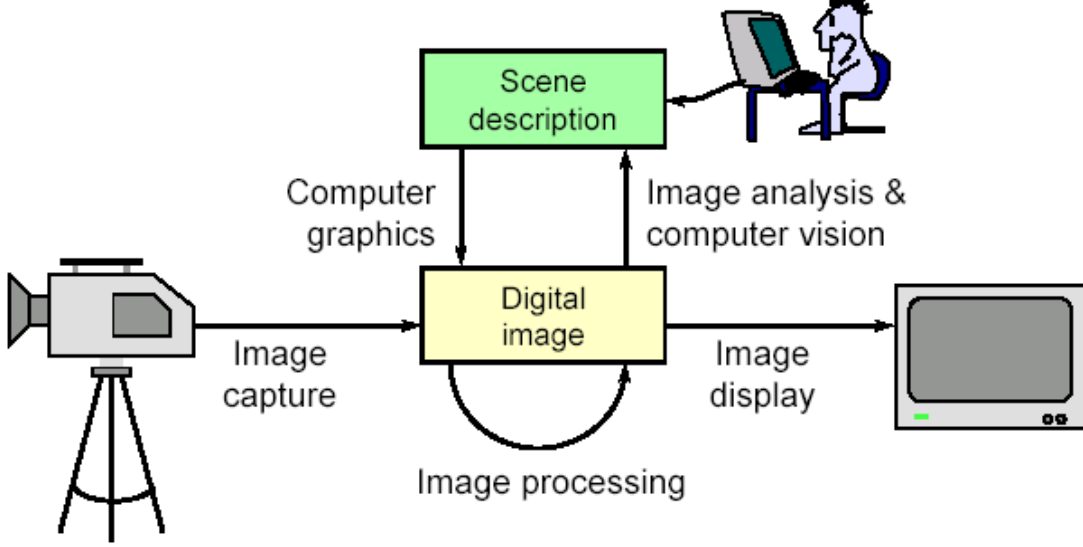
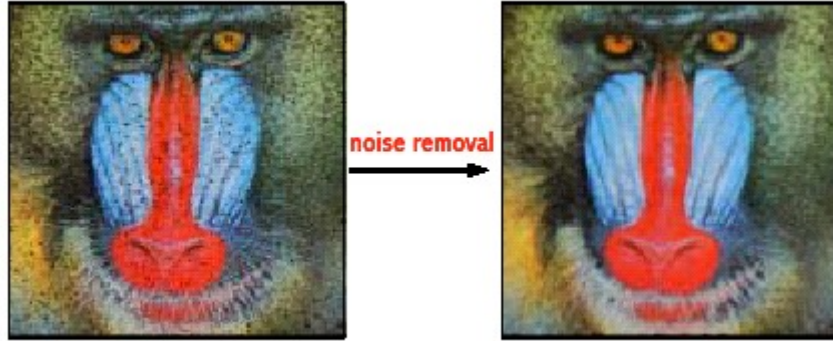


Görüntü İşleme

Görüntü işleme, dijital bir resim haline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin bir girdi resim olarak işlenerek, o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesidir.



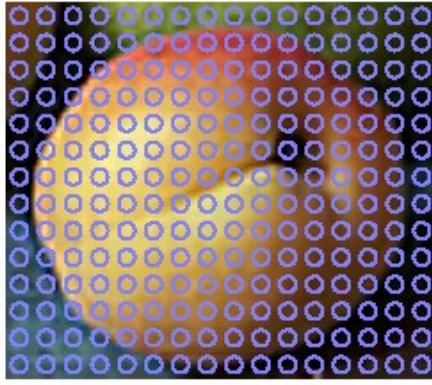
Resimler genellikle analog ortamlardan dijital ortamlara geçirildiği için bozukluk(noise) içerir. Görüntü işleme bu hataları düzeltmek için kullanılabilir.



Gerçek yaşamda, bir görüntü veya resim basit 2 değişkenin bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Örneğin $a(x,y)$ gibi bir fonksiyonla ifade edilen bir resimde a bir şiddet birimi(örneğin parlaklık) ve x ve y değişkenleri ise resmin gerçek koordinatlarıdır. Resim genellikle alt resimlerden oluşur ve bu alt resimlere bölge denir. Bir görüntü işleme sistemi, seçilen bölgelere uygun operasyonu yapabilmelidir. Örneğin resmin bir bölgesine bulanıklık özelliği verilirken, diğer bir bölgesine ise parlaklık özelliği verilebilir.

Dijital Görüntü Tanımları

Dijital görüntü ise sayısal değerlerden oluşur.



```

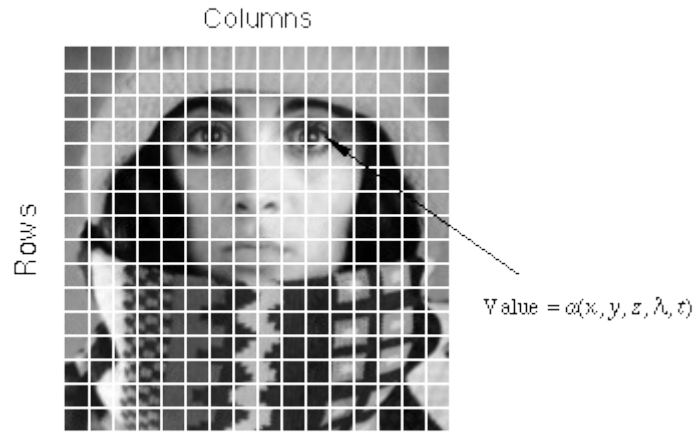
103 59 12 80 56 12 34 30 1 78 79 21 145 156 52 136 143 85 115 129 41 128 143 50 85
106 11 74 96 14 85 97 23 66 74 23 73 82 29 67 76 21 40 48 7 33 39 9 84 54 19
42 27 6 19 10 3 59 80 28 102 107 41 208 88 63 204 75 54 197 82 63 179 63 48 158 62
48 148 49 40 52 65 21 60 68 11 40 51 17 35 37 0 28 29 0 83 50 15 2 0 1 13 14
8 243 173 161 231 140 89 239 142 89 230 143 90 210 126 79 184 88 48 152 69 35 123 51
27 104 41 23 55 45 9 36 27 0 28 28 2 29 28 7 40 28 16 13 13 1 224 167 112 240
174 80 227 174 78 227 176 87 233 177 94 213 149 78 196 123 57 141 72 31 108 53 22 121
62 22 126 50 24 101 49 35 16 21 1 12 5 0 14 16 11 3 0 0 237 176 83 244 206 123
241 236 144 238 222 147 221 190 108 215 170 77 180 135 52 136 93 38 76 35 7 113 56 26
156 83 38 107 52 21 31 14 7 9 6 0 20 14 12 255 214 112 242 215 108 246 227 133 239
232 152 229 209 123 232 193 98 206 162 64 179 133 47 142 90 32 29 19 27 89 53 21 171
116 49 114 64 29 75 49 24 10 9 5 11 16 9 237 190 82 249 221 122 241 225 129 240 219
126 240 199 93 218 173 69 186 135 33 219 186 79 189 184 93 136 104 85 112 69 37 191 153
80 122 74 28 80 51 19 19 37 47 16 37 32 223 177 83 235 206 105 243 218 125 238 208
103 221 188 83 228 204 86 224 220 123 210 194 109 192 159 62 150 86 40 116 73 28 146 104
48 109 59 24 75 48 18 27 33 35 47 100 118 216 177 98 223 189 91 239 209 111 236 213
117 217 200 108 218 200 100 218 206 104 207 175 76 177 131 54 142 88 41 108 85 22 103
59 22 93 53 18 76 50 17 9 10 2 54 76 74 108 111 102 218 194 108 228 203 102 228 200
100 212 180 79 220 182 85 198 158 62 180 138 54 155 108 37 132 82 33 95 51 14 87 48
15 61 46 14 16 15 0 11 6 0 64 80 91 54 80 93 220 186 97 212 190 105 214 177 86 208
185 71 198 150 64 175 127 42 170 117 49 139 89 30 102 53 12 84 43 13 79 48 15 72 42
14 10 13 4 12 8 0 89 104 110 58 96 109 130 128 115 196 154 82 198 148 66 183 138 70
174 125 56 169 120 54 146 97 41 118 67 24 80 52 16 75 46 16 58 42 19 13 7 9 10 5
0 16 11 3 68 111 116 70 100 102 78 103 99 57 71 82 162 111 68 141 86 37 152 102 51
130 80 31 110 63 21 83 44 11 69 42 12 28 8 0 7 5 10 16 4 0 17 10 2 30 20 10
58 68 86 53 88 94 59 91 102 89 99 110 54 80 79 23 69 85 31 34 25 53 41 25 21 2
0 8 0 0 17 10 4 11 0 0 34 21 13 47 35 23 38 26 14 47 35 23

```

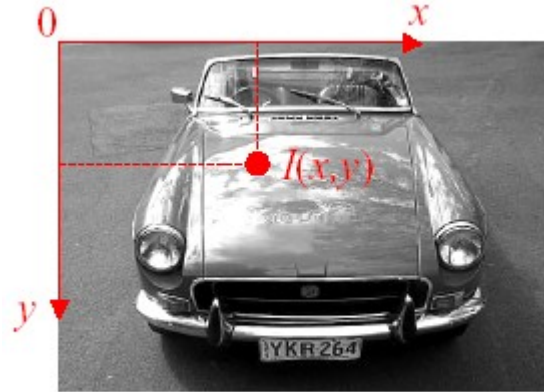
A real image

A digital image

1 ve 0'lerden oluşan sayısal görüntü yapımız $a[m,n]$, 2 boyutlu dünyadan elde edilen $a(x,y)$ fonksiyonundan örnekleme tekniği kullanılarak oluşturulur. Sayısal görüntü M ve N sayılarında satır ve sütünlardan oluşur ve satır ve sütünlardan kesiştiği her bölgeye pixel denir. O piksel'deki değer ise derinlik (z), renk (λ) ve zamanın (t) bir fonksiyonudur.



Yukarıdaki resimde $N=16$ ve $M=16$ 'dır. Her pixele atanan değer ise o pikselin parlaklık değerinin en yakın tamsayıya yuvarlatılmış halidir. $[m=10, n=3]$ 'teki değer $L=110$ 'dur.



Görüntü işlemede standart parametre değerleri aşağıdaki gibidir:

Parametre	Sembol	Kullanılan değerler
-----------	--------	---------------------

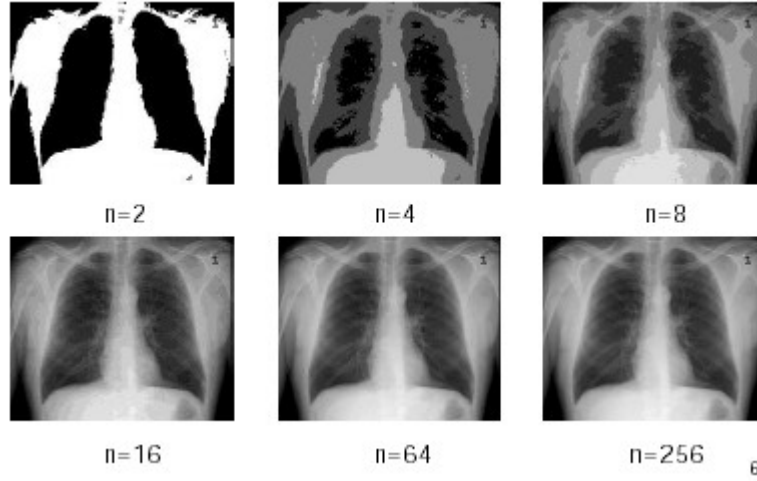
Satır	N	256,512,525,625,1024,1035
Sütun	M	256,512,768,1024,1320
Gri Seviyesi	L	2,64,256,1024,4096,16384

Niteliklendirme

Görüntü piksel değerlerinin belirli aralıklarda olması, meydana gelen görüntünün niteliğini değiştirir. Örneğin 0 beyazı ve n-1 de siyahı temsil eder ve bu değerler arası gri tonlarını ifade eder.

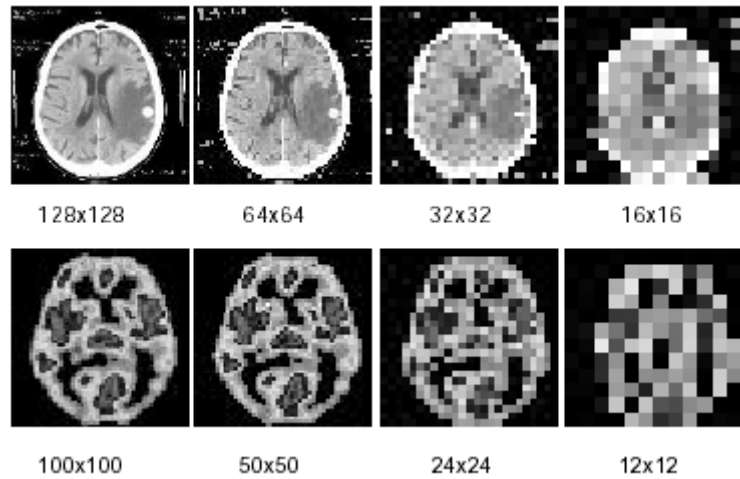
Burada $n = 2^b$ olmak üzere b değeri görüntünün 1 pikselini ifade etmek için gereken bit sayısıdır. Örneğin $b=8$ ise 256 adet gri tonu bulunmaktadır.

$B=1$ ise resim sadece 0 ve 1 'lerden oluşur ve buna İkili resim(Binary Image) denir.



Uzaysal Çözünürlük (Spatial Resolution)

Bir resmin uzaysal çözünürlüğü o resmin 1 pikselinin fiziksel büyüklüğüne eşittir. Yani bir resmin detaylanabilir en küçük parçasıdır.



Koyuluk

Göz lokal etkilere göre görüntüyü farklı algılar. Kontrast görüntü oluşumunda önemli bir etkidir.

Aşağıda merkezdeki kare aynı olmasına rağmen göz onu farklı kareler gibi algılamaktadır.

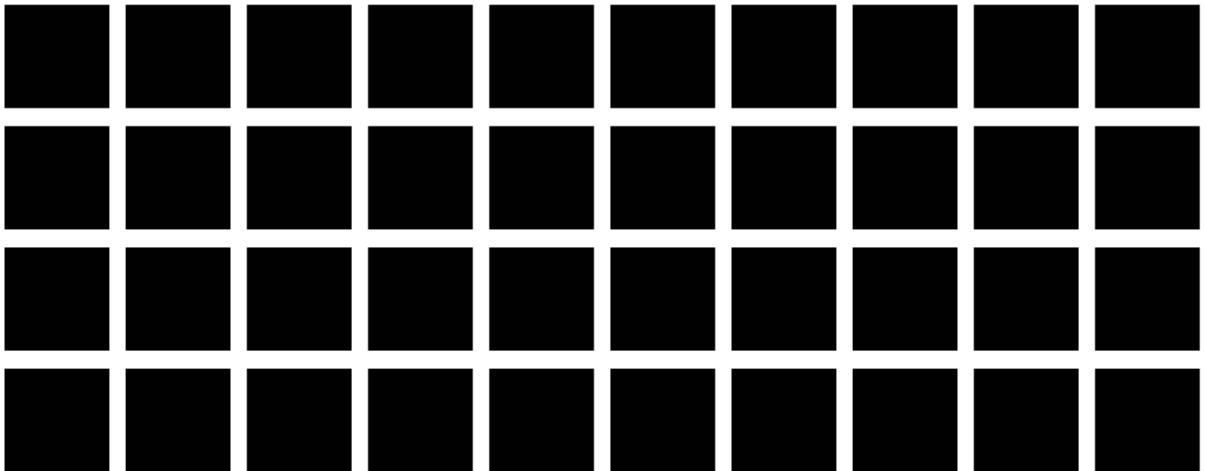


Aşağıda her bir dikdörtgenel bölge aynı renkte olmasına rağmen göz farklı renklerde gibi algılamaktadır.



Each of the nine rectangles is a constant colour

Aşağıda göz aslında olmayan hayalet kareler görmektedir.

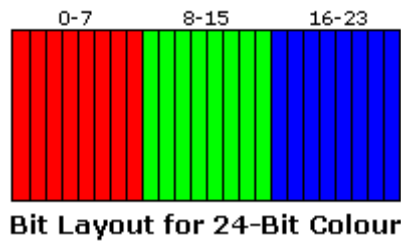


İndekslenmiş Görüntüler

Resimleri daha iyi ve verimli saklamak için diğer bir yöntem ise indekslemedir. İndekslenmiş resimlerin bir renk paleti vardır. Bu palet 3 tane kolonu olan ve her satırın o bir rengin RGB değerini içerdiği bir matristir. Dolayısıyla her piksel , bu tabloya bir indeks değeri içerir.



Renkli resimlerde ayrı ayrı RGB değerlerinin tutulması yerine palet tutulması , bu bakımdan daha avantajlıdır.



RGB değerleri, gri tonlarına şu formülle dönüştürülür:

$$I_{grey}(p) = \frac{I_R(p) + I_G(p) + I_B(p)}{3}$$

Gri tonları ise ikili resimlere şu formülle dönüştürülür:

$$I_{bin}(\mathbf{p}) = \begin{cases} 1 & \text{if } I_{grey}(\mathbf{p}) \geq d \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Burada d belirli bir eşik değeridir ve bu değer, çevirim için ana noktadır. (Threshold)

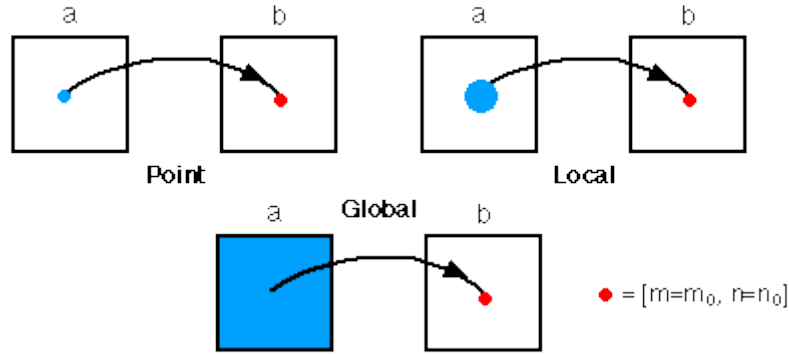
Eşik noktalarının kullanılması hesaplama işlemini kolaylaştırırken bilgiyi yeterli kullanmaması ve genellikle elle girilen bir değer oluşturması bir dezavantajdır.

Görüntü Operasyonları

Görüntü operasyonları, a[m,n] gibi bir girdi görüntüsünü, b[m,n] gibi bir çıktı görüntüsüne çevirir. Operasyonlar, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

Operasyon	Karakteristik	Piksel Başına Karmaşıklık
Nokta	O koordinatın çıkış değeri sadece giriş değerine bağlı	Sabit
Yerel	O koordinatın çıkış değeri, komşu noktaların değerine bağlı	P2
Global	O koordinatın çıkış değeri, tüm resim elemanlarına bağlı	N ²

Yukarıdaki operasyonlar NxN boyutlarında ve PxP komşu piksel bölgeleri üzerinden yapılan hesaplamaları içerir.



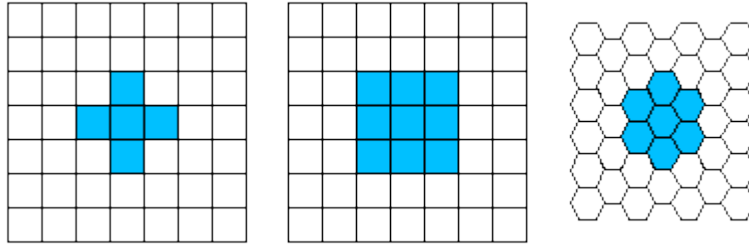
Görüntü işlemleri şekil üzerinde gösterilmiştir.

Komşuluk Çeşitleri

Sayısal görüntü işlemede komşuluk ilişkileri çok önemlidir. Komşuluk ilişkileri ise ancak görüntü örnekleme yapılarak elde edilebilir. Temel örnekleme yöntemleri şunlardır:

Dikdörtgenel örneklemede resmin üzerinde dikdörtgenel bir ızgara olduğu düşünülür.

Altıgensel örneklemede ise resimin altıgenlerden oluşmuş parçalar içerdiği düşünülür.

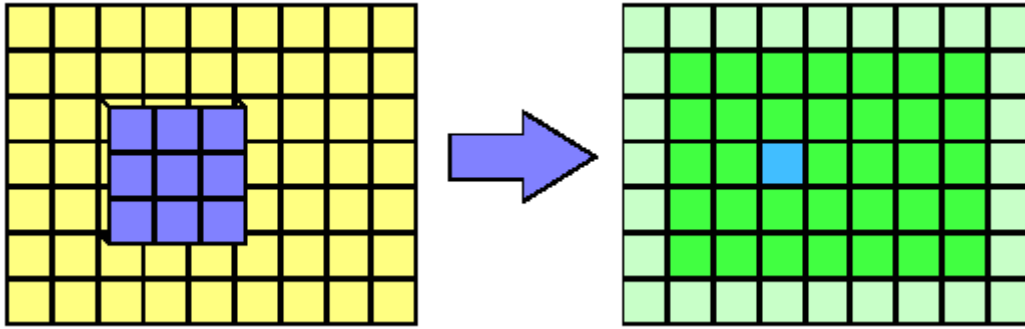


Dikdörtgensel örnekleme, donanımsal açıdan daha rahat gerçekleştirilebildiği için daha çok tercih edilir.

Yerel görüntü işleme operasyonları, çıkış pixel değerini olan $b[m=m_0, n=n_0]$ değerini, giriş pikseli $a[m=m_0, n=n_0]$ değerininin komşularını kullanarak hesaplar. Yukarıdaki şekilde 4'lü, 8'li ve 6'lı komşuluk ilişkileri gösterilmiştir.

Filtreleme

Filtreleme resmin üzerinde bir filtre varmış gibi düşünüp her piksel değerinin yeniden hesaplanmasıdır.



Filtreler sayesinde girdi resminden yeni resim değişik efektler verilerek elde edilir. Filtreleme işlemi şu formülle elde edilebilir:

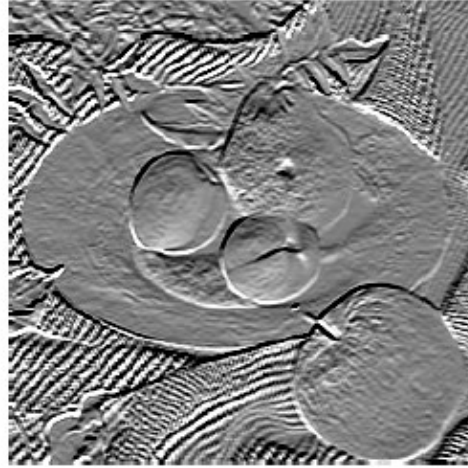
$$f'(x, y) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} h(i, j) \times f(x - i, y - j)$$

Burada h fonksiyonu filtredir.

Örnek filtreleme matrisleri aşağıdaki gibidir:



original image



after use of a 3×3 Prewitt horizontal edge detection filter

mid-grey = no edge, black or white = strong edge

Medyan Filtreleme

Medyan filtreleme, lineer bir işlem değildir. Merkezi bizim pikselimiz olan bir bölgenin çevresindeki piksellerin medyanlarının alınmasına dayanır.

$$I_{med}(p) = \text{median of } m \times n \text{ region centred at } I(p).$$

e.g. 3×3 median filter

10	15	17	21	24	27
12	16	20	25	99	37
15	22	23	25	38	42
18	37	36	39	40	44
34	2	40	41	43	47

(16,20,22,23,
25,
25,36,37,39)

	16	21	24	27	
	20	25	36	39	
	23	36	39	41	

sort into order and take median

Örneğin gürültü eklenmiş bir resim eski haline bu metodla döndürülebilir.



Original image



Image plus salt
& pepper noise



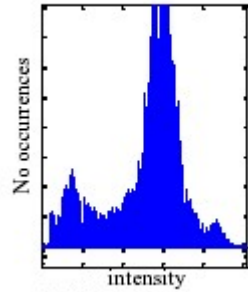
Local averaging,
Across 3x3 regions



Median filtering
with 3x3 kernel

Histogram

Görüntünün içerdiği piksel değerlerinin ağırlığını belirten grafiksel bir gösterimdir.

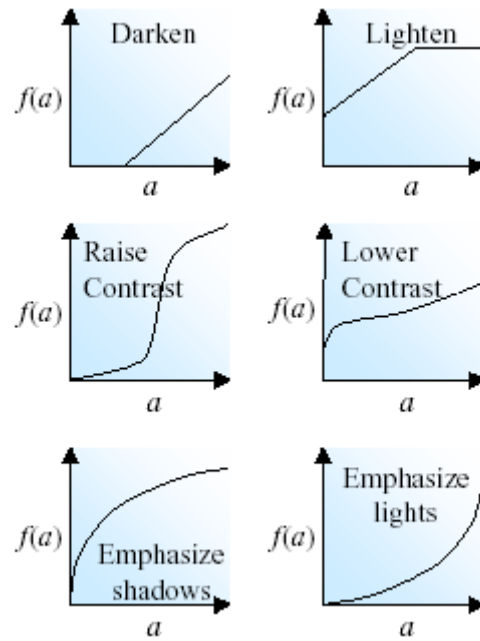


Original Image

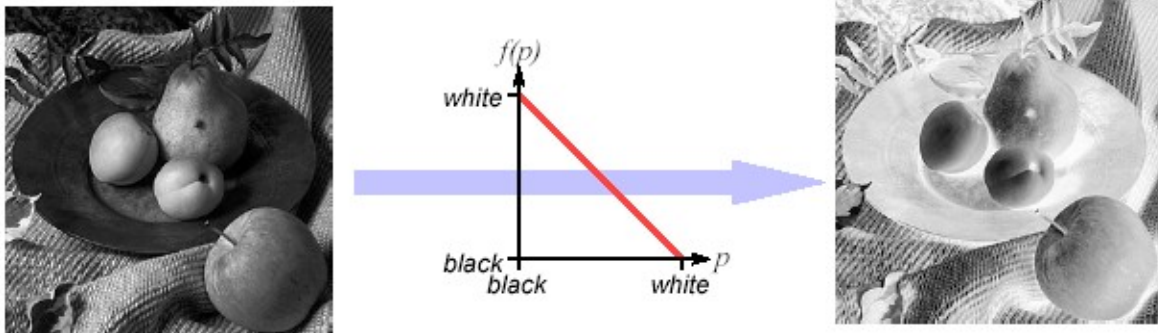
Homojen Nokta İşlemleri

En basit görüntü işlemleri , o noktanın belirli bir fonksiyondan geçirilerek yeni nokta değerlerinin bulunmasına dayanır.

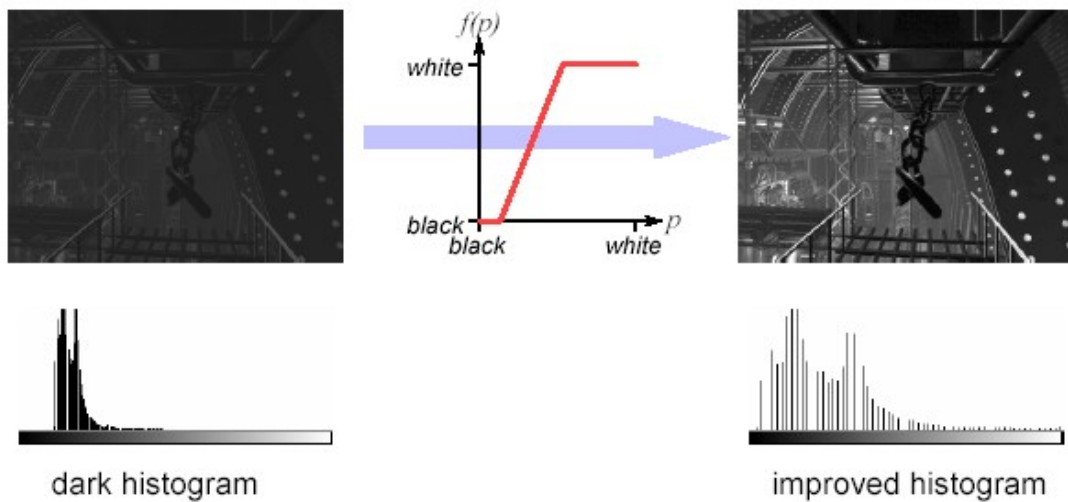
$$f: I(\mathbf{p}) \rightarrow I_{new}(\mathbf{p})$$



Bir resmin renklerini çevirmek:

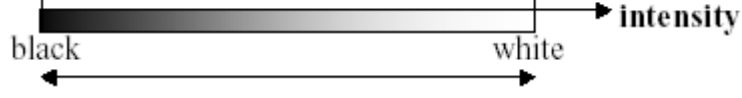


Bir resmin kontrastını ayarlamak:

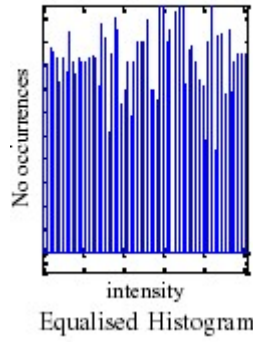


Histogram Equalisation

İnsan gözü , aşağıdaki gri düzeyleri geçişleri arasından yaklaşık 100 tane bölgeyi birbirinden ayırt edebilir.



Şekilde birçok değer içeren dağınık bir piksel dağılımı vardır. Daha net bir görüntü için histogramın daha ayırık ve düzgün bir yapıya gelmesi sağlanmalıdır.



Equalised Image

Bu işleme histogram eşitlemesi (Histogram Equalisation) denir. Bu işlem

$$f: I_1(\mathbf{p}) \rightarrow I_{eq}(\mathbf{p}) \quad f(a) = \sum_{r=1}^a \frac{n_1(r)}{N}$$

formülü ile ifade edilebilir. Burada $n_1(r)$ fonksiyonu yoğunluğu r olan piksel sayısıdır ve N ise toplam piksel sayısıdır.



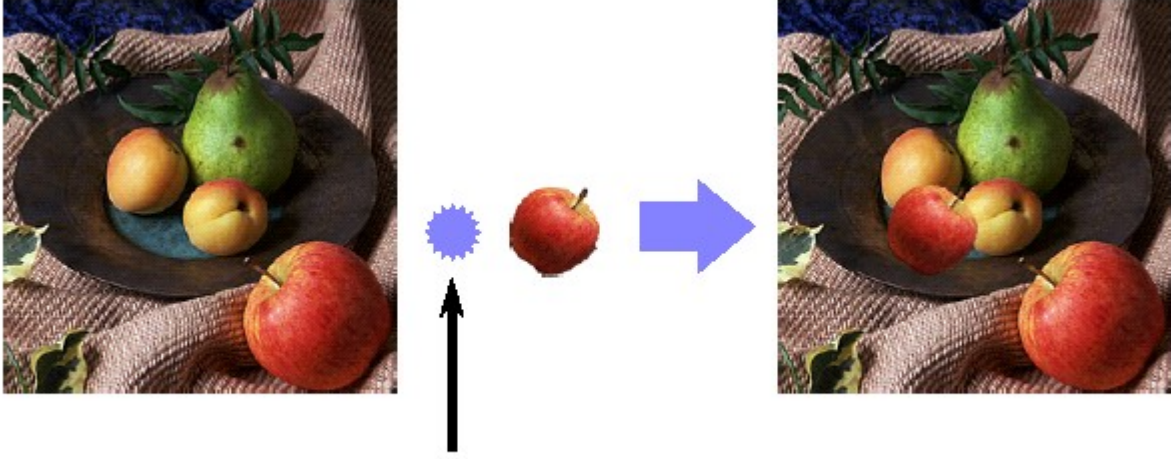
Original Image



Image after
histogram equalisation

İki Resmi Birleştirmek

İki resmi birleştirmek için bir resimdeki seçilen pikseller diğerine kopyalanır.

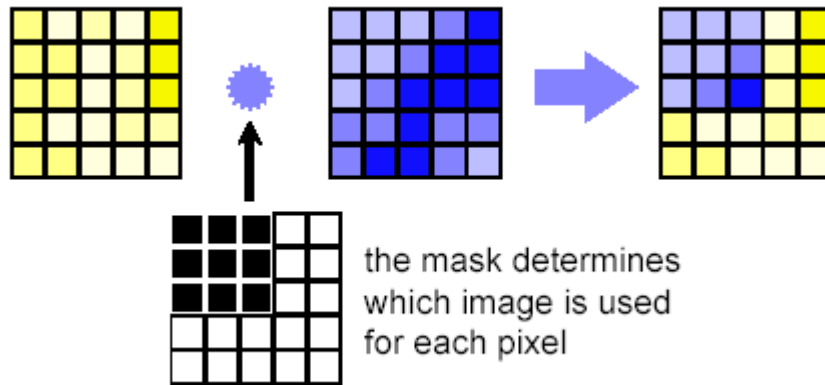


what does this operator do?

Maskeler

Maskeleme , resmin istenen bölgesinin kesip çıkartılması ve elde edilmesidir. Şu formüle göre hesaplanır:

$$I_{masked}(p) = I(p) \cdot I_{bin}(p)$$



Original image



Mask

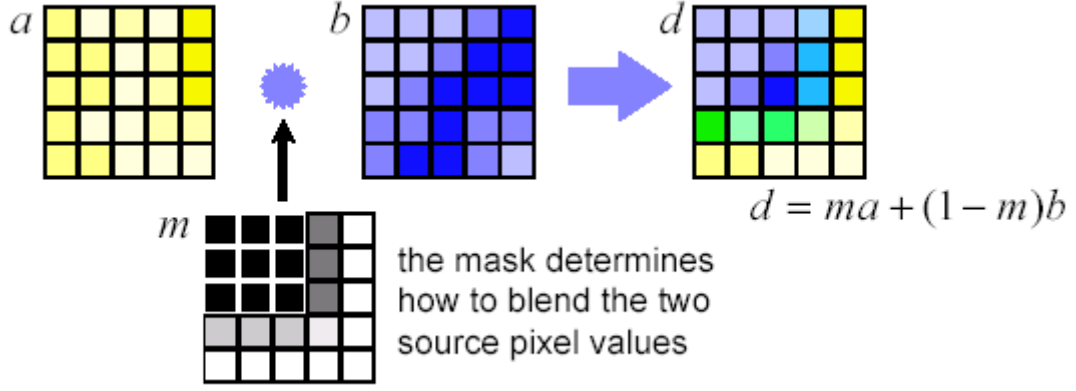


Product of image and mask



Background blurred

Basit bir ikili maske yerine bazen alfa maskeleme tekniği kullanılır. Bu teknikte her bir görüntünün piksellerinin hangi oranda karıştırılıp yeni piksel değeri hesaplanır.



Halftoning ve Dithering

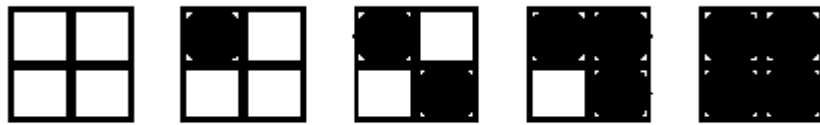
Gri tonlarında olan bir resmi ikili bir resme dönüştürmek için kullanılır. Ayrıca 4 adet resmin kullanıldığı print işleminde de kullanılır.



Halftoning

Her bir gri tonundaki resminin her bir pikseli ikili bir kare şeklinde piksellere dönüştürülebilir. Örneğin 5 adet yoğunluk değeri taşıyan pikseller, 2x2 boyutlarında pikseller ile ifade edilebilir.

1-to-4 pixel mapping

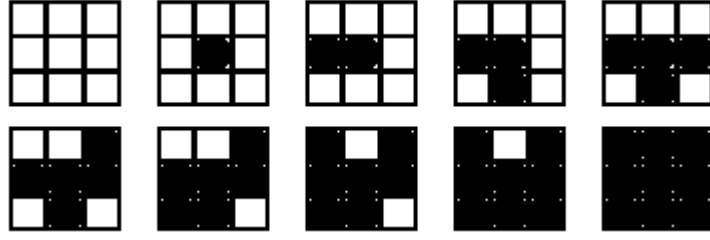


0-51 52-102 103-153 154-204 205-255

8-bit values that map to each of the five possibilities

Halftoning Dither Matrisi

Diğer bir olasılık da 3x3 boyutunda desenler kullanmaktır.



Bu desenler dither matrisi ile ifade edilebilir.

7	9	5
2	1	4
6	3	8

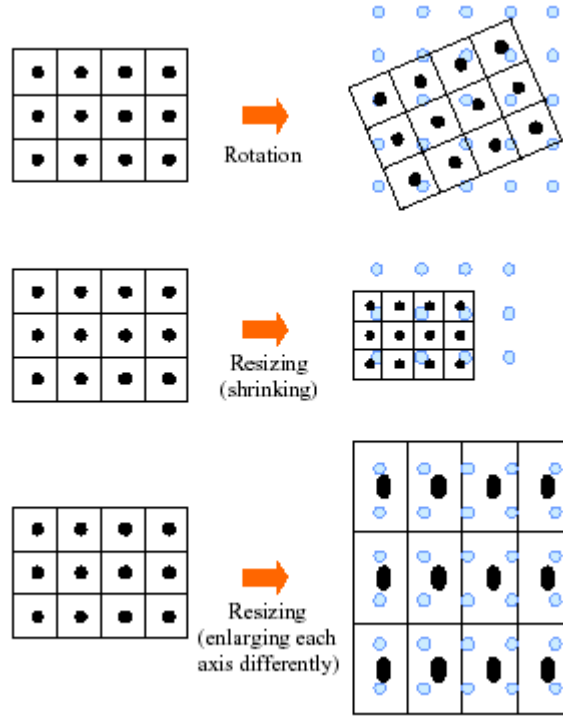
Normal bir resim ve dither işleminden geçirilmiş resim aşağıda gösterilmiştir.



Geometrik Dönüşümler

Döndürme, oranlı büyütme ve x ve y eksenlerinde değişik oranlarda boyutlandırma işlemleri şu 2 aşama gerçekleştirilerek yapılır:

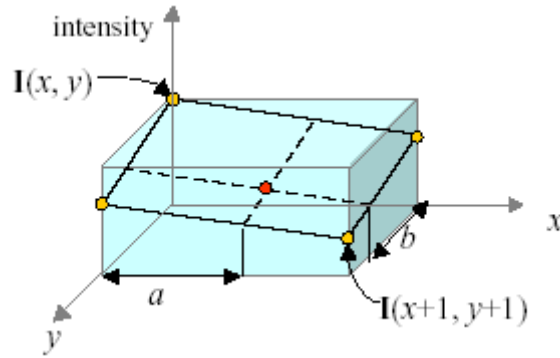
- Eldeki piksel değerleri kullanılarak gerekli dönüşümler yapılır
- Enterpolasyon kullanılarak dönüşüme uğramış resimin tamsayı piksel koordinatları bulunur.



Bilinear Enterpolasyon

$I(x',y')$ noktasının yoğunluk değerini, $I(x,y),I(x+1,y),I(x,y+1),I(x+1,y+1)$ kullanılarak belirlenmesidir.

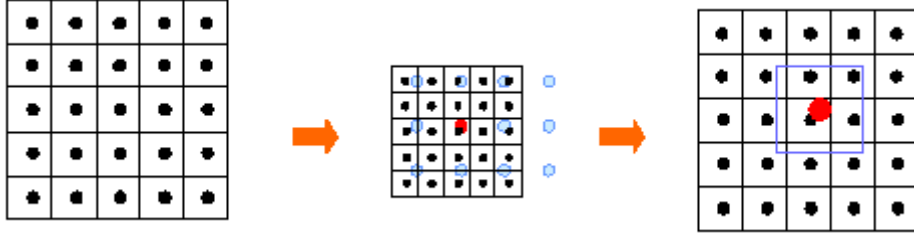
$$I(x', y') = \begin{bmatrix} 1-b & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I(x,y) & I(x+1,y) \\ I(x,y+1) & I(x+1,y+1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1-a \\ a \end{bmatrix}$$



Resmi Boyutlandırma

Önce boyutlandırma matrisinden geçirilerek yeni piksel değeri elde edilir ve enterpolasyon yardımı ile yeni tamsayı piksel elde edilir. Bu enterpolasyonda bilinen komşu pikseller kullanılabilir.

$$\mathbf{P}_{scaled} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \mathbf{P}$$



Resimi Döndürme

Yeni piksel değeri döndürme matrisi yardımı ile elde edilir ve yeni tamsayı değeri örneğin bilinear enterpolasyon kullanılarak elde edilir.

$$\mathbf{P}_{rot} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \mathbf{p}$$

$$\mathbf{I}_{rot}(\mathbf{p}) = \begin{bmatrix} 1-b & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}(x,y) & \mathbf{I}(x+1,y) \\ \mathbf{I}(x,y+1) & \mathbf{I}(x+1,y+1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1-a \\ a \end{bmatrix}$$

