

Tema 1:

Senyal: funció que depèn d'alguna variable amb un significat físic.

Imatge -> Senyal funció 2D o 3D

La imatge intensitat 2D és el resultat de la projecció de l'escena 3D
La projecció implica pèrdua d'informació

Teorema mostreig -> SHANNON -> Interval de mostreig ha de ser menor que la meitat de la mida del detall interessant més petit en la imatge

Imatge

Discretització -> size matriu -> Shannon...

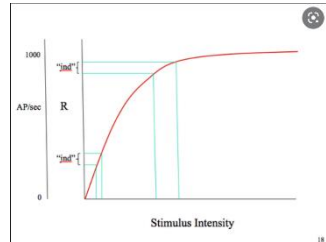
$$2^8 = 256$$

Quantificació -> intensitat pixel -> Fechner

$$F_{\text{sampling}} \geq 2F_{\text{Signal}}$$

Fechner's law

Human brightness perception is uniform in the $\log(I)$ domain („Fechner's Law“)



Low pass filter, Shannon es complex



Aliasing, moiré pattern

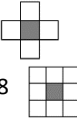
-Regió: conjunt de píxels adjacents

-Vora (border): conjunt de píxels d'una regió que tenen algun veí fora de la regió

$$D_E((i, j), (h, k)) = \sqrt{(i-h)^2 + (j-k)^2}$$

$$D_4((i, j), (h, k)) = |i-h| + |j-k| \quad \text{Veinatge 4}$$

$$D_8((i, j), (h, k)) = \max\{|i-h|, |j-k|\} \quad \text{Veinatge 8}$$

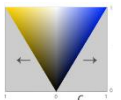


- L'histograma d'una imatge $h(z)$, ens dona el nombre d'ocurrències de cada valor z en la imatge

- Contrast: Relació entre la intensitat (mitja) de l'objecte i la del fons.

$$S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{I}$$

Per fechner percepció d'intensitat depengui del contrast



$$V = \max(R, G, B)$$

$$c = \text{chroma}$$

$$L = \frac{1}{2} \max(R, G, B) + \frac{1}{2} \min(R, G, B)$$

$$H_2 = S1J$$

$$a = \text{chroma } C_2$$

$$I = \frac{1}{3}R + \frac{1}{3}G + \frac{1}{3}B$$

$$C_2 = \frac{1}{2} \max(R, G, B) - \frac{1}{2} \min(R, G, B)$$

$$I = \frac{1}{3}R + \frac{1}{3}G + \frac{1}{3}B$$

El soroll es descriu per les seves característiques probabilístiques

Soroll -> degradació en les imatges deguda a errors aleatoris

- La relació senyal/soroll (SNR) representa una mesura de la qualitat de la imatge

(gaussian, poisson, uniform)
Additiu $f(x, y) = g(x, y) + v(x, y)$
Filtre Mitjana Soroll no depen de imatge

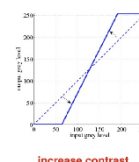
Radar, ultrasons
Multiplicatiu $f(x, y) = g(x, y) + v(x, y)g(x, y)$
Soroll depen de la imatge

Salt and pepper per dead pixels
Impulsiu Píxels intensitat molt diferente a imatge
Mediana filter

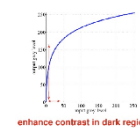
Tema 2

(1) Transformacions a nivell de gris es fan amb LUTs (lookup tables)

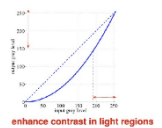
equalitzar histograma: objectiu tots nivells gris distribuïts uniforme



increase contrast



enhance contrast in dark regions



enhance contrast in light regions

(2) Transformacions geomètriques: Translació, escalat, rotació

(3) Operacions aritmètiques: operació dues o mes imatges per imatge output. **Píxels veïns no en compte.** Exemple resta

Producte convulsió: nou Valor de píxel a partir de valors píxels veïns.

Suavitzat: integratiu → Eliminar soroll

Realçat: és derivatiu

Suavitzat:

Filtre Mitjana

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Perdem detalls (altes freqüències)

Filtre gaus

$$\begin{bmatrix} 1/16 & 1/8 & 1/16 \\ 1/8 & 1/4 & 1/8 \\ 1/16 & 1/8 & 1/16 \end{bmatrix}$$

Més popular. Distància de veïns

Filtre mediana

No lineal, no té convulsió

Redueix blurring

Variants: Percentil, k-nearest ne... Filtre sigma

Vores

→ Inventar valors
→ Cropping
→ Extendre valors

Ciclic image

Mm

-Edge detection: localitzar els píxels del contorn.
-Edge enhancement: realçar els píxels del contorn.
-Edge tracing: recol·lectar els píxels del contorn en una llista.

Només contorns -> mazo compressió amb molta info -> el que fa ull humà

- Contorn : Canvi local i significatiu en la intensitat de la imatge

Gradient: 2D vector plot, on s'indica la direcció i la quantitat dels canvis d'intensitat

Primera derivada

aprox $G_x \equiv f[i, j+1] - f[i, j]$
 $G_y \equiv f[i, j] - f[i+1, j]$

$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$M_y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$

L'operador Prewitt:

$$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad M_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

L'operador Sobel: Distància veïns

$$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad M_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Difícil trobar màxims locals (per trobar llindar)

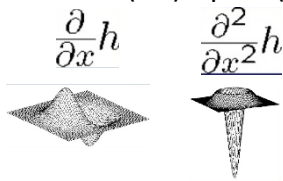
Trobar zeros en segona derivada

$$v^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Veinatge 4}$$

$$v^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Veinatge 8}$$

Laplaciana

Derivada (DoG) i laplacian (LoG) de gaussiana fan smooth i a la vegada detecten contorns



Passos detecció contorns: Filtrat(suavitzat) -> Realçat -> Detecció -> Localització

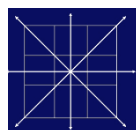
Canny Operator Marr-Hildreth

Orientació Subpixel

Filtrat gaussià → Marr-Hildreth → Nivell subpíxel
LoG → Trobar zeros

El canny

→ DoG
→ Supressió no-màxims
→ Binaritzat amb histèresi



Si més Baix que dos veïns en direccio de vector gradient, s'esborra

Píxels correctes per sobre del llindar th

Píxels incorrectes per sota llindar tl

Els de mig correctes si connectats amb un correcte

Primer suavitzar → Piràmide Gaussiana
Subsamplejar

Tema 3

PROCESSAT LÍNIAL

Espai Vectorial

Conjunt de vectors V V és un grup commutatiu
d'escalars K K és un cos

MORFOLOGIA MATEMÀTICA

Conjunt L ordenament parcial

Infim: La major fita inferior V
Suprem: La menor fita superior

Dilatació

→ commutatiu
 $\delta_B(A) = \bigcup (B)_x, x \in A$

Cas multinivel maxim de tots veïns que son marcats per EE

$$\varepsilon_B(A) = \{x | (B)_x \subseteq A\}$$

Erosió

Cas multinivel minim de tots veïns que son marcats per EE

Propietats dilatacio erosio

→ Dualitat $\varepsilon_B = C \delta_B C$

→ Creixents $f \leq g \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon(f) \leq \varepsilon(g) \\ \delta(f) \leq \delta(g) \end{cases}$

Composicio

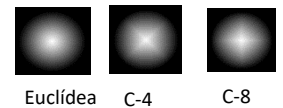
$$\delta_{B_2} \delta_{B_1} = \delta_{(\delta_{B_2} B_1)}$$

$$\varepsilon_{B_2} \varepsilon_{B_1} = \varepsilon_{(\varepsilon_{B_2} B_1)}$$

Relació d'ordre $\varepsilon_B \leq \delta_B$

Transformada de la distancia

- Valor pixels és la distancia desde pixel fins la vora de la forma connexa a la que pertany
- Equivalent a fer erosions infinites on nombre erosio es el valor de imatge



Euclídea C-4 C-8

Opening

$$\gamma_B(f) = \delta_B \circ \varepsilon_B(f)$$

Elimina objectes petits

Tanca forats

$$\phi_B(f) = \varepsilon_B \circ \delta_B(f)$$

Close

Propietats opening closing

Invariants a translació EE

Dualitat

$$A \bullet B = (A^c \circ B^c)^c$$

$$f \leq g \iff \begin{cases} \gamma(f) \leq \gamma(g) \\ \phi(f) \leq \phi(g) \end{cases}$$

$$\text{Idempotència } \gamma\gamma = \gamma; \phi\phi = \phi$$

Dilatacio condicional fa dilatacio amb interseccio respecte mascara

$$\text{l'open és anti-extensiu i el close és extensiu} \quad \gamma_B \leq id \leq \phi_B$$

Reconstrucció

Dilatacions condicionals fins resultat estable

Original - Reconstrucció

Eliminació objectes vores

Esquelet

Afinar objecte fins obtenir conjunt de línies, preservant **homotopia**

Idempotent, antiextensiu, no creixent



Esquelet per zones d'influència (vores de les zones d'influència)

SKIZ

Zona influencia: conjunt de pixels d'una imatge binària que està més proper a una component connexa que la resta



Imatges multinivell

Descomposició per llindars

Imatge es divideix en subimatges (cross sections)

$$F(t) = \{x | f(x) \geq t\}$$

$$f(x) = \max\{t | x \in F(t)\}$$

Umbra d'una funció

Umbra guarda punts que queden per sota la funció

$$SG(f) = \{(x, t) | 0 < t \leq f(x)\} \quad T(A)(x) = \begin{cases} \max\{t | (x, t) \in A\} \\ 0 \end{cases} \text{ if } (x, t) \notin A$$

$$\text{Llavors dilate } \delta_B(f) = T(\delta_B(SG(f)))$$



Opening multinivell treu soroll impulsional

Part de la imatge que a quedat eliminada al filtrar **Residus**

- Gradient morfològic:
 - intern (imatge - erosió)
 - extern (dilatació - imatge)
 - tos dos (dilatació - erosió)
 - Laplaciana (gradient extern - gradient intern)

$$\rho_B =$$

- Top hat:

- open top-hat (imatge - opening)

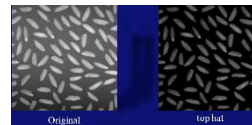
- close top-hat (closing - imatge)

$$WTH(f) = f - \gamma(f)$$

$$CTH(f) = \phi(f) - f$$

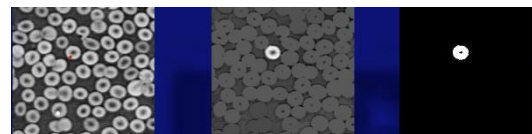
Figures menys tamany EE i per ajudar a binaritzacio

Forats



Reconstrucció multinivell

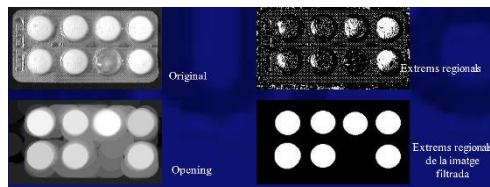
Múltiples dilatacions que son condicionals



Pixel Vermell 255 es marker de image

Màxim regional

Regió connexa (intèsitat valor mateix) on tots els pixels tenen uns valors estrictament menors



Filtrar amb opening per obtenir els bons

Mínims regionals

Útils per **watershed**

Detecta bassals (regions fosques rodejades de regions clares), útil per la segmentació d'objectes que es toquen.

