

**2021-2022 Güz Dönemi**  
**BM5113 Bilgisayarla Görme**  
**Ödev II**

**Harris Köşe Bulma ve HoG Tanımlayıcı ile Nesne Sınıflandırma**

Bu ödevde <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/UTENSILS/> bağlantısından indirilebilecek Edinburgh mutfak eşyaları veri seti kullanılarak nesne tanıma işlemi gerçekleştirilecektir. Bu amaçla veri seti içerisindeki 20 nesnenin sadece ilk 10 görüntüsü eğitim, bunları takip eden 5 görüntüsü ise test için kullanılacaktır. Toplamda 200 eğitim ve 100 test görüntüsü kullanılarak bir sistem tasarlanacaktır.

Ödevin ilk kısmında eğitim amaçlı kullanılan görüntüler üzerinde gerekli parametrelerle Harris köşe bulma algoritmasını ( $k = 0.05$ ,  $W = 7 \times 7$  ve köşelilik değerleri üzerinde uygun bir eşik değeri) ile çalıştırınız. **Not:** Köşe bulma algoritmasını çalıştırmadan evvel gerek görülürse arka plan bilgisini standarda oturtmak için bir ön işleme düşünülebilir. Harris köşe bulma algoritması farklı ölçeklerde hesaplanıp yerel maksimum noktalarının belirlenmesiyle köşe noktaları ölçekten bağımsız hale getirilebilir.

Ödevin ikinci kısmında belirlenen bu köşe noktaları için tanımlayıcılar oluşturulacaktır. Tanımlayıcılar eğimlerin histogramı (Histogram of gradients- HoG) yöntemi kullanılarak hesaplanacaktır. Bunun için bulunan ilgi noktası koordinatlarını merkeze alan  $W=32 \times 32$  boyutunda pencerelerde çalışılabilir<sup>1</sup>. Burada  $W$  toplamda  $4 \times 4$ 'lük 16 hücreye ayrılmaktadır. Bu durumda her bir hücre  $8 \times 8$  pikselden oluşur. Ardından her bir hücre içerisindeki pikseller için; açı bilgisi histogram kovasının indeksi; genlik bilgisi ise bu kovalara atanan değerler olarak kullanılıp eğimlerin histogramı oluşturulacaktır. Bu histogramlar ardından genlik değerleri toplamı ile normalize edilecektir. Böylece toplam 16 hücrede histogramın kova sayısı 8 olacak şekilde açı aralıkları belirlendiğinde her bir ilgi noktası için  $16 \times 8 = 128$  uzunluğunda bir tanımlayıcı bulunacaktır<sup>2</sup>. **Not:** Burada farklı renk kanallarına ait genlik ve açı bilgilerinden en yüksek olanının seçilmesiyle kanal sayısı bire indirgenebilir.

Bulunan tanımlayıcılar ilgili sınıfa ait tüm eğitim görüntüleri için uygun etiketlerle bir kenara kaydedilip gerektiğinde test görüntülerini sınıflandırma amacıyla kullanılacaktır. Bunun için tüm test görüntülerinde de benzer tanımlayıcılar çıkarılacaktır. Bir test görüntüsüne ait her bir tanımlayıcı için k-en yakın komşu algoritmasıyla eğitimde belirlenen tanımlayıcı kümelerine olan benzerlik yüzdeleri hesaplanacaktır. k değeri burada 3, 5 veya 7 olarak denenebilir. Test görüntüsü tüm tanımlayıcılar eşlendikten sonra en yüksek yüzdeyi veren sınıfın etiketiyle etiketlenecektir. Sürecin adımları kısaca şöyledir:

<sup>1</sup> HoG yönteminin orijinalinde olduğu gibi hücrelerin birbirleriyle %50 oranında örtüşmesine (overlap) gerek yoktur. Tanımlayıcıyı hesaplarken bir ilgi noktasının etrafına oturtulan pencere  $W$  esasen ilgi noktasının ölçek (sigma) değerine bağlı olarak belirlenen bir büyüklük olabilir (mesela  $12\sigma \times 12\sigma$  gibi). Her bir  $W$  boyutundaki pencerenin piksellerini standart sapması 2 olarak belirlenmiş bir Gauss penceresi ile çarparak ağırlıklandırabilirsiniz.

<sup>2</sup> Bir pikselin genlik bilgisini açı bilgisine göre bir kovaya atarken o kovanın merkezine uzaklığına ters orantılı olarak a ile ağırlıklandırabilirsiniz (interpolasyon). Bu durumda  $(1-a)$  ağırlığı ile aynı genlik yakın olduğu diğer bir önceki veya sonraki kovaya eklenebilir. Örneğin açı bilgisi 60 genliği 0,8 olan bir pikselin ait olacağı kova aralığı  $[45-90]$  olup bu kovanın merkezi 67,5'tir. O zaman  $60-67,5=-7,5$  olup  $a = (45-|-7,5|)/45=37,5/45$  olur ve  $[45-90]$  aralığındaki kovaya ( $a \times 0,8$ ) genliği eklenir. Genliğin  $((1-a) \times 0,8)$  ağırlıklı kısmı ise açının yakın olduğu bir önceki  $[0-45]$  kovasına eklenecektir. Burada algoritma kovanın merkezinden farkı pozitif olan piksellerin bir sonraki kovayı ağırlıklandırması; negatif piksellerin ise bir önceki kovayı ağırlıklandırması şeklinde kurgulanabilir.

**Eğitim:** Her bir sınıf için,

1. Eğitim görüntüleri içerisinde Harris köşe noktalarını belirle ve her nokta için HoG tanımlayıcılarını hesapla.
2. Bu tanımlayıcıları ilgili sınıfı temsil etmek için bir dosyada veya veri yapısında sakla.

**Test:** Test kümesindeki her bir görüntü için,

1. Harris köşe noktalarını belirle ve bunların HoG tanımlayıcılarını hesapla.
2. Her bir tanımlayıcının eğitim sürecinde kaydedilen farklı sınıflara ait tanımlayıcılara olan mesafesini hesapla. En düşük mesafeye sahip k tanımlayıcıyı belirledikten sonra ilgili özelliğin hangi sınıfı temsil ediyor olduğuna karar ver. Buna göre ilgili sınıfa ait olma sayacını bir arttır.

**Not:** Eğer bir özelliğin en yakın eşlemeleri çok farklı sınıflara ait oluyorsa bu durum belirsizlik (ambiguity) olarak değerlendirilip ilgili özellik dikkate alınmayabilir. Alternatif olarak k en yakın komşu içerisinde hangi sınıf etiketleri oluşmuşsa bu etiketler test örneğinin ilgili sınıfa ait olma olasılığını arttırmada kullanılabilir.

3. Nihayetle ilgili test görüntüsünün hangi sınıfa ait olma olasılığı daha yüksek ise görüntüyü o sınıfın etiketiyle etiketlendir.

**Değerlendirme:** Tüm test görüntülerinin sınıflandırılması neticesinde elde edilebilecek karmaşa matrisini oluşturup bastırınız. Bunun üzerinden sistemin başarısını tartışınız.

**Not:** Ödev için gerektiği yerde derste referans olarak verilen kodları veya hazır kütüphane fonksiyonlarını kullanabilirsiniz. Sadece Harris köşe bulma, HoG tanımlayıcı oluşturma, ve özellik eşleme işlemlerini kendi kodlayacağınız fonksiyonlar ile çalıştırınız.

**Teslim:**

- Yaptığınız çalışmadan tek bir pdf raporu hazırlayıp Classroom'a yükleyiniz.
- Raporda,
  1. orijinal görüntülerin işlenmesi ile elde edilen köşe noktaları, yönelimli eğimlerin histogramları ve ara görüntüleri gerektiği yerde örnek vererek açıklayınız.
  2. kullandığınız filtre ve algoritmalarından kısaca bahsediniz.
  3. nihayetle elde ettiğiniz karmaşa matrisi ve sonuçları kısaca yorumlayıp tartışınız.
- Son olarak **kaynak kodlarını** açıklamalı olarak hazırlayıp aynı raporun sonuna ekleyiniz.
- Ödev isminizi yazmayı unutmayınız.
- Son teslim tarihinden evvel ödevinizi teslim ediniz.