Subject :
Year . Month . Date . 1)

پردازش رقمی تصاویر

* اهداف
  - مفاهیم اولیه و اساسی پردازش تصاویر
  - آشنایی با کاربرد تصاویر

* مراجع

کتاب‌های کلی
Digital Image Processing : R.C. Gonzalez
کتاب‌های تصاویر
Foundamental of Digital Image Processing : A.K. Jane
کتاب‌های ریاضی
Digital Image Processing : G.X. Pratt

* ارزیابی
  - آزمون‌ها ← 65 - 70٪
  - تمرینات ← 15 - 20٪
  - پروژه نهایی ← 15٪

* استاد
دکتر مهدی رکنی

* اطلاعات

  - کورش مشقی
  - ۰۹۱۲-۲۱۲۹۴۰۴
  - kourosh meshgi@gmail.com
  - تحصیل دوم ۸۷-۱۳۸۸

Subject :

Year . Month . Date . ( )

* آنالیز پردازش تصاویر
  - بهبود کیفیت تصاویر
  - امنیت و محافظت محتوی
  - ذخیره سازی و ارسال بهینه
  - نمایش و چاپ کردن
  - استخراج اطلاعات

* آنالیز پردازش رقمی
  - دقت
  - سهولت
  - ذخیره سازی

* مباحث پردازش تصویر خارج از چهارچوب کلاس

- Image Acquisition
- Image Generation
- Image Perception
- Image Display

Subject:

Year. Month. Date. 2)

* تصویر

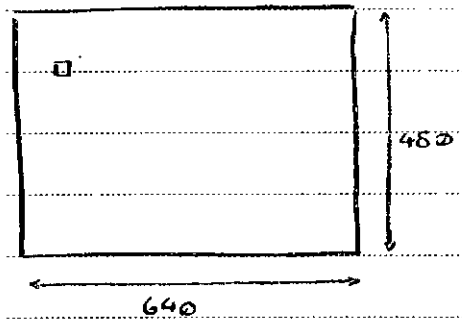
• تابع دوبعدی $f(x,y)$

- مختصات : x, y
- شدت روشنایی : f

Intensity : خاکستری

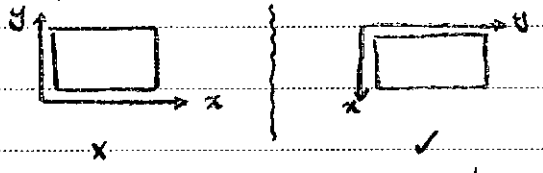
Color Spectrum : رنگی

• دستگاه مختصاتی



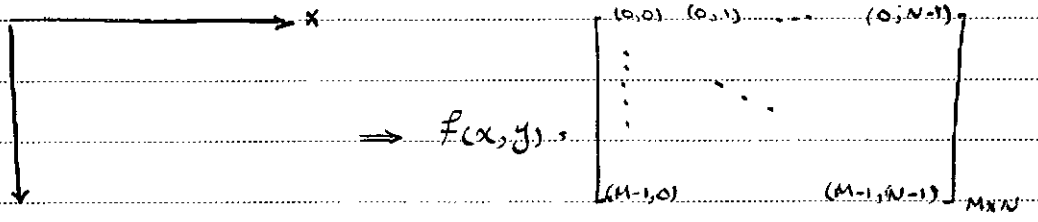
640 x 480

(ستون x سطر)



✓

• در این کلاس



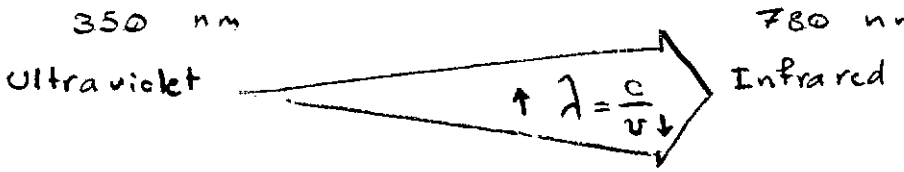
Subject:
Year. Month. Date. ( )

* تصویر
  - بازتاب نور از یک جسم
  - منبع نوری ← منبع انرژی الکترومغناطیسی دارای یک طول موج
  - هر نقطه بسته به جنس می‌تواند نور را بازتاب کند
    - جذب شدن
    - انعکاس کامل
    - بازتاب خوشی

$E(x, y, z, \lambda)$ → نور منبع تابیده از سطح جسم، طول موج
$r(x, y, z, \lambda)$ → بازتاب نقطه (x, y, z) نسبت به طول موج λ
$C(x, y, z, \lambda)$ → نور گرفته شده از نقطه (x, y, z) توسط دستگاه

$C = E \times r$

- حواص نور مرئی



Violet → Blue → Green → Yellow → Orange → Red

☑ دید باند infrared ← دید در شب
دید باند radio ← دید راداری

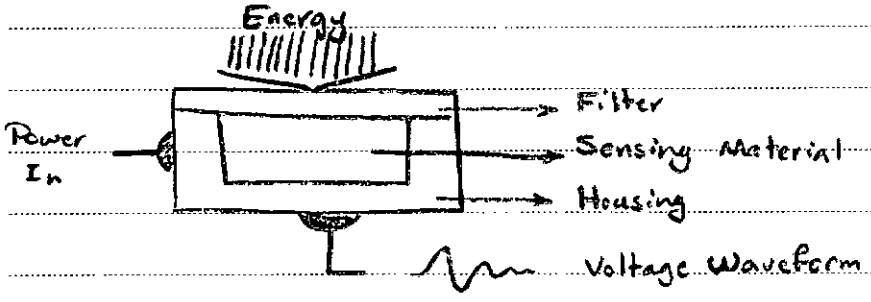
☑ ماهواره Multi Spectral ← حد طیف در هر تصویر
ماهواره Hyper Spectral ← بیش از ۲۰۰ باند طیف

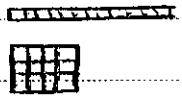
Subject:

Year. Month. Date. ۳

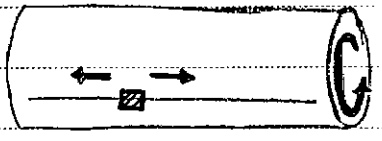
* منبع نور
  - Radiance
  - Luminance
  - Brightness

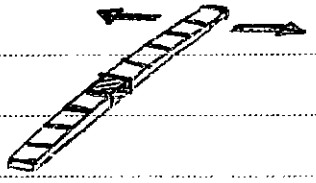
* سنسور تصویر برداری
  - یک element



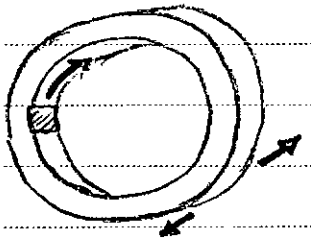


- چیدمان
  - آرایه خطی
    - مانیتور دوربین
    - روی صفحه تلفن





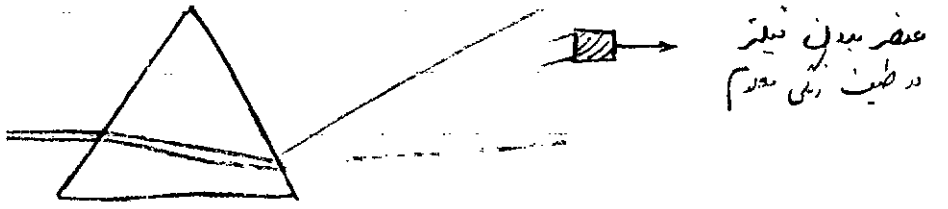
- خطوط جاروب کننده



دوران دور سطل
(یا برعکس آن در عکسبرداری اشعه X)

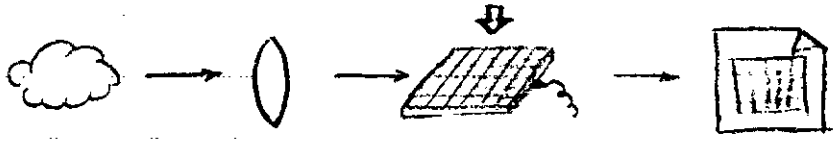
Subject:
Year. Month. Date. ( )

• روش ماهواره ای (فیلتر ← منشور)



* اخذ تصویر

World ⟶ Camera ⟶ Digitizer ⟶ Digital Img.



• انواع تصویر ← دودویی
← خاکستری (۸ بیتی)
← رنگی

$I(x,y) = \{0,1\}$
$I(x,y) = [0:255]$
$I(x,y) = RGB$

* ساختار چشم انسان

• شبکیه ← شامل سلولهای مخروطی و میله ای
سلولهای مخروطی ← تشخیص رنگ
سلولهای میله ای ← تشخیص شدت روشنایی

• لکه زرد (Fovea) ← محل تشکیل تصویر
← پراکنده ترین سلول

• گیرنده ها ← مخروطی ← حساس به رنگ ← هر کدام سلول به یک عصب
← ۶ تا ۷ میلیون
← استوانه ← دید شب
← ۱۵۰ تا ۷۵ میلیون ← هر چند تا سلول به یک عصب

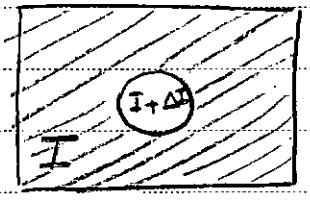
Subject:
Year . . . Month . Date . 41

- فاصله کانونی ـــ ۱۴ تا ۱۷ میلیمتر
- چشم قابلیت انطباق با روشنایی را دارد.
- قابلیت تشخیص تغییرات میزان روشنایی

ـ آزمایش: یک صفحه روشنایی به اندازه I
یک نقطه روشنتر به اندازه ΔI

نسبت Weber ΔI / I

اعداد کوچکتر ـــ حساسیت بیشتر



در پس زمینه تاریک، باید ΔI بیشتر باشد تا روشنایی داده شود.
در پس زمینه روشن، ΔI کمتر کافی است.
ـ نوشته در زمینه روشن مقروء تر است

- پدیده ماخ (Mach Band Effect)
ـ تغییرات ناگهانی در شدت نور
ـ محدودیت بینایی در تشخیص مرز اشیا
Overshoot
Undershoot

- تاخیر هنگام تطابق تاریکی
ـ وابستگی تشخیص رنگ به تطابق

- توهم های نظری
ـ دیدن اشیا
ـ اشتباه کردن اندازه ها
ـ مبارزی نیروی خلبانی موازی
ـ چرخش ظاهری ثابت

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* ذخیره سازی تصویر
  - اندازه ← طول و عرض تصویر ← تعداد پیکسل
  - کیفیت ← تفکیک پذیری
  - حجم ← اندازه x کیفیت

* دقت خاکستری یا
  - ۸ بیت برای نمایش ← ۲۵۶ سطح

Radiometric Resolution

  - کوچکترین تغییر قابل ملاحظه در سطح خاکستری

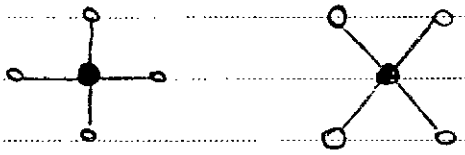
* دقت ها
  - Radiometry ← تغییر رنگ قابل ملاحظه
  - Spatial ← تغییر مکان قابل ملاحظه
  - Spectral ← تغییر طیفی قابل ملاحظه

* پدیده Aliasing
  - تکرار طیف های فرکانس بسیار نزدیک باشند ← در تبدیل فوریه
  - برای رفع آن نرخ نمونه برداری باید افزایش یابد.

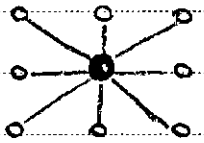
Subject:
Year. Month. Date. 5

* همسایگی پیکسل (= ارتباط آن)

• N_4



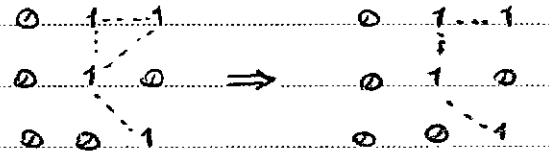
• N_8



• رابطه دوطرفه:

$$p \in N_{4,8}(q) \iff q \in N_{4,8}(p)$$

• جهت m-connectivity: اگر دو پیکسل از یک طریق بهم مرتبط باشند ارتباط N_8 تا m-connectivity شان حذف می شود.



• Adjacency ↘ Neighbor (یعنی دارای وزن مجاز) ↙ Similar

• Path(p,q) ← دنباله‌ای نقاط بین p و q قرار داشته باشند

نقاط به هم adjacent هستند ← 4 path, 8 path, m path

نقاط به طول n ↙

* روابط پیکسل

• Connected Component ← connectivity = به هم پیوستن

مولفه متصل = تمام نقطه‌های متصل به هم

region = دارای یک مولفه متصل = Connected set

Subject :

Year . Month . Date . ( )

- Boundry ← مجموعه پیکسل‌هایی که حداقل یک همسایه خارج از ناحیه دارد
  یا Edge (لبه) کیان نیست.

- Distance ← خواص ← مثبت بودن
  تقارن
  نامساوی مثلثی

فاصله اقلیدسی

$$D_e = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

فاصله بلوک شهری

$$D_4 = |\Delta x| + |\Delta y|$$

فاصله شطرنجی

$$D_8 = \max(|\Delta x|, |\Delta y|)$$

فاصله m

- رابطه به مسیر پیکسل‌های مسیر
- کوتاهترین m-path بین دو پیکسل
- رابطه به همسایگی پیکسل‌های مسیر

D_m

☑ شکل فاصله:

D_e: D_4: D_8:

* عملیات پیکسلی

- جمع (element - wise)

$$A + B = \sum\sum a_{ij} + b_{ij}$$

- تقسیم (element - wise)

$$A / B = \sum\sum a_{ij} \div b_{ij}$$

حالت کلی

$$V^* = A_{4\times4} \cdot V \longrightarrow V^* = R_0\,(S\,(T \times V))$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad S = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

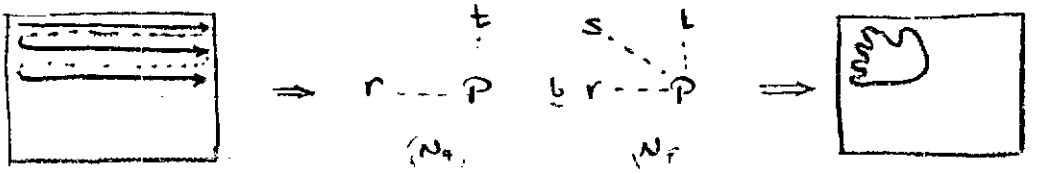
Subject:
Year. Month. Date. ( )

* الگوریتم برچسب‌گذاری دوتایی همبند

۱- از بالا و سمت چپ شروع کرده و خط به خط جلو می‌آییم.
۲- به نقطه P و همسایه‌های چپ و بالای آن می‌رسیم. (r, t)
۳- اگر P = 0 از آن عبور می‌کنیم.
۴- اگر P = 1 باشد.

r = t = 0 ⟶ new label for P
r ⊕ t = 1 ⟶ assign label P
r = t = 1 ⟶ assign label to P if same
⟶ assign random label of r or t to P

۵- در مرحله دوم برچسب‌ها بالایش می‌شود.



* عملیات روی پیکسل‌ها

- ریاضی
- منطقی
- ماسک

P+q ، P-q ، P×q ، P÷q
P•q ، P+q

ماسک ⟵ در یک پنجره انجام می‌شود.
عملیات به یک سری پیکسل‌ها
Convolution

* عملیات هندسی روی تصاویر

- Translation
- Scaling
- Rotation
- Inverse Transformation ، Concatination

Subject:

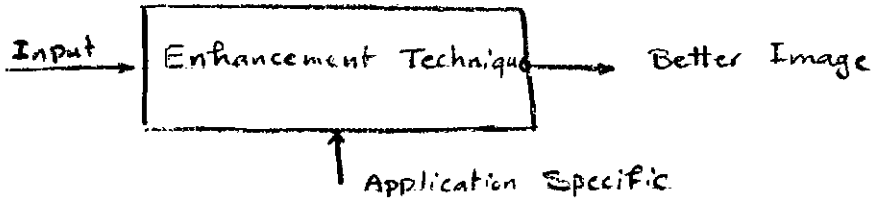
Year Month Date

Subject:

Year. Month. Date. ( )

Image Enhancement In Spatial Domain

* هدف پردازش



* Enhancement

- Spatial Domain ← مستقیماً روی پیکسل
  مستقیماً روی تبدیلی از پیکسل ↙
- Frequency Domain

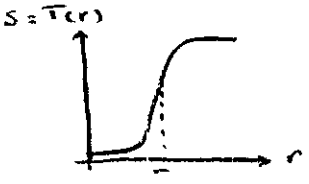
* بهتر بودن تصویر

- موضوع Subjective ← بهتر بودن براساس نظر تعاری بیننده
- برای کاربرد Preprocess ← بهتر بودن براساس ادراک Recognition
- Quality Measurment ← شاخه جدید تحقیقاتی

* روابع Enhancement تابعی است که روی یک تبدیلی از تصویر عمل می‌کند.

- یک نقطه ← تابع یک متغیره

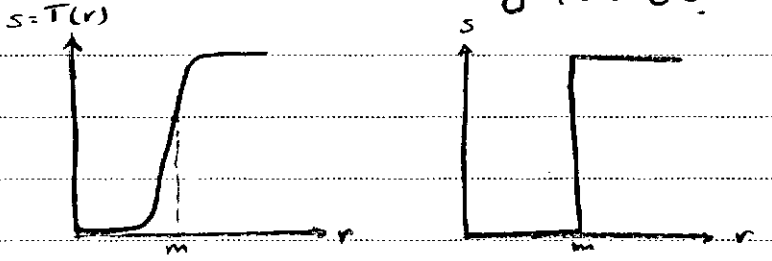
Contrast Stretching ☑



- تبدیلی ← یک تابع سیستم‌های اندوخش

Contrast Stretching *

• سطوح تاریکتر از m را تاریکتر می‌کند و بالعکس



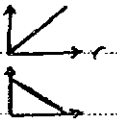
Stretching Produce Binary

Mask Processing / Filter *

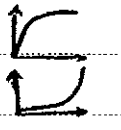
• استفاده از نیمسایه

• توابع روی تصاویر سطح خاکستری

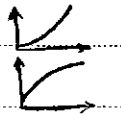
- Linear Transformation
  - identity : خروجی = ورودی
  - negative خروجی = نگاتیو تصویر ورودی



- Logarithm Trans.
  - log خروجی = کشش ناحیه تیره
  - inverse log خروجی = کشش ناحیه روشن



- Power Law Trans
  - n^{th} power
  - n^{th} root



• Negative Linear

$S = L - 1 - r$

- مناسب برای بدست آوردن جزئیات تصویر تیره

- log (nonlinear stretching)

$s = c \cdot \log(1+r)$

— بخش تیره باریکش تصویر را کشش می دهد تیری را فشرده می کند

- Power law

$s = cr^{\gamma}$

— $c=\gamma=1$ ← identity

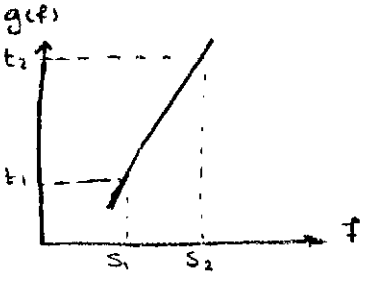
— $\gamma \uparrow$ ← کشش بیشتر ناحیه روشن

— Gamma Correction

— $0<\gamma \ll 1$ ← wash-out پدیده

* Linear Stretching

- سطوح محدود سطح تن را در کل بازه سطح تن بخش می کند

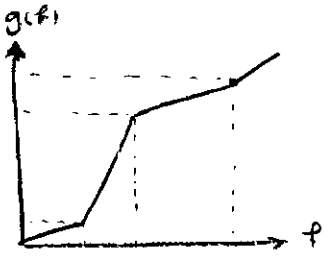


$g(f) = af + b$

$= \frac{S_2 - S_1}{t_2 - s_1} \times (f - S_1) + \cdots$

- رفع مه آلودگی (تاری) تصویر

- Piecewise Linear استفاده از چند

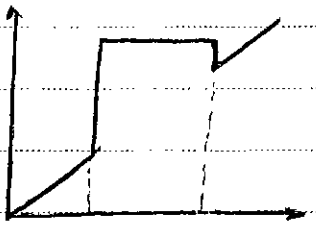


رفع مشکلاتی مانند نویزپذیری صفحه، نشان بازه دینامیک در سنسور دقت برداری، و یا تنظیم نادرست دستگاه تصویر برداری

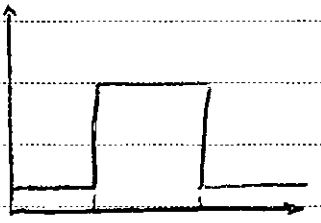
* Slicing

- سطح خاصی را highlight می کنیم

Subject:
Year: Month: Date: ۹۱



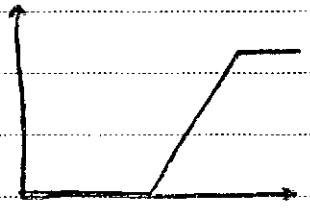
highlighting



slicing

* Clipping

• قطع کردن بازه‌ای از سطح تن



* Bit-plane Slicing

• استفاده از بیت‌های مختلف تصویر برای درک میزان شرکت آنها در تصویر

• بیت‌های پرارزش‌تر داده‌ی به چشم آدمی ترک دارند.

Steganography

۱- تصویر به بلوک‌های ۸×۸ تقسیم می‌شود

۲- تبدیل فوریه می‌گیرند

۳- اطلاعات فرکانس پایین حذف می‌شوند ← برای چشم اهمیت بیشتر

۴- اطلاعات رمز شده در فرکانس پایین ذخیره شود.

* انتخاب تابع مناسب برای تصویر

• استفاده از پیشرفته‌ترین تصویر

پروژه اول

• GUI (واسط گرافیکی)

• خواندن تصاویر، ذخیره کردن، نمایش دادن با ابعاد مختلف

Subject:
Year. Month. Date. ( )

- بزرگ و کوچک کردن

128 x 128 ⟶ 512 x 512 ☑

300 x 300 (در دسته های از ۲ باشد

- دقت رادیومتری

8 bit ⟶ 3 bit ☑

bit - planes

- عملگرهای ریاضی
  - ☑ جمع در تصویر ، تفریق ، تقسیم
- تبدیلات مختلف

Scaling ، Rotation ☑

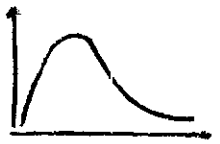
* استفاده از هیستوگرام تصویر
  - علت استفاده ⟵ under exposed images
    over exposed images

r_k : k^{th} gray level

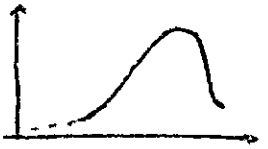
n_k : # of pixels have r_k value

$p(r_k) = \frac{n_k}{n}$ تابع توزیع احتمال

$h(r_k) = n_k$



تصویر بسیار تیره



تصویر بسیار روشن

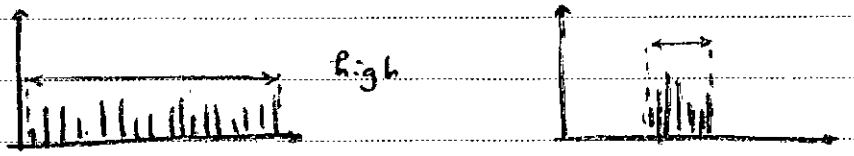
تصویر متعادل

Subject:

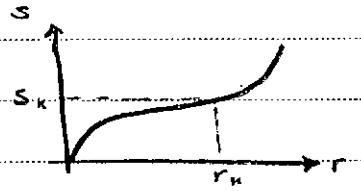
Year. Month. Date. 07

- کاربرد در فشرده سازی تصویر ← حذف کردن پیکسل‌های دارای اطلاعات اضافه
- کاربرد در قطعه بندی

- Centrast



- هموار سازی هیستوگرام
  - دادن توزیع یکنواخت به هیستوگرام



$s = T(r)$

- خواص $T(r)$
  - دارای مقدار یکتا ← وجود تبدیل معکوس
  - یکنواخت
  - $0 \le r \le 1 \Rightarrow 0 \le T(r) \le 1$

- تبدیل معکوس

$s = T(r) \Rightarrow r = T^{-1}(s)$

- تبدیل تصویر در واقع تابع توزیع تجمعی تصویر انتخاب می‌شود تا شرایط $T(r)$ ارضا کند و تابع چگالی توزیع یکنواخت داشته باشد.

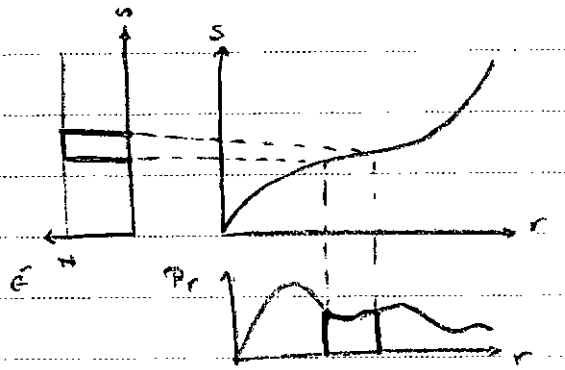
$$s = T(r) = \int_{-\infty}^{r} p(w)\,dw$$

$$\frac{ds}{dr} = \frac{dT(r)}{dr} = p_r(r)$$

$$\Rightarrow p_s(s) = p_r(r)\left|\frac{dr}{ds}\right| = p_r(r) \times \frac{1}{p_r(r)} = 1$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )



- با بسته کردن این رابطه می‌توان به یک هیستوگرام تقریباً یکنواخت دست یافت.

- الگوریتم

۱- تصویر $M \times N$ با L سطح وارد می‌شود.

۲- هیستوگرام $H(k)$ بدست می‌آید. $k = 1, \dots, L-1$

۳- تابع توزیع تجمعی بدست می‌آید.

$$T(k) = \sum_{i=0}^{k} H(i) / M \times N$$

۴- نگاشت سطوح تعیین می‌شود:

$$g(k) = \underbrace{T(k)}_{0 \le \cdot \le 1} \times L$$

- هیستوگرام مشخص (Histogram Matching)

- یک هیستوگرام خروجی داریم که سعی می‌کنیم هیستوگرام ورودی به آن برسد:

- ایده اصلی

Input Histogram $\xrightarrow{s=T(r)}$ Equalized Histogram of Input

Desired Histogram $\xrightarrow{v=T(z)}$ Equalized Histogram of Output

می‌خواهیم این دو برابر شوند.

Subject:

Year. Month. Date. ۲۱

- r ورودی و z مدنظر است. می‌خواهیم G^{-1} را بیابیم.

$s = T(r) = G(z)$

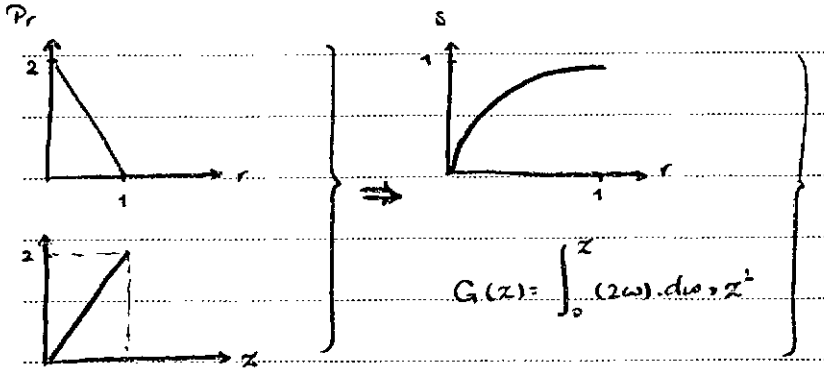
$z = G^{-1}(s) = G^{-1}(T(r))$

اثبات:

r = hist of input $\xrightarrow{\text{Equalize}}$ $s = T(r)$

z = hist of desired $\xrightarrow{\text{Equalize}}$ $v = G(z)$

حال: $v = s$



- برای تصویر

۱- تشکیل هیستوگرام ورودی و خروجی H_r ، H_z

۲- پیدا کردن هیستوگرام تجمعی ورودی S_k

۳- دنبال نزدیکترین $G(z)$ هیستوگرام که به S_k نزدیک باشد و z متناظر را بیابیم.

۴- برای هر پیکسل $r \rightarrow s \rightarrow z$

* عملیات ریاضی

• تفریق

$[0,255] - [0,255] = [-255, 255]$

برای درست کردن بازه در آن وجود دارد:

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۱- جمع با 255 و تقسیم با ۲ ← نزدیک ماندن رنگ
۲- بردن $[g_{min}, g_{max}]$ به $[0, 255]$

• میانگین گیری

مدل نویزی $g(x,y) = f(x,y) + \eta(x,y)$

نویز ←

نامبسته با تصویر ورودی
میانگین آن صفر باشد

بایاس فرضی

$$\bar{g}(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} g_i(x,y)$$

$$E\{\bar{g}\} = f(x,y)$$
$$\sigma^2_{\bar{g}} = \frac{1}{K}\sigma^2_{\eta} \xrightarrow{K \to \infty} \bar{g} \to f$$

حذف نویز را تولید می‌کنیم، به تصویر اضافه می‌کنیم و میانگین می‌گیریم.

* فیلتر در دامنه مکانی
• معمولاً تعداد سطر و ستون آن‌ها عدد فردی است. ← نقطه + سمبلی ستاره
• کانولوشن با فیلتر
  - دوران حول نقطه اصلی فیلتر
  - ضرب عنصر در عنصر با تصویر و حاصل جمع گیری
• روشهای کانولوشن برای سیگنال ناحیه مرزها
  - شروع از (۰,۰) و صفر در نظر گرفتن نواحی بیرون ناحیه فیلتر
  - تکرار سطر و ستون مرزی در مرزها (استفاده ماسک)
  - شروع از (۱,۱) و نگرفتن ماسک طوری که از تصویر خارج نشود.

Subject:

Year ___ Month ___ Date 12

☑

$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\1&1&1\end{bmatrix}$ ← فیلتر پایین گذر ← تصویر را واضح می‌شود

blur

☑

$\begin{bmatrix}1&1&1\\1&-8&1\\1&1&1\end{bmatrix}$ ← فیلتر بالاگذر ← نشان دادن ناپیوستگی‌ها

* Smoothing

- Blurring (تار کردن) ← حذف نویز
  - از بین بردن جزئیات کوچک
  - هموار کردن ناحیه‌های کوچک
- Noise Reduction ← خطی / غیرخطی
- low pass Filter ← از بین بردن لبه‌ها
- لبه‌های تصویر ← لبه‌ها نیز جزء سطح خاکستری ← محو می‌شود.

☑

$\frac{1}{9}\times$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

box Filter

$\frac{1}{16}$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

weighted average (gaussian low pass Filter)

↓ ضریب ⇒ ↑ ناحیه

* Order-Statistics Filter

- Median ← مناسب برای نویز ضربه‌ای (salt & pepper)
  - تاری کمتر
  - نقاط ایزوله با اندازه $\leq n^2/2$ پاکسل حذف می‌شوند.
- Max ، Min

Subject :

Year . Month . Date . ( )

Sharpening *

- واضح کردن جزئیات
- نقاط احتمالی دیده شده

ramp ← منفاوت
isolated point ← منفاوت بزرگ
thin line
flat segment ← ∅
step ← منفاوت بزرگ

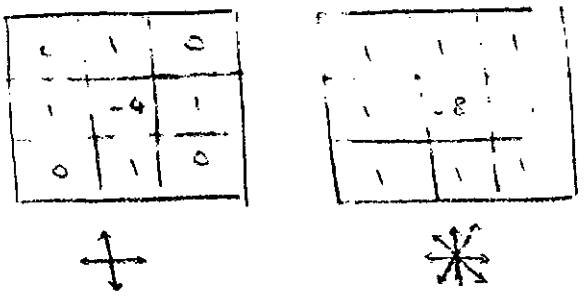
- مشتق اول و دوم یک بعدی

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1) - f(x)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1) + f(x-1) - 2f(x)$$

- لاپلاسین دو بعدی

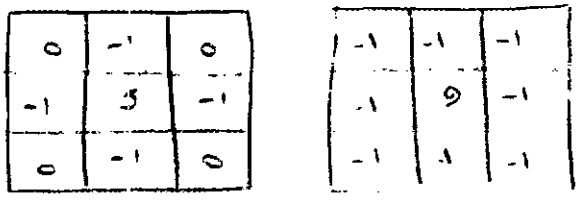
$$\nabla^2 f = f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1) - 4f(x,y)$$



مجموع ضرایب برابر صفر

(مجموع ضرایب فیلترهای blur برابر یک است)

- لاپلاسین و جمع با تصویر اولیه



$$g = f - \nabla^2 f$$

Sharpened img = original img − blurred img

$$f_s = f - \bar{f}$$

Subject:
Year Month Date 13

high-boost filtering .

$f_{hb} = A \times f - \bar{f}$

$= (A-1) f - f_s$

generalized form ($A \geq 1$)

0	-1	0
-1	A+4	-1
0	-1	0

مشتق اول (گرادیان) .

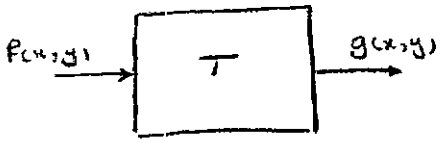
$\nabla f = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \approx |G_x| + |G_y|$

Subject :

Year . Month . Date . ( )

Frequency Domain

دامنه فرکانسی



* خاصیت خطی

$$T[a f(x,y) + b h(x,y)] = aT(f(x,y)) + bT(h(x,y))$$

* Shift Invariant

if $f(x,y) \longrightarrow g(x,y)$

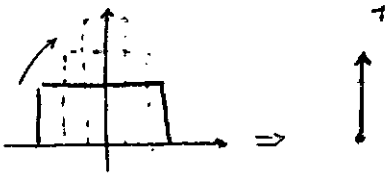
then $f(x-a, y-b) \longrightarrow g(x-a, y-b)$

* (PSF) Point Spread Function

تابع ضربه دوبعدی

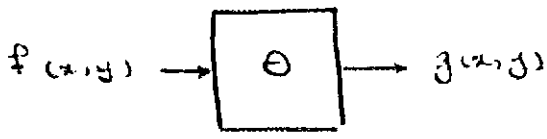
تعبیر فیزیکی: تابع پهن شدن ایده‌آل نقطه در اثر عبور از سیستم

$$\delta = \lim_{a \to 0} \frac{1}{a} \text{rect}\left(\frac{t}{a}\right)$$



2D .

$$f(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x',y')\, \delta(x-x', y-y')\, dx'\, dy'$$



Subject:

Year. Month. Date. 14

$h(x,y) = \Theta[\delta(x,y)]$ پاسخ ضربه

$$g(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(x',y')\,\Theta[\delta(x-x',y-y')]\,dx'dy'$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} f(x',y')\,h(x-x',y-y')\,dx'dy'$$

$$= f(x,y) * h(x,y)$$

پروژه درس

GUI .

Linear Transformation.

Non-Linear Transformation.

Bit-Plane Slicing.

Hist Equalization

Hist Matching .

Image Averaging .

Spatial Filters .

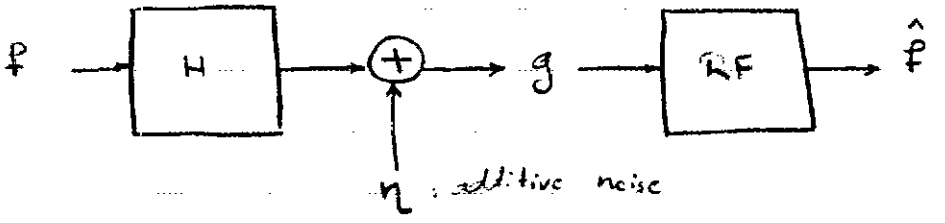
سال تحصیلی ۱۳۸۸،۲،۲۰

Subject:
Year. Month. Date. ( )

Restoration — بازیابی تصویر

* علت احتیاج
  - محیط ← اغتشاشات جوی ، حرکت تابان ، ...
  - نویز سنسور
  - نادری در سنسور ← لرزش دست
  - احتیاج هندسی ← لنز fish-eye

* هر عاملی که موجب تغییر در تصویر شود ، به صورت تبدیلی دیده می شود :



degradation — restoration

$$g = h * f + \eta \quad \Longleftrightarrow \quad G = H \cdot F + N$$

* منشأ نویز
  - نویز سنسور ← مدارهای الکترونیکی ، نور محیط ، دمای سنسور
  - نویز محیط ← لنز پردازی ، تغییرات جوی ، میدانهای قوی الکتریکی / مغناطیسی

* مدلهای نویز
  - نویز گوسی

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

فرضها : استقلال از موقعیت مکانی ، استقلال از محتویات تصویر

Subject:
Year. Month. Date. 15

• نویز ضربه‌ای (نمک فلفلی)

$$P(z) = \begin{cases} P_a & , z=a \\ P_b & , z=b \\ 0 & , o.w \end{cases}$$

• نویز Rayleigh

$$P(z) = \begin{cases} 0 & z<a \\ \frac{2}{b}(z-a)\, e^{\frac{-(z-a)^2}{b}} & \end{cases}$$

• نویز گاما

• نویز نمایی

مدل نویزها را می‌توان با روش‌های تشخیص داد

• نویز متناوبی

مدل این نویز را می‌توان با روش‌های فرکانسی تشخیص داد.

* حذف نویز با فیلترهای مکانی

کاهش نویز با تار کردن
- میانگین حسابی
- میانگین هندسی
- هارمونیک

مناسب برای نویز گوسی

مناسب برای salt و نامناسب برای pepper

$$\hat{f} = \frac{mn}{\sum \frac{1}{g}}$$

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date.

• میانگین هندسی مرتب

$$\hat{f} = \frac{\prod g^{Q+1}}{\prod g^{Q}}$$

Q : -1 ——— 0 ——— +1

منفی برای salt — میانگین حسابی — مثبت برای Pepper

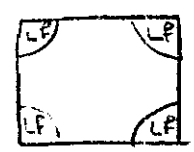
• میانه ← مناسب برای هر دو نوع نویز
• max ← حذف Pepper
• min ← حذف salt
• نقطه وسط ← مناسب برای گوسی

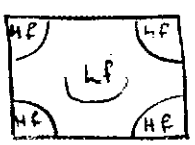
$\frac{max + min}{2}$

• برش آلفای میانگین ← حذف $d_{1/2}$ از بزرگترین داده‌ها و $d_{1/2}$ از کوچکترین داده‌ها

تمرین سری سوم (فصل ۷۷ اردیبهشت)

• Fourier Transform
• عمل Shift
• بردار جهت را بیان دهید
• how Edge
• High # of Edges
• Direction
• Periodic Images
• Filters





gaussian ، butterworth ، ideal : LP
" ، " ، " : HP

پروژه ترم : موضوع

{ IEEE Trans. on Image Processing
C.V.I.C

Subject:

Year. Month. Date. ( )

پروژه ۵

GUI .

Implementation of AC and HC _

Compare the file size before & after _

Differential Coding .

Read Image _

Difference of each pixel with Neigh. _

Draw Histogram _

Calculate Entropy _

Predictive Coding .

Predict each pixel from it's 2 Neighbors _

Find the error prediction _

Compute & Draw Entropy _

Implement the blocking JPEG.

Subject:

Year Month Date ( )