmakta ve görüntü özelliklerini belirlemek için görüntülerin ağırlık merkezleri ve sınır piksel değerleri gibi temel özellikleri tespit edilmiştir. 400 test görüntüsü üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda %98 başarı oranı ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Makale Geçmişi

Alınan Tarih
28 Kasım 2020
Kabul Tarihi
30 Aralık 2020

¹ Corresponding Author. ORCID: 0000-0003-0394-5862. Dr. Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi, mehmetkayakus@akdeniz.edu.tr

1. Giriş

Dijital görüntü iki boyutlu (gri görüntü, ikili görüntü) veya üç boyutlu (RGB renkli görüntü) bir matristir (Zneit, Alqadi, & Zalata, 2017). Görüntü işleme, sayısal görüntü verilerinin, elektronik ortamda amacına uygun şekilde işlenmesi ve analizi edilmesi olarak tanımlanabilir.

Özellik algılama, genellikle bir görüntü üzerinde ilk işlem olarak gerçekleştirilen bir görüntü işleme işlemidir. Bir özellik algılama detektörü için istenen özelliklerden bir tanesi tekrarlanabilir olmasıdır. Yani aynı sahnelerin farklı görüntülerinde aynı özelliği algılanıp algılanmayacağıdır. Özellik algılamada kenarlar, çizgiler ve dönemeçler genellikle görüntünün ayırt edici öznitelikleridir; bu nedenle güvenilir bir şekilde tespit etmek önemlidir (Gonzalez, Woods, & Eddins, 2004).

Görüntü işleme teknikleri, nesnelerin özniteliklerini algılamak ve sınıflandırmak için birçok çalışmada kullanılmaktadır. Tarım, endüstri ve savunma sistemleri başta olmak üzere birçok alanda uygulaması bulunmaktadır.

Laliberte ve Rango yapmış oldukları çalışmada insansız hava sistemlerinden elde ettikleri çok yüksek çözünürlüklü hava görüntüleri üzerinde görüntü işleme ve sınıflandırma teknikleri kullanarak bitki örtüsü haritalandırması ve sınıflandırması gerçekleştirmişlerdir. Bir test arsası üzerinde yapmış oldukları çalışma sonucunda tür düzeyinde %78 ve yapı grubu düzeyinde %81 genel sınıflandırma doğruluğu başarısına ulaşmışlardır (Laliberte & Rango, 2011).

Lino ve arkadaşları limon ve domatesleri meyvelerini şekline, hacmine, rengine ve morluklarına göre sınıflandıran görüntü işleme tabanlı bir açık kaynak yazılım geliştirmişlerdir. Çalışmanın testlerinin sonucunda limonların boyuta göre sınıflandırılmasını; domateslerinde renge göre sınıflandırılması başarıyla gerçekleştirmişlerdir (Lino, Sanches, & Fabbro, 2008).

Prakash ve arkadaşları bitkilerin yaprak hastalıklarını tespit eden ve sınıflandıran bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada görüntü üzerinde ön işlemler ve öznitelikleri belirlemek için görüntü işleme teknikleri; sınıflandırma için ise destek vektör makineleri yöntemi kullanılmıştır (Prakash, Saraswathy, Ramalakshmi, Mangaleswari, & Kaviya, 2017).

Sadrnia ve arkadaşları çalışmalarında karpuz meyvesini fiziksel özelliklerine göre sınıflandırmışlardır. Çalışmada karpuzun kütle, hacim, boyut, yoğunluk ve geometrik ortalama çap gibi fiziksel özellikleri görüntü işleme tekniklerine göre tespit edilmiş ve başarı ile sınıflandırmışlardır (Sadrnia, Rajabipour, Jafary, Javadi, & Mostofi, 2007).

Solak ve Altınışik çalışmalarında fındıkları kapladıkları alan ve boyut bilgileri bakarak büyüklüklerine göre üç kategoride sınıflandırmışlardır. Çalışmada öncelikli olarak fındıkların tespiti için görüntü işleme tekniklerini kullanmışlar ve %100 başarı ile bunu gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra K-means kümeleme ve ortalama tabanlı algoritmaları kullanılarak fındıklar küçük, orta ve büyük diye üç kategoride sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada da %90 ile %100 arasında başarı elde etmişlerdir (Solak & Altınışik, 2018).

Mustafa ve arkadaşları çalışmalarında muzun büyüklüğüne ve olgunluğuna göre sınıflandırmak için görüntü işleme tekniklerini kullanmışlardır. Çiftçinin meyveyi sınıflandırmasına, satıcının meyveyi en uygun şekilde fiyatlandırmasına ve müşterinin paranın karşılığını almasına yardımcı olacaktır. Çalışmada muzun boyutunu ve olgunluğunu öğrenmek için MATLAB'deki görüntü işleme araç kutusunu kullanmışlardır (Mustafa et al., 2008).

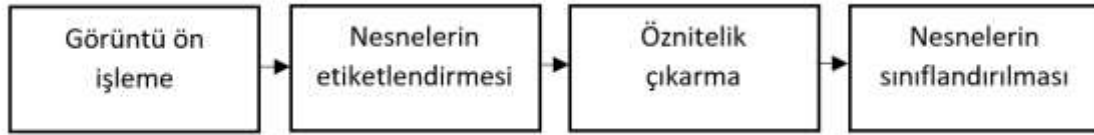
Sumim ve Olii çalışmalarında görüntü işleme yöntemini kullanarak yumurtaların kalite tespitlerini yapmışlardır. Piksel değerine dayalı tanımlama için Matlab görüntü işleme tekniklerinden regionprops kullanmışlardır (Sumim & Olii, 2018).

Bu çalışmada MATLAB programının görüntü işleme araç kutusu kullanılarak dört farklı geometrik nesnenin öznitelikleri tespit edilmekte ve başarı ile bu nesnelerin sınıflandırması yapılmaktadır.

2. Metot ve Yöntem

Çalışmada, görüntünün sınıflandırılması işlemi için Matlab görüntü işleme araç kutusu kullanılmaktadır. Görüntü üzerinde ön işlemler olan filtreleme ve morfolojik işlemler için Matlab programının güçlü komut yapısından faydalanılmaktadır. Nesneleri özniteliklerini belirlemek için ise Matlab regionprops komutu kullanılmıştır. Çalışmamızın akış diyagramı Şekil 1'de görülmektedir.

Şekil 1. Akış şeması



Görüntü ön işleme aşamasında, görüntü üzerinde sırasıyla filtreleme, resimlerin ikili (binary) görüntüye çevrilmesi ve düzgün olmayan görüntülerin döndürülmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu işlemlerden sonra görüntü üzerinde yer alan nesnelere kolay işlenebilir hale getirilmektedir.

Nesnelerin etiketlenmesi aşamasında, görüntü üzerinde bulunan ve gürültüye sebep olabilecek küçük nesnelere görüntüden çıkarılması sağlanmıştır. Alınan ham görüntüde veya döndürülen görüntüde küçük birçok nesne bulunmaktadır. Görüntü içerisinde çok sayıda nesne bulunması görüntü üzerinde işlem yapılmasını güçleştirmektedir. Bu aşamada görüntü içindeki her nesneye bir etiket verilmekte ve işlenmek üzere en büyük nesne seçilmektedir. Diğer nesnelere ise görüntüden çıkarılmaktadır.

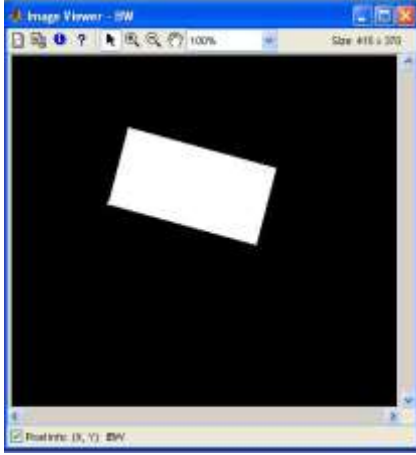
Öznitelik çıkarımı çalışmanın temel aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada her nesneyi diğerlerinden farklı kılan özgün bir algoritma tasarlanmakta ve sırasıyla bütün görüntülere uygulanmaktadır.

Sınıflandırma aşamasında ise belirlenen özniteliklerine göre sırasıyla eşkenar üçgen, dikdörtgen, kare ve daire nesnelere sınıflandırılmaktadır.

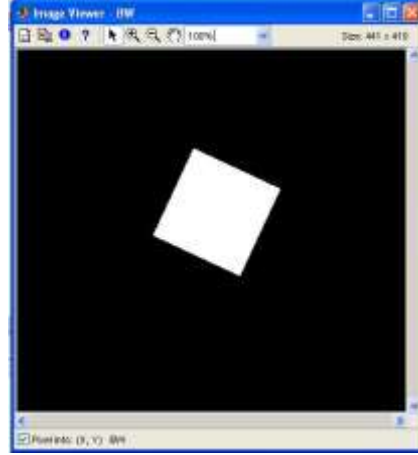
3. Uygulama

Çalışmada Matlab görüntü işleme araç kutusu kullanılarak elde edilen görüntü üzerinde morfolojik işlemler gerçekleştirilerek geometrik olarak dört farklı kategoride sınıflandırmak için algoritma geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan görüntülere örnekler Şekil 2’de görülmektedir.

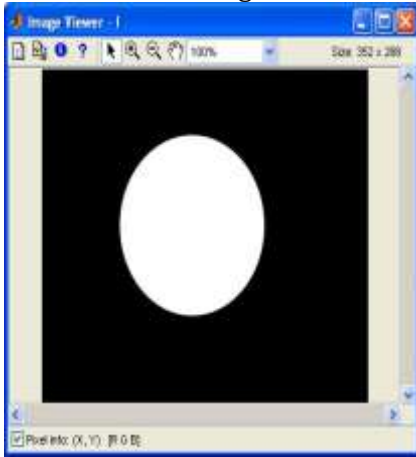
Şekil 2. Örnek şekiller



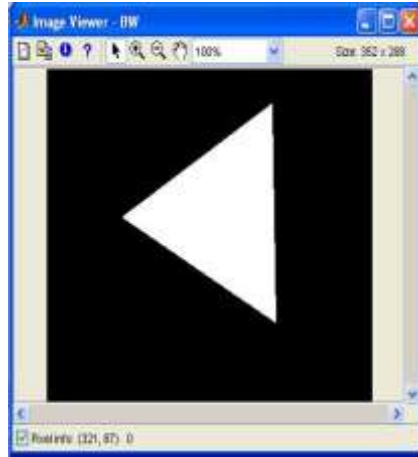
Dikdörtgen



Kare



Daire



Eşkenar üçgen

3.1. Görüntünün İkili (Binary) Görüntüye Dönüştürülmesi

Kameradan alınan görüntüler RGB resim formatındadır. RGB resim formatındaki görüntülerle çalışmanın zorluğundan dolayı görüntü bilgisayara kaydedildikten sonra binary (siyah-beyaz) resim formatına dönüştürülmektedir. Bunun için aşağıdaki komut seti kullanılmıştır.

```
I = imread('goruntu.jpg');
```

```
level = graythresh(I);
```

```
BW = im2bw(I, level);
```

Burada im2bw komutu diğer görüntü formatlarından (RGB, indexed vb.) binary (siyah-beyaz) görüntü formatına dönüştürmektedir. Görüntüde siyah renkli pikseller '0', beyaz renkli pikseller '1' olarak ifade edilmektedir.

3.2. Görüntüdeki Nesnelerin Etiketlenmesi ve Özelliklerinin Öğrenilmesi

Görüntü binary formatına dönüştürüldükten sonra görüntü alanındaki cisimleri etiketleme ve bunların özellikleri hakkında bilgi sahibi olma aşamasına gerçekleştirilmektedir. Bunun için aşağıdaki komut seti kullanılmıştır.

```
[labeled,numObjects] = bwlabel(BW,4);
```

```
graindata = regionprops(labeled,'all') ;
```

```
round(graindata.BoundingBox);
```

Bwlabel komutu binary görüntülerdeki birbiri ile bağlı piksellerin oluşturduğu komponentleri etiketlendirmek için kullanılmaktadır. Etiketlendirme yapılırken 8'li ya da 4'lü komşuluklara göre işlem yapılabilmektedir. Bu çalışmada 4'lü komşuluklara nesnelere etiketlendirilmiştir.

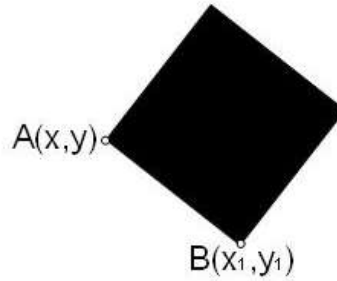
Regionprops komutu görüntüdeki etiket numarası bilinen bir bölgenin istenilen bir özelliğini ya da özelliklerini ölçmek için kullanılmaktadır. Bu komutu kullanarak komponentin yaklaşık 20 tane özelliği ölçülebilmektedir. Komponentin alanı, ağırlık merkezi, sınır piksellerinin değerleri, piksel sayısı vb. özellikleri tespit edilebilmektedir. Programda komponentin bütün özellikleri öğrenilmiş; bunlardan ağırlık merkezi ve sınır piksel bilgileri kullanılmaktadır.

Round komutu, sayıları en yakın integer sayıya yuvarlamak için kullanılmaktadır. Sınır pikselleri ondalıklı sayı şeklinde olabilmektedir. Bu sayılar döngü içerisinde kullanılacağı için tam sayı olmalıdır; bu yüzden round komutu kullanılarak sayılar yuvarlanmıştır.

3.3. Nesnelerin Koordinatlarının Bulunması

Regionprops komutunun BoundingBox özelliğini kullanarak nesnenin koordinatları tespit edilmektedir. Şekil 3'te görülen örnek şekilde A noktası nesnenin en solundaki pikselin değerlerini, B noktası nesnenin en altındaki pikselin değerlerini göstermektedir.

Şekil 3. Nesnenin koordinatlarının tespiti



Aşağıdaki kod bloğu kullanılarak A noktasının, B noktasının sınır değerleri elde edilmektedir.

```
y=round(graindata.BoundingBox(2)+graindata.BoundingBox(4))-1;
```

```
for x=1:1:410
```

```
    if goruntu(y,x)==1
```

```
        break;
```

```

end
end

x=round(graingroupdata.BoundingBox(1));
for y1=1:1:410
    if goruntu (y1,x1)==1
        break;
    end
end
end

```

3.4. Şeklin Döndürülmesi

Kameradan alınan görüntüdeki nesnenin yatayda olarak düz olup olmadığını kontrol etmek için A ve B noktalarının dikey (y düzlemi) piksel değerleri karşılaştırılmaktadır. y_duzlemi değişkeninde y piksel değerleri karşılaştırılmakta; sonuç sıfırsa görüntüdeki nesne düzgündür; şeklin döndürülmesine ihtiyaç yoktur. x_duzlemi değişkeninde karşılaştırılan x piksel değerleri sonucu şekil düzgün değilse, cisim döndürmek için gerekli açı değerinin hesabında kullanılmaktadır.

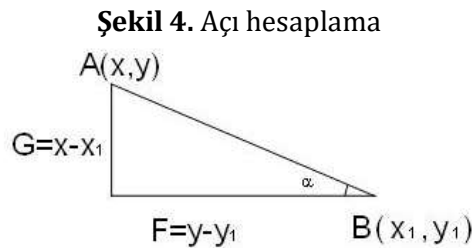
y_duzlemi =y-y1;

x_duzlemi =x-x1;

Hesaplamalar sonucu alınan görüntü düzgün değilse Şekil 4’de ve Denklem 1’de gösterildiği gibi ne kadar eğri olduğu açısal olarak hesaplanmakta ve o oranda saat yönünün tersi yönünde döndürülerek düzgün hale getirilmektedir.

$$\alpha = \text{Arc Tan} \frac{y_duzlemi}{x_duzlemi}$$

1



aci=atand(y_duzlemi/ x_duzlemi);

dondurme= imrotate(BW,aci);

Imrotate komutu görüntüyü girilen açı değeri kadar döndürmek için kullanılmaktadır. Pozitif değer girilirse saat yönünün tersi yönünde; negatif değer girilirse saat yönünde görüntüyü döndürmektedir.

Düzgün hale getirilen görüntünün özelliklerini öğrenmek için yukarıda daha önce yapılan işlemler tekrarlanmaktadır. Görüntüdeki her bir nesneye etiket numarası verilmektedir. Görüntü içindeki en büyük obje bulunmakta ve onun özellikleri ve koordinatları öğrenilmektedir. En büyük objenin bulunmasının nedeni, görüntü

döndürülürken istenmeyen küçük nesnelere oluşmasıdır. Bunu önlemek için en büyük nesne bulunmakta ve sadece onunla ilgili işlemler yapılır. Diğer nesnelere ise görüntüden çıkarılmaktadır.

3.5. Nesnelere özniteliklerinin bulunması

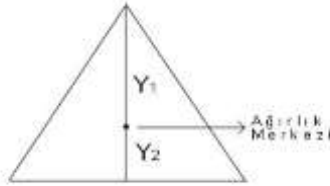
3.5.1. Eşkenar üçgenin öznitelikleri

Eşkenar üçgeni ayırt etmek için Denklem 2’de görülen formül kullanılarak ağırlık merkezinin düşeyde (y ekseninde) kenarlara uzaklığı hesaplanmaktadır.

$$Oran = \frac{Y_1}{Y_2} \quad 2$$

Bu oran daire, kare ve dikdörtgende 1 iken, sadece eşkenar üçgende 2 değerini almaktadır. Şekil 5’te eşkenar üçgen için hesaplama görülmektedir.

Şekil 5. Eşkenar üçgenin ayırt edilmesi

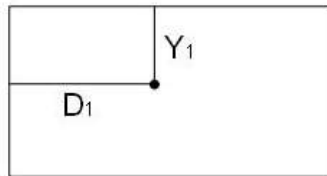


3.5.2. Dikdörtgenin öznitelikleri

Dikdörtgeni ayırt etmek için Şekil 6 ve Denklem 3’te görüldüğü gibi nesnenin ağırlık merkezinin dikeyde (y ekseninde) üst kenara uzaklığı ile yatayda (x ekseninde) yan kenara olan uzaklık oranı hesaplanmaktadır.

$$Oran = \frac{Y_1}{D_1} \neq 1 \quad 3$$

Şekil 6. Dikdörtgenin ayırt edilmesi

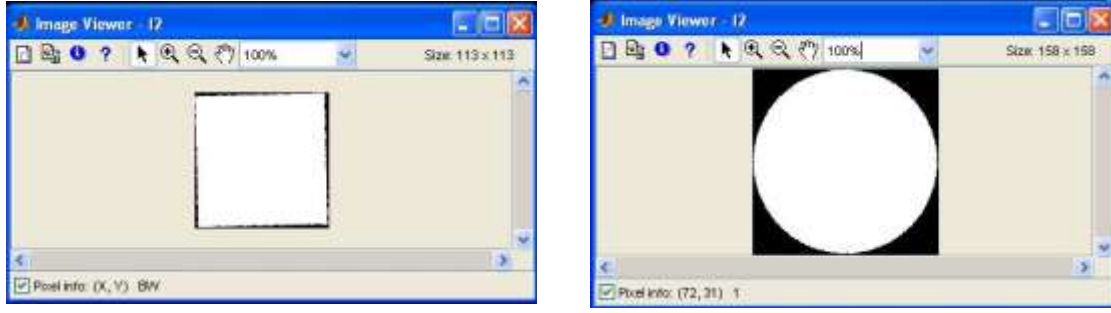


Bu oran daire ve karede 1 iken; dikdörtgende 1’den farklı bir değerdedir.

3.5.3. Kare ve Dairenin öznitelikleri

Kare ve dikdörtgeni ayırt etmek için Şekil 7’te görüldüğü gibi görüntüdeki nesnenin maksimum boyutları dışındaki alanlar çıkarılır.

Şekil 7. Kare ve dairenin özneliklerinin çıkarılması



Kare

Daire

```
a=round(graindata(biggrain).BoundingBox(1));  
b=round(graindata(biggrain).BoundingBox(2));  
c=round(graindata(biggrain).BoundingBox(3));  
d=round(graindata(biggrain).BoundingBox(4));  
I2 = imcrop(BWW,[a b c d]);
```

Imcrop komutu görüntüden belirtilen x ve y piksel değerleri arasında kalan kısmı çıkarmak için kullanılmaktadır. Oluşturulan yeni görüntünün kare veya daire olduğunu ayırt etmek için tüm görüntüdeki beyaz yoğunluğuna ve kenarlarda bulunan siyah nokta yoğunluğuna bakılmaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada dört temel geometrik şeklin sınıflandırması görüntü işleme teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için Matlab programının görüntü işleme araç kutusunda fonksiyonlardan faydalanılmıştır. Özellikle Regionprops komutunun sahip olduğu güçlü özellikler sınıflandırma işlemleri için idealdir.

Matlab programlama dilinde döngülerle çalışmak programın performansı oldukça etkilemektedir. Sistemin çalışmasını oldukça yavaşlatmakta, dolayısıyla sistemin cevap verme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bu yüzden programda döngü kullanılmaktan kaçınılmış, daha çok Matlab'in görüntü işleme komutları kullanılmıştır. Bu da sistemin hızını oldukça arttırmıştır.

Çalışmanın testleri yapmak için her nesneden 100 tane olmak üzere toplam 400 görüntü test seti oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda %98 başarı oranı ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışması geliştirilerek ve köşe bulma algoritmalarından faydalanarak nesnelere sınıflandırmada kategori sayısı artırılabilir. Böylece daha fazla geometrik nesne başarı ile ayırt edilebilecektir.

Kaynakça

- Gonzalez, R. C., Woods, R. E. and Eddins, S. L. (2004), "Digital Image Processing Using MATLAB", Pearson Education India.
- Laliberte, A. S. and Rango, A. (2011), "Image Processing and Classification Procedures for Analysis of Sub-Decimeter Imagery Acquired with An Unmanned Aircraft over Arid Rangelands", **GIScience & Remote Sensing**, 48(1), 4-23.
- Lino, A.C.L., Sanches, J. and Fabbro, I.M.D. (2008), "Image Processing Techniques for Lemons and Tomatoes Classification", **Bragantia**, 67(3), 785-789.
- Mustafa, N.B.A., Fuad, N.A., Ahmed, S.K., Abidin, A.A.Z., Ali, Z., Yit, W.B. and Sharrif, Z. A.M. (2008), "Image Processing of an Agriculture Produce: Determination of Size and Ripeness of a Banana", **International Symposium on Information Technology**.
- Prakash, R.M., Saraswathy, G., Ramalakshmi, G., Mangaleswari, K. and Kaviya, T. (2017). "Detection of Leaf Diseases and Classification Using Digital Image Processing", **International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)**.
- Sadrnia, H., Rajabipour, A., Jafary, A., Javadi, A. and Mostofi, Y. (2007), "Classification and Analysis of Fruit Shapes in Long Type Watermelon Using Image Processing", **Int. J. Agric. Biol**, 1(9), 68-70.
- Solak, S. and Altınışık, U. (2018), "Görüntü İşleme Teknikleri ve Kümeleme Yöntemleri Kullanılarak Fındık Meyvesinin Tespit ve Sınıflandırılması", **Sakarya University Journal of Science**, 22(1), 56-65.
- Sumim, R. A., & Ollı, T. (2018), "Automatic Hatching Machine With Capability Embryo Quality Detection Of Eggs Using Regionprops And Binary Segmentation Method", **Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar**.
- Zneit, R., Alqadi, Z. and Zalata, D.M.A. (2017), "Procedural Analysis of RGB Color Image Objects", **International Journal of Computer Science and Mobile Computing**, 6(1), 197-204.

© Copyright of Journal of Current Research on Engineering, Science and Technology (JoCREST) is the property of Strategic Research Academy and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.