

İkili bölüntü ağaçları ile meyve tespiti

Fruit detection with binary partition trees

Murat Can Özdemir¹, Erchan Aptoula², Berrin Yanıkoğlu¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sabancı Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
{ozdemirmcan,berrin}@sabanciuniv.edu

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Okan Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
erchan.aptoula@okan.edu.tr

Özetçe—Bu çalışmada meyve tespiti probleminde ikili bölüntü ağaçlarının kullanımıyla yapılmış bir deneyin sonuçları paylaşılacaktır. İkili bölüntü ağaçlarının görüntüyü sadece sabit renk bölgelerine bağ kalmaksızın temsil etmesi ve önyargılı olmaması kullanma sebepimiz olmuştur. Şekil özellikleri olarak sadece yuvarlaklık kullanıldığı bu deneyde üç farklı meyve türünden toplam 39 görüntüde ortalama kesinlik 0.669, ortalama duyarlılık 0.851 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler — İkili bölüntü ağaçları, şekil özellikleri, meyve, bölüntü

Abstract—In this study, binary partition trees are applied to the problem of fruit detection. The fact that binary partition trees are inherently unbiased and independent of flatzones is the main reason for this application. Using only circularity from the shape priors, this system is put to test with 39 images of three classes of fruits and the test results show an average of 0.669 precision and 0.851 recall.

Keywords—Binary Partition Trees, Shape priors, fruit, detection, segmentation

I. GİRİŞ

Nesne tespiti, belli bir sınıfa ait görüntülerdeki nesnelerin varlığının saptanmasıdır. Sınıflara ait olan görüntülerle çalışmanın avantajı, belli bir sınıf için beklenen nesnelere hakkında genele uygun bir çalışma yapmayı kolaylaştırmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalarda alınan resmin farklı veri yapılarıyla gösterilmesi, görüntü üzerinde belli bir bölgenin şekil, renk ve ebat bilgilerinin elde edilmesi konu edilmiştir.^[6]

Pek çok araştırma dahilinde görüntülerde İlgi Alanı (ROI) bulmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır^[2] ancak bu yaklaşımın görüntüdeki ışık dağılımı, gölgelenme, kötü piksel kalitesi ve aşırı bölüntüleme problemleriyle karşılaşmıştır^{[3][4][5]}. Buna sebep olan yaklaşımlar ise, resmi piksel tabanlı olarak tanımlamak, RGB renk uzayından çıkmamak veya karmaşık özniteliklerle bütünleşik çalışan algoritmalarla çalışma süresinin uzamasını ve aşırı uyumu (overfitting) gösterebiliriz.

Bu çalışmanın ürünü olarak farklı bir görüntü gösterim yöntemini, ikili bölüntü ağaçlarını kullanıp^[7], görece basit renk ve şekil özelliklerini de dahil ederek meyve tespitinde hızlı çalışan bir sistem sunmaktayız.

II. İKİLİ BÖLÜNTÜ AĞAÇLARI

A. Tanım ve Kurulum

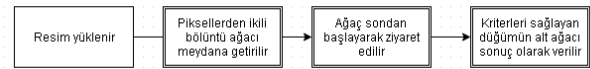
İkili bölüntü ağaçları, görüntülerin gösteriminde kullanılan hiyerarşik yöntemlerden biridir^[8]. Ağacın kurulumu ise şu aşamalara dayanır:

- İkili bölüntü ağaçları, diğer ağaç yapıları gibi yapraklardan başlayarak birleştirme hareketleriyle inşa edilir. Başlangıçtaki görüntüde pikseller teker teker değerlendirilebilir, ya da öncesinde yapılacak bir sabit bölge analiziyle işlem miktarı azaltma yoluna gidilebilir.

- Birleştirme yöntemi olarak çalışılan uzaya göre renk ortalamaları, bölge alanının ortalaması, birleşince oluşacak şeklin boğumlu olması ve bunların belli ağırlıklarla ortalamaları alınabilir^[7].

- Ağacın inşası bitirilebilir ya da inşa sırasında çeşitli eşik değerleriyle meyveler aranabilir. Bunların son ürünlerdeki bölüntü kalitesine etkisi olacaktır.

Bu çalışmada izlenen şema aşağıdaki gibidir:



B. Avantaj ve Dezavantajları

- Çoklu-ölçekli olmaları büyük bir avantajdır, böylece pek çok görüntü ve pek çok farklı başlangıç seviyesinde algoritma başlatılıp bölüntü yapılabilir.

- Farklı kaynaşma yöntemlerini destekler, böylece birleştirirken sadece renk veya sadece şekle bağlı kalmak zorunluluğu yoktur, ikisinin veya başka bir kriterin ağırlığı kaynaşma stratejisine eklenebilir.

- Max-ağaçlara^[8] göre avantajlıdır, çünkü görüntüdeki renk yoğunluğuna göre ağacın ağırlığını değiştirmesi ve bölge hesaplarken benzer renkte piksel

öbekleri bulma konusunda önyargılı olması, ikili ağaç olduğundan söz konusu değildir.

- Hızlı hesaplanmaları açısından da max ve min-ağaçlara göre avantajlıdır^[7], çünkü her ebeveynin iki çocuğu olmak zorundadır, dolayısıyla hesaplama süresi garantisi vardır.

C. Örnekler



Şekil 1: Solda: Bölüntülenmiş meyveler, Sağda: Orijinal görüntüler

P/R Değerleri	Keskinlik	Duyarlılık
1. Görüntü	0.781	0.994
2. Görüntü	0.822	1
3. Görüntü	0.832	0.981

Tablo 1: Şekil 1'deki meyvelerin precision ve duyarlılık değerleri

III. ÖNERİLEN YAKLAŞIM

İkili bölüntü ağacının bu avantajları göz önünde bulundurularak meyve tespitinde kullanılmasına karar verilmiştir.

Kaynaşma yöntem, olarak bölgelerin piksel sayısı ağırlıklı renk ortalamaları kullanılmıştır. Renk uzayı olarak YUV uzayı seçilmiştir. RGB'ye göre avantajını parlaklık kanalını kapatarak ve kırmızı ile mavi renge uzaklıklarını ölçerek gösteren bu sistem, meyvelerin çoğunda var olan renk aralığını kaplama konusunda göstermiştir. Kenar bilgisinin kullanılmadığı bu senaryo, üzerine fazlasıyla ışık alan meyvelerde daha çok başarı sağlamıştır.

Deney için seçilen üç farklı meyve sınıfında yuvarlaklık ölçüsü kullanılmıştır. Yuvarlaklık ölçüsü, P bölgenin çevresi ve A bölgenin alanı olmak üzere, şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\frac{4 * \pi * A}{P^2}$$

Algoritmanın durma kriterlerinde, bir önceki meyvenin ulaştığı son renk ve sırayla denenen, artan eşik değerleri esnek aralıklarla kullanılmış, sabitlik kriteri olarak yeni eklenen piksel sayısı sabitlenmiş ve her eşik değeri için görüntüde saptanan nesnelere görüntü dosyası olarak verilmiştir.

IV. DENEY SONUÇLARI

A. Veri Kümesi

Deneyler kullanılan veri kümesi LifeCLEF 2015 Bitki yarışmasında^[2] eğitim kümesi için verilmiş meyve görüntülerinden 3465, 4736 ve 4760 numaralı sınıflardır.

B. Elde Edilenler

Üç sınıfta toplam 39 görüntüde önerdiğimiz yöntemi yapılan deneyler sonunda {0.4-0.8} eşik değerleri arasında olacakları öngörülüp, çembersellik için denedikten sonra elde ettiğimiz sonuçları aşağıda görebilirsiniz. Toplamda 17 meyve tam olarak saptanırken, 7 görüntü için az kesim yapılmış, 13 görüntü için meyvenin tamamını tespit edemeyerek çok kesim yapılmış, diğer iki görüntüdeyse tespit işlemi başarısız olmuştur.





Şekil 2: Solda tespit edilmiş meyveler, sağda orijinal görüntüler

P/R Değerleri	Kesinlik	Duyarlılık
1. Görüntü	0.521	0.994
2. Görüntü	0.822	1
3. Görüntü	0.832	0.981
4. Görüntü	0.918	0.964
5. Görüntü	0.646	1
6. Görüntü	0.599	0.816
7. Görüntü	0.958	0.995

Tablo 2: Şekil 2'deki görüntülerin kesinlik ve duyarlılık değerleri

Şekil 2'deki örneklere bakıldığında, meyveleri parlaklığı çok büyük bir problem yaratmazken, arkaplana göre değişik renklerde olan meyveler, sistemimiz tarafından başarıyla saptanmaktadır. Sistemin bir başka başarısı ise, Şekil 3'te de görülebileceği gibi, farklı renklerde olan grupların dahi, belli bir çembersellik katsayısı dahilinde bir araya gelip meyvenin tamamını oluşturabilmesidir.



Şekil 3: Solda: tespit edilmiş meyveler, sağda: orijinal resimler

P/R Değerleri	Kesinlik	Duyarlılık
1. Görüntü	0.408	0.636
2. Görüntü	0.649	0.99
3. Görüntü	0.273	1

Tablo 3: Şekil 3'teki görüntülerin kesinlik ve duyarlılık değerleri

C. Elde Edilemeyenler

Sistemin başarısız olduğu alanlarla alakalı olarak yapılan analizde, Şekil 4'te görüldüğü üzere iki farklı sınıf tespit edildi:

- Gölge ve düşük ışıkla çekilen görüntüler
- Meyvenin önündeki engeller

İlk kategorideki görüntülerde renk değerlerinin kırmızı ya da maviye yakın olması, görüntüdeki ışık azlığından ötürü yeterince belirgin olmadı. İkinci tip görüntülerde de meyvenin önüne geçen gölge veya yaprak, çalı gibi nesnelere meyvenin bütününe hesaplanmasını engelledi, iki farklı nesneymiş gibi sonuçlar verdi. Bunun çözümü için HSV renk uzayı da denendi, ancak sonuç değişmedi.

Bunların haricinde, arkaplandan renk olarak farkı çok az olan görüntülerde de problemlerle karşılaşıldı ve bu durumlarda sistem tespit etmeye çalışmadan orijinal resmi verdi.

V. VARGI

Bu çalışmada meyve tespiti için ikili bölüntü ağaçlarını kullandık. Ağacı inşa ederken kaynaşma kriteri olarak renk ortalamalarının ağırlıklı ortalamalarını kullandık ve sonrasında ağacın içerisinde belli bir çembersellik özelliği olan bölgeleri tanımlayıp meyve tespitinde kullandık. Başaramadığımız nesne tespitlerinde ışıklandırmayla alakalı derin problemler ve/ya aranan meyveyi engelleyen bir başka cisim vardı. İleride uygulanabilecek yöntemler arasında öncelikle eşik değerlerinin görüntüdeki bir hedef noktasına ya da görüntünün genelinden esnek bir şekilde hesaplanması, ışıklandırma problemini gidermek, meyvenin engel arkasında kalması durumunda komşuluktaki benzer bölgelerden faydalanmak, farklı şekil öznitelikleri hesaplayıp farklı meyve türlerine genişletmek sayılabilir.



Şekil 4: Solda, meyvenin iki farklı eşikle tespiti, sağda meyvenin kendisi

P/R Değerleri	Keskinlik	Duyarlılık
	Sol, 1. Görüntü	0.997
Sağ, 1. Görüntü	0.306	0.738
Sol, 2. Görüntü	0.326	0.435
Sağ, 2. Görüntü	0.185	0.663
Sol, 1. Görüntü	0.842	0.484
Sağ, 2. Görüntü	0.141	0.663

Tablo 2: Şekil 4'teki görüntülerin keskinlik ve duyarlılık değerleri

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 113E499 no'lu projeden desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] <http://www.imageclef.org/lifeclef/2015>
- [2] Jiménez, Antonio Ramón, et al. "Automatic fruit recognition: a survey and new results using range/attenuation images." *Pattern recognition* 32.10 (1999): 1719-1736.
- [3] Kadir, Abdul, et al. "A comparative experiment of several shape methods in recognizing plants." *arXiv preprint arXiv:1110.1509* (2011).
- [4] Van De Sande, Koen EA, Theo Gevers, and Cees GM Snoek. "Evaluating color descriptors for object and scene recognition." *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* 32.9 (2010): 1582-1596.
- [5] Seng, Woo Chaw, and Seyed Hadi Mirisae. "A new method for fruits recognition system." *Electrical Engineering and Informatics, 2009. ICEEI'09. International Conference on*. Vol. 1. IEEE, 2009.
- [6] Akin, Cihan, et al. "Detection of the pomegranate fruits on tree using image processing." *Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics), 2012 First International Conference on*. IEEE, 2012.
- [7] Vilaplana, Veronica, Ferran Marques, and Philippe Salembier. "Binary partition trees for object detection." *Image Processing, IEEE Transactions on* 17.11 (2008): 2201-2216.
- [8] Boykov, Yuri, and Vladimir Kolmogorov. "An experimental comparison of min-cut/max-flow algorithms for energy minimization in vision."
- [9] *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* 26.9 (2004): 1124-1137. B. Yanikoglu, E. Aptoula and C. Tirkaz Machine Vision and Applications, Vol. 25, No. 6, pp 1369 - 1383, August 2014