SAYISAL GÖRÜNTÜ EŞLEME

Sayısal görüntü elde etme, işleme ve ilgili çıktıyı almak son günlerde artık normal hayata da girmeğe başlamıştır. Hepimizin video kamera (camcoder) adı ile bildiğimiz ürünler aslında hepimizin bildiği sayısal uygulamalardır. Fotoğrafçılık ise yine hepimizce oldukça bilinen, en azından tartışmaya girebileceğimiz bir konudur. Sayısal fotoğrafçılık ise gelecekte çok kullanılacak birçok sayısal uygulama alanlarını içeren toplam çözümdür diye görmek pek de hatalı değildir.

Fotoğrafçılığın temeli, ışığa duyarlı olan filmin veya kağıdın ışığın izlerini kalıcı hale getirmesidir. Diğer bir deyişle ışığın geldiği duyarlı gümüş veya benzer bileşiğinin kimyasal bir değişime uğramasıdır. Basitçe siyah beyaz düşünürsek, bu adım sırasında, ışık gören gümüş içeren parçacıklar birinci banyo sayesinde kalıcı gümüş bileşiğine (negatifte siyah olan bölgeler) dönüştürülmektedir. İkinci banyo ile de ışık görmemiş parçacıklar eritilerek filim veya kağıt üzerinden alınarak şeffaf veya beyaz rengin elde edilmesidir. Renkli de ise üst üste olan üç ayrı renk tabakasının benzer özellikleri göstermesidir.

Fotoğrafçılığın hepimizin anladığı genel özelliklerinden biri netliğidir. Yani görüntünün ne kadar detayı gösterebildiği veya ayrıştırabildiğidir. Bu anlamda daha fazla detay elde edebilmek için daha küçük ışığa duyarlı parçacık kullanmak gerekir. Bu da daha fazla ışık gerektirir. Daha düşük ışık seviyelerinde çalışabilmek için daha hızlı filmlere ihtiyaç vardır. Yani daha büyük parçacıktan oluşan filim kullanmak gerekir.

Şekil 1 Mozaik Resim

Farklı filimler ile renkli, kızılötesi, X ışınları ve morötesi gibi tayfın çok değişik alanları istenen amaca uygun çözümler elde edilebilir. Resim çekilir, banyo edilir ve kağıda basılır. Dia olarak elde etmek ise sanki şeffaf bir ortama geçirgen renklerle basmak gibidir.

Kısaca fotoğrafçılığın ana öğelerini özetledikten sonra her öğenin sayısal ortamda karşı gelenlerini görerek olayı daha iyi anlamak yerinde olacaktır. En belirgin farklılık ise kimyasal maddelerle karanlık odada uygulamayı yapmak yerine elektronik ortamda ve gerektiğinde bilgisayar kullanılarak sonuca erişmektir. Yani

- Fotoğraf makineleri ışığı filim üzerine düşürerek görüntüyü saklar,
- Sayısal fotoğraf makineleri görüntüyü sayısal formatta
- Video kameralar görüntüyü video formatında (akan görüntüde her hangi bir kare tek başına elde edilebilir)
- Sayısal video kameralar ise benzer şekilde çalışmakla birlikte sayısal fotoğraf makinesi gibi de çalışma özelliğine sahiptirler.

Şekil 2 Normal Resim

Şekil 3 Büyültülmüş Resim

Saklanan görüntü, mozaik (Şekil 1) ile yapılmış bir resim gibi, filime benzer bir yapıda piksel denen ufak kareciklerden oluşur. Her karenin rengi ve parlaklığı sayısal görüntü kütüğünde saklanır. Her pikselin adreslenebilmesi "bit-mapping" kavramını getirmiştir. Böyle sayısal görüntülere de "bit-map" denmektedir. Piksellerin küçük ve çok olması resmin daha detaylı olmasının şartıdır. Çözünülürlük olarak da algılanabilecek bu özellik sayesinde resmin büyültülmesi ile pikseller belirginleşecek, görüntü netliği azalacaktır (Şekil 2 ve 3). Sayısal resmin boyutları da 1200 x 1600 piksel veya çarpımı olan 1,900,000 piksel olarak ifade edilir. Tablo 1'de bazı birimlerin piksel özellikleri verilmiştir.

Görüntü mercekler yardımıyla ışığa duyarlı bir yonga üzerine aynen filim de olduğu gibi düşürülür. Duyarlı yonga çok sayıda foto-diyottan oluşmuştur. Üzerine düşen ışığın şiddeti ile orantılı olarak daha fazla yük üretir (CCD, charge coupled devices – görüntü algılayıcı birimler). Bu yükler, renk bilgisi ile birleştirilerek analog-sayısal dönüştürücü yardımıyla elde edilen bilgi sayısal olarak saklanır. Normal bir filim görüntü karesinin büyüklüğü 24 x 36 mm'dir. Genellikle sayısal kamera ve video kameralarda üç değişik boy kullanılır: 4.8x3.6, 6.4x4.8 ve 8.8x6.6 mm. Fiyatları

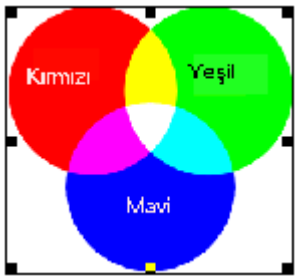
Tablo 1

Nesne	Piksel Sayısı	Toplam piksel
Renkli TV	320 x 525	168,000
İnsan gözü	11,000 x 11,000	120 milyon
35-mm film karesi		Değişik özelliklere dayalı olarak 5 ila 80 milyon piksel olduğu kabul edilmektedir. Renkli negatif film 1000 ve dia ise 2000 piksel/inç'dir.
Kodak Disc kamera filmi		3 milyon piksel, yani pikselin çapı 0.0003 inç'dir.

bin dolar civarında olan sayısal kameralar ile yaklaşık 2 milyon piksellik sayısal resimler elde edilebilir. Bu da 20x25 cm'lik net bir resmi elde etmeğe uygundur.

Şekil 4 Işığa duyarlı birim

Filmlerin hızı, diğer bir deyişle, çalışabilecekleri ışık şiddeti ISO standardı olan değerler ile saptanmıştır. Bu değer genelde 100-400 ISO (veya ASA) olup rakam büyüdükçe daha az ışık şiddeti gerektirir. Bu ise gren denen parçacıkların büyümesi ve resmin bir anlamda piksellerinin irileşmesine neden olur. Sonuç tahmin edilebileceği gibi detay azalacak, renk kalitesi düşecek ve resmin kabul edilebilir büyüme oranı azalacaktır. Işığa duyarlı olan yongalarda ise yine benzer değerler bulunmaktadır. Ancak çok daha az ışıklı ortamlarda bile görüntü kaydedebilmektedirler. Kazançları beslenen akım ile doğru orantılı olduğu için akımın artması ile elde edilen analog akımın büyütülmesi mümkündür. Ancak bu seferde gürültü diye adlandırılan bozulmalarda kendini daha fazla hissettirecek ve benzer kalite düşmelerine neden olacaktır.



Şekil 5 Rengin üç bileşeni

Rengin oluşması ise daha değişik bir yolun uygulanmasını gerektirir. Aslında ışığa duyarlı birimler, CCD gibi, ışık şiddetine göre beyazdan siyaha varan ölçekte bir gri tonunu belirleyebilir. Ancak üç değişik filtre ile aynı görüntü elde edilmektedir. Buradan da her rengin tonu bulunmaktadır. Genelde kullanılan üç renk ise kırmızı, sarı ve mavidir. Bu üç rengin bir şekilde birleşimlerinden tüm renkler elde edilebilmektedir. Bazı çözümlerde ise bu renklerin negatifleri kullanılmaktadır. Bunlarda Şekil 4'ün zeminindeki gibidir. Üç ayrı filtre ile elde edilen değerler karmaşık bir interpolasyon yöntemi ile hesaplanıp gerçek renk değeri oluşturulur. Her piksel komşu pikselleri de referans alarak kendisinden başka iki interpole renk sahibi olur. Örneğin ben parlak kırmızıyım ve komşularımda parlak mavi ve yeşil gibi bir özellik bu pikselin beyaz olduğunu belirler. Her renk için 8 bit bilgi saklansa, toplam üç renk için 24 bit renk bilgisi oluşmuş olur.

Görüntünün boyutları piksel olarak belirmektedir. Bir karşılaştırma yapılabilirse: Genelde çözünülürlük için, kullanılan 14-15 inç'lik ekranlar 72 dpi (nokta/inç) ve yazıcılarda lazer için 300 dpi'dan başlayan ve mürekkep püskürtmeli özel yazıcılarda ise 2400 dpi değerleri elde edilebilmektedir.

Renk derinliği veya sayısı ise diğer belirleyici bir özelliktir. Eski kişisel bilgisayar ekranları 16 ila 256 rengi gösterebilmekte idi. Günümüzde ise 24 bit ile ekranlar gözün algılamasına yakın 16 milyon renkten daha fazla gösterebilmektedir. Ancak kaynak resminde de doğal olarak bu kadar çok rengi içermesi gereklidir.

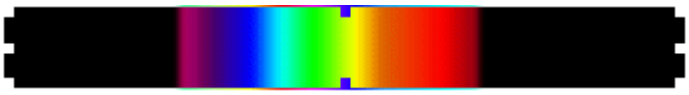
Sayısal görüntü ile uğraşıldığında en önemli parametrelerden biri de görüntünün saklanması için gereken yerdir. Daha doğrusu kütüğün büyüklüğüdür. Bu da saklamak için bir dizi sıkıştırma yöntemlerini içeren değişik formatları beraberinde getirmektedir. Kayıpsız sıkıştırma ideal bir beklentidir. Yani sıkıştırma ile boyutu küçültmek ve tekrar açıldığında

aynı bilgiyi veya detayı elde etmek demektir. Buna en yalın algoritmalar GIF ve TIFF formatlarda olmakta ve genelde sıkıştırma oranı %50 ile %90 arasında olmaktadır. JPEG ise bire 10 ile 40 arası bir sıkıştırma vermesine rağmen açılmada bazı kayıplar olmaktadır. Ancak yer kazancına karşılık görüntüde bazı minik kayıplar kabullenilebilmektedir.

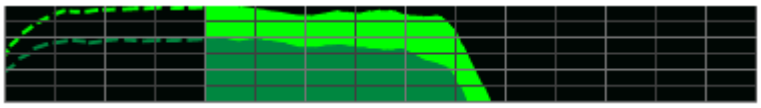
Kamera için kullanılan teknoloji ile basitlerde 1 milyonun biraz üstünde ve gelişmiş olanlarında ise 3 milyon piksele yakın görüntü almak mümkündür. Bu basit olanlarda bile 20 x 25 cm'lik bir baslıda kabul edilebilir bir kalite anlamına gelmektedir. Elde edilen görüntülerin kamera içinde saklanması içinde bellek kartları ve minik disk birimleri üretilmektedir. 300 MB'a varan bellek ve disk yeterince resmi saklamak için yeterli ortam sağlamaktadır. Beklendiği gibi bazen görüntü kalitesinden fedakarlık ederek daha çok sayıda görüntü saklamak gerekebilmektedir.

Özellikle merceklerin sağladığı zoom (yakınlaşma) oranı kameralarda 2 ile 10 arasındadır. Bu değer video kameralarında 5 ila 20 olup optik yakınlaşmadan sonra da 350 ila 400 değerlerine ulaşan sayısal büyütme olanağı bulunmaktadır. Sayısal büyütme artıkça görüntü Şekil 3'deki özellikleri göstermektedir.

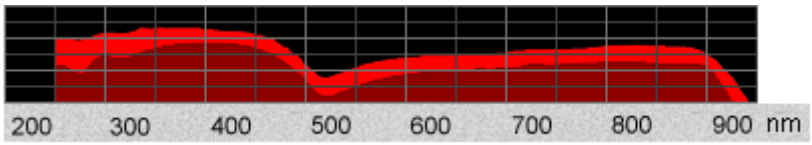
Elde edilen görüntünün sayısal işlenmesi ise sonraki adımdır. Görüntü sayısal bir ortamdan alınabileceği gibi filmden veya kağıttan taranarak da sayısal görüntü elde edilebilir. Takip eden işleme adımları ise renklendirme, renk değerleri veya dengesini, kontrastını ayarlama gibi görüntü üstünde istenilen birçok özellik görüntü işleyen yazılımlar tarafından kullanıcıya sağlanmaktadır. Örnek olarak gamma faktörü ele alınabilir. Sayısal görüntü birimleri lineer özelliklere sahiptir. Yani ışığın bir misli artması ile üretilen akım da ve dönüşüm sonrası parlaklık da bir misli artar. Ancak ekranlarda ki fosforun parlama özelliği lineer değildir. Gama faktörü denilen bir parametre ile ekranda olması beklenen parlama ayarlanabilir. Benzer yazılımlar tek bir kare yeni bir dizi kare veya klip içinde geçerli olacaktır.



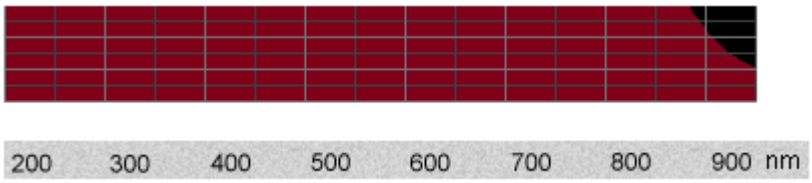
Şekil 6 İnsan gözünün algılana tayfı



Şekil 7 Normal ve kırmızıya duyarlı film tayfı



Şekil 8 Kızılötesine duyarlı filmin tayfı



Şekil 9 CCD'lerin tayfı

Özellikle çok uzakların görüntüsü için zoom oranının artığı zamanlarda sallanma ile sabit görüntü almak zorlaşmaktadır. Gelişen teknoloji ile görüntünün sallanma hareketinin yönünün saptanarak ona ters bir hareket varmışçasına sallanmanın büyük oranda yok edilmesi gerçekleşmiştir. Böylelikle normal fotoğrafçılıkta özellikle uzun ve ağır merceklerin kullanımı sırasında gereken sehpa daha az kullanılır hale gelmiştir. Başka bir açıdan bakıldığında da daha yavaş film kullanma fırsatı yaratan bu olay, sonuçta daha kaliteli kare elde etme şansı yaratmıştır. Sayısal uygulamalarda da benzer avantajların yanı sıra hareketli çekimlerde hareketlerin negatif etkisini de oldukça azaltmıştır.

Son değinmek istediğim konu da görüntü algılayıcı birimler, CCD, elde edilen başkaca uygulama alanlarıdır. İnsan gözünün algılanan tayfı veya gözün duyarlı olduğu ışık dalga boyları kişiden kişiye değişmekle birlikte genellikle 380-720 nm'e kadar uzanabilir (Şekil 6). 400-700 nm diye genellenen bu aralık normal (pankromatik) siyah – beyaz ve renkli filmler tarafından algılanır (Şekil 7). Ancak istisnai olarak bir kaç siyah beyaz film kırmızıya daha duyarlı (740 nm'e kadar) özellik taşır (Şekil 7). Kızılötesine hassas gerek siyah beyaz ve gerekse de renkli filmler ise 900-920 nm'e (Şekil 8) kadar duyarlılıkları bulunmaktadır. Kızılötesine duyarlılığın kullanıma uygun olduğu alanların başında insanların algılayamadıkları bir ışık ile görüntü elde edilirken kişilerin fark etmemeleridir. Kırmızı ışıkta geçen bir aracın kanıt resimleri genellikle böyle elde edilir. Ayrıca sisten de daha az etkilenen kızılötesi ışık ile hava ve uzak mesafe fotoğraflarının çekim uygulamalarında başarılı sonuçlar alınmaktadır. CCD'lerin duyarlılıkları (Şekil 9)

ise 1000nm'e de geçmektedir. Işığın düşerek ürettiği akımın daha da kazanç yükseltilerek

Şekil 10 Video kamera gece görüş altında görüntü

elde edilen görüntüler sayesinde neredeyse tam karanlık ortamlarda bile görüntü elde etmek mümkün olmuştur. Genellikle yeşil siyah olarak elde edilen bu tür görüntülere değişik zamanlarda, savaş ve gece görüşlü senaryolarda rastlamak mümkün. Kaldı ki yeni video kameralar önünde bulunan iki minik kızılötesi LED (ışık üreten diyot) sayesinde 3-5 metre, eklenen minik kızılötesi ışık kaynağı (flaş gibi) sayesinde de 30-40 m'e varan mesafelerde tam karanlıkta da görüntü elde etmek mümkündür. Video kamera ile yaklaşık 400 m ilerideki tek bir sokak ışığı ve gece çekme özelliği ile elde edilen görüntü Şekil 10'dadır. 30,000 kez daha büyültülerek elde edilebilecek görüntünler ise genelde güvenlik nedenleri ile gece canlı ve insan takibi için kullanılmaktadır.

CCD'ler ve benzer elektronik görüntü algılayıcılar sayesinde insan yaşamı hem kolaylaşmış hem de epeyce kontrol ve takip altına alınmaktadır. Uzaktan kumanda birimlerinden başlayan araç ve ev içi harekete duyarlı alarmlara kadar varan uygulamalar fark etmeden yaşamımıza giren örneklerdendir. Hepsinin üzerine maliyetlerinin azalması da birçok zamanında yapılamayan multimedya uygulamalarını tekrar gündemimize getirecektir.