

FILTRI DERIVATIVI

14-05-2017

Si chiamano filtri derivativi, gradienti o passobanda.

Il problema è che non si può derivare nel discreto

→ limite del rapporto incrementale di tendere a zero dello ds

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0}$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 1}$$

perché è il minimo quanto che ci possiamo permettere

I kernel derivativi fanno la differenza tra due elementi $h_x = [-1 \ 1]$

però anche determinando il rapporto $\begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$ → cambio di direzione di derivazione

la derivata è direzionale: h_x : kernel di derivazione orizzontale
 h_y : " " " " verticale

$h_\theta = h_x \cos\theta + h_y \sin\theta$ la derivata lungo una qualsiasi direzione si calcola come rotazione di matrice

Consideriamo un kernel $[-1 \ 1]$ e un'immagine

0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1
0	0		1	1		

0	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Facciamo la convoluzione e la somma → filtriamo

Quale usiamo come centro di simmetria? boh.

Usiamo un altro kernel $[-1 \ 0 \ 1]$ così abbiamo un elemento centrale

→ ottengo un'immagine nera a tutti gli scostamenti del bianco su una transizione di colore

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

→ in questo caso la matrice è tutto nullo.

Per vedere una discontinuità bisogna derivare nella direzione perpendicolare allo zona di discontinuità

Normalmente $h_x = [-1 \ 0 \ 1]$ $h_y = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$ ma si potrebbero chiamarli anche d'opposto (definiti sulla base della discontinuità che vedono e non sulla direzione di derivazione)

Non sono filtri separabili perché sono già separati.

I filtri derivativi sono la base per fare il riconoscimento

Potrebbe farcela per un punto: voglio collocare l'angolo di inclinazione della retina si perde un kernel (es. h_x) e si filtra l'immagine nel punto. Si fa lo stesso con h_y e con tutte le direzioni → il risultato è zero doppiamente e 1 per quello perpendicolare alla direzione della retina.

Il filtro $[-1 \ 1]$ che ha dimensione pari, è a fase non lineare

I filtri gradiente soffrono del problema del rumore: il rumore entra nell'operazione di differenza → in presenza di rumore l'uscita non è nulla anche dove è omogeneo.

GRADIENTE DI PREWITT

è una matrice es. 3×3 con 16 kernel di base ripetuto per tre, e con un peso di normalizzato per ad un terzo → derivata altro integrato = 0

↳ per fare la media
↳ in una direzione f_0 la derivata, nella \perp f_0 la media

GRADIENTE DI SOBEL

è il più utilizzato per fare riconoscimento

$$h_x = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 2 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

filtro derivativo in orizzontale

(to una media peso)

filtro averaging peso: ha un finestra triangolare

ha una miglior selezione del rumore

to derivato di ordine 1 to bene per trovare discontinuità

FILTRO LAFZCIANO

to derivato di ordine 2 (non è direzionale) serve a riconoscere dei punti singoli (punto diverso dopo 8 intorno)

matrice 3x3 Alpha che varia da 0 a 1

to to differenza con 8 pixel circostanti → è molto sensibile al rumore

→ quanti righe

IMAGE SHARPENING = somma dell'immagine originale + operazione + 3/4 gradienti in direzioni diverse

→ l'immagine diventa + definita, le transizioni sono + esatte

è un'immagine più rumorosa

Poò serve per la rappresentazione dei dettagli

immagine rumorosa in cui devo riconoscere un dettaglio:

• devo usare un gradiente, ma essendo rumorosa come faccio? Faccio prima un filtro passabasso e poi un filtro passalto (non funziona il contrario)

↳ non devo esagerare col passabasso

es. filtro canni edge: fa prima il passalto e poi una specie di passabasso per ripulire

(bordi → è uno dei pochi che fa così, il contrario)

[ma filtro il risultato di un gradiente verticale con uno orizzontale → sempre sull'immagine originale

OPERATORI MORFOLOGICI

ci vuole preservare la morfologia dell'immagine. Operazioni per qualunque tipo d'immagine, ma l'effetto visivo cambia molto.

Sono ovviamente operatori locali. la base è l'elemento strutturale → insieme N-connessi = linea

chiuso passante per gli N-vertici (le coordinate possono variare di più di ±1)

rispetto alle coordinate del pixel → insieme 8-connessi

Posso definire insieme connessi quanto voglio e come voglio → con qualsiasi forma

Gli insiemi connessi sono la geometria che usano nel nostro operatore morfologico

↳ all'interno della matrice possono essere solo 0 o 1 → elemento strutturale = elemento di tipo log

EROSIONE

ho un elemento strutturale, lo passo sull'immagine → l'usato è il valore minimo tra i valori selezionati dall'elemento strutturale

↳ l'oggetto si riduce

↳ l'erosione erode oltre il rumore: è una specie di passabasso

L'erosione porta via gli elementi più piccoli dell'elemento strutturale.
Si usa per togliere le scorie che non servono (marker, piombini...)

DILATAZIONE

passo l'elemento strutturale sull'immagine e prendo il massimo.
si usa per togliere punti di discontinuità → HOLE FILLING (riempimento dei buchi)

Se l'oggetto è nero su sfondo bianco, erosione e dilatazione si mescolano!!!
Normalmente in imaging abbiamo oggetti bianchi su sfondo scuro
(ultrasuoni, radiografie con mezzo di contrasto, risonanza magnetica T1)

In genere si accoppiano queste due operazioni.

- apertura: erosione + dilatazione
↳ dilata il contorno e poco l'interno
 - chiusura: dilatazione + erosione
↳ dilata molto l'interno e poco il contorno
- si deve usare lo stesso elemento strutturale
(se cambio l'elemento non si chiamano più apertura/chiusura)

L'erosione e la dilatazione singole vanno molto bene per es. immagini di cellule. Su immagini mediche si usano apertura e chiusura.

REGION GROWING

è un'operazione o totalmente automatica o manuale
↳ unico intervento di scegliere il punto di partenza.

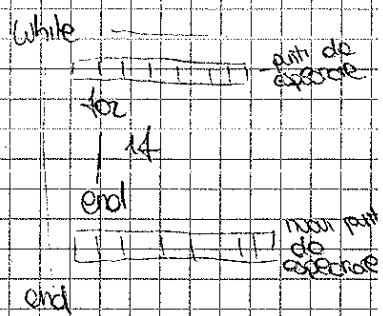
Una regione ha la caratteristica di essere internamente connessa → bisogna mantenere la connessione della regione, fermarsi due volte
↳ STOPPING FUNCTION

• punto da un seme ed espandere solo e intorno del seme stesso (definito tramite l'elemento strutturale o l'insieme N-connesso)

- ↳ si fissa un elemento strutturale
- scegliere un criterio per capire se i pixel appartengono alla regione
↳ intensità simile a quello di un pixel di partenza
- meccanismo iterativo fino a quando osservo anche solo un pixel
↳ acco white

→ non espandere + volte gli stessi pixel : si tiene un lista dei punti già espansi
e da nuova iterazione si espandono solo gli intorni nuovi

→ consentire l'inizializzazione con semi multiple : diminuiscono il n° di iterazioni



SEGMENTAZIONE

= suddividere l'immagine in regioni omogenee rispetto ad uno o più caratteristiche dell'immagine.

Il criterio di omogeneità è un criterio che si applica (geometrico, morfologico, misto, puntuale o globale...)
Non serve segmentare tutta l'immagine, ma solo cosa interessa.
Fare segmentazione e prendere una decisione sono due cose diverse

segmentazione → scelta dello strumento per vedere qualcosa

Si basa sul riconoscimento delle discontinuità → si usano soprattutto filtri gradienti

Istogramma BIMODALE: può essere scomposto in due distribuzioni affiancate (sfondo scuro e oggetto chiaro)

→ si sceglie uno soglia per fare segmentazione

Questo tecnico si chiama GLOBAL THRESHOLDING: metodo di segmentazione che si basa sull'intensità

[region growing fatto con solo criterio di similarità
applica il thresholding (soglia restrittiva): cosa rimane sono i semi da cui parte]

21-05-2012

Quantificazione: l'immagine che noi abbiamo è digitale (ogni pixel ha una dimensione ben precisa)

↳ problema del campionamento nella digitalizzazione → oggi però nascono già digitali

Riconoscimento: (segmentazione ≈ riconoscimento di discontinuità → filtri derivativi)

Riduzione dinamica immagine → immagine in bianco e nero → maschere e profila

Creazione dei contorni: è operante

Riconoscimento di forma: tecniche o statistiche o basate su classificatori

↳ questo passaggio spesso serve, ma non è un passaggio della segmentazione

• Non c'è un algoritmo ottimale per la segmentazione

↳ bisogna adottare la tecnica giusta all'immagine (le tecniche + robuste sono + costose)
(bisogna tenere conto della complessità computazionale di cui si può disporre)
(funzionano bene con SNR bassi
commettono errori + generati)

↳ bisogna sempre aver chiaro l'obiettivo

• Il valore dei singoli pixel hanno un corretto fisico → non deve essere posticcato

↳ una buona catena di processing ha le operazioni utili e solo quelle → riduzione al minimo

• Non si può mai dimenticare l'istogramma delle luminosità

GLOBAL THRESHOLDING: ^{ipotesi} istogramma delle luminosità bimodale + punti dell'oggetto devono essere uniti

fissa una soglia che divide sfondo da oggetto

[per fare il contorno → sovrapposizione di vari gradienti]

FN = cella che non ha riconosciuto → la probabilità di falsi negativi è correlata alla soglia (+ alta se la soglia è + alta)

FP = riconosco una cella che non c'è

↳ ci sono molte tecniche per ottimizzare il valore di soglia

• TAVOLE DI CONTINGENZA (MIXING MATRIX, ...)

		TEST	
		Y	N
RISULTATO	Y	VP	FN
	N	FP	VN

$$\text{SPECIFICITÀ} = \frac{VN}{VN + FP}$$

$$\text{SENSIBILITÀ} = \frac{VP}{VP + FN}$$

valore predittivo positivo (quante volte la mia indicazione di positività è corretta)

$$\text{PPV} = \frac{VP}{VP + FP}$$

valore predittivo negativo

$$\text{PPN} = \frac{VN}{VN + FN}$$

HILL CLIMBING

Su l'aspetto per le microdeformazioni in mammografia,

↳ è una curva chiusa con dentro un massimo locale di intensità

massimo locale (x_0, y_0) \rightarrow valore $= f(x_0, y_0)$

per ogni pixel dell'immagine calcolata:

$$S(x, y) = \frac{f(x_0, y_0) - f(x, y)}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}}$$

- differenza d'intensità
 \rightarrow è sempre positivo. Si sta calcolando la pendenza della retta congiungente i due punti
 ↳ distanza

↳ non può essere infinito \rightarrow è una curva chiusa. (l'ipotesi fondamentale è che ci sia un massimo locale)
 ↳ non può divergere

Si calcola questa pendenza su 16 direzioni, lungo ognuna il limite è il punto a massimo pendenza

\rightarrow trova 16 valori. Chiudo i segmenti tra i punti e faccio il contorno.

È un valore localmente automatico, non bisogna settare dei parametri.

26-05-2017

MODELLI DEFORMABILI

Gli algoritmi che si basano solo sull'intensità del pixel sono poco robusti \rightarrow non tengono conto dello ^{geometria}geometria

= Descrizione matematica di un qualcosa che parte con la sua forma originaria ed arriva alla forma che voglio io

↳ mettendo i dati nel modello, questo si deforma

Definendo un modello tengo conto della geometria o delle relazioni spaziali tra i pixel \rightarrow ci sono dei vincoli fisici sulla forma che può assumere

\rightarrow è anche questo un nucleo iterativo: ciclo while / for ci sono anche snakes 3D

Due tipi \rightarrow modelli deformabili parametrici: l'evoluzione è determinata da alcuni parametri

↳ chiamati snakes (usati per descrivere contorni chiusi)

modelli deformabili geometrici: si deformano sotto condizioni geometriche

↳ chiamati level-set

(ad oggi non esiste un'implementazione matematica dei level-set)

↳ i geometrici sono molto + complicati

modelli deformabili = contorni attivi (o snakes)

• forze interne \rightarrow dato solo dal modello

• forze esterne \rightarrow che derivano dai dati (dall'immagine)

modello = immagine
 ↳ posso mettere e cambiare lo stesso modello su tante immagini

Gli snakes di base sono modelli a bilanciamento di energia

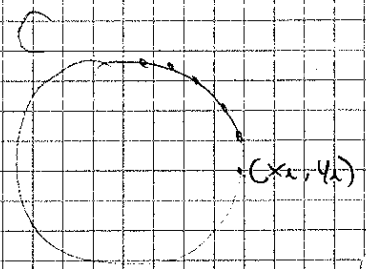
MODELLO A CONTINUITÀ CONTROLLATA

Ogni punto ha le sue coordinate (x_i, y_i) che descrivono

una curva C

↳ per questo modello la curva può assumere forme diverse

ma deve rimanere regolare (non può andare a ∞ o collassare in un punto)



La continuità della curva è mantenuta dalle forze interne: impediscono alla curva di interrompersi o collassare. Le forze esterne devono fare in modo che la curva si fermi in

corrispondenza di un oggetto (sue contorni) \rightarrow dove i gradienti non sono zero

questo modello si può scrivere come un β funzione energetica

E = energia
 s : coordinato curvilineo

$V(s)$: snare, modello, insieme di parti

E = energia interna + energia esterna
 \rightarrow dato dal contorno
 \hookrightarrow dato dall'immagine

$$\bar{E} = E_{int} + E_{ext}$$

E interna : dipende solo dalla curv. \rightarrow termine proporzionale all'elasticità

$$\frac{1}{2} (\alpha |V'(s)|^2 + \beta |V''(s)|^2)$$

\hookrightarrow termine proporzionale alla curvatura della snare (che può assumere)

\rightarrow regola di curvatura

• retto piano : derivato primo = 0

il parametro β determina di quanto ci si può curvare : quanto il termine di curvatura influisce sull'energia del modello

\rightarrow regolando β si evitano condizioni "spigolose" : aumentando β diventa rigida

I vincoli globali di curvatura ed elasticità sono sempre gli stessi durante il processo

E esterna \rightarrow la curvatura si muove in modo controllato verso l'oggetto

dipende solo dall'immagine

\hookrightarrow segmentato

\hookrightarrow gradienti

caso + semplice $\rightarrow E_{ext} = I(x, y)$

intensità dell'immagine

$$= -\nabla [k_f * I(x, y)]$$

gradiente dell'immagine dopo averlo filtrato possibilmente con un filtro gaussiano

Se cambia la curvatura ($V(s)$) cambia anche la funzione energetica ; quando la snare

è attaccata sul contorno la funzione vale il meno possibile \rightarrow la condizione di convergenza

è il minimo energetico del modello = segmentazione

\hookrightarrow si deriva la funzione e si pone uguale a zero \rightarrow problema di minimizzazione temporale

forza di energia e forza di forza è uguale

\rightarrow si continua ad iterare finché la curvatura non si modifica più

$$\frac{dV(s, t)}{dt} = \alpha |V'(s, t)|^2 + \beta |V''(s, t)|^2 - \nabla E_{ext}$$

L'adattamento del modello può anche andare dall'esterno all'interno e viceversa oltre.

FLOW CHART

• INIZIALIZZAZIONE : devo dare una forma iniziale alla snare \rightarrow può essere automatico o manuale

\hookrightarrow è una fase molto critica : può capitare che se non è ottimo preceda i funzionamenti

• ADATTAMENTO : vengono calcolate le energie interne

• Viene applicata l'energia interna

• adatta energia interna ed esterna

Non si riesce mai a raggiungere un minimo energetico

MATLAB

è il + semplice, ma è la base dei più complessi.



immersione

for/while

end

vero finisce la curva di stabilità
→ ad ogni iterazione i punti si spostano

2 parametri da stabilire sono:

[un unico parametro sono almeno 4-5 \rightarrow 2 interni + 3 esterni]

- α : regola l'energia interna
- β : regola l'energia esterna

side: raga che aggiorna i punti nel while \rightarrow uno per α x
 \rightarrow uno per β y

$x = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]$ vettore che contiene le coordinate dei punti

$\text{plot}(x, y) \rightarrow$ disegno della snave, della curva

$x_{left} = [x_2, x_3, \dots, x_m, x_1]$ \rightarrow shift circolare

$x_{right} = [x_m, x_1, x_2, \dots, x_{m-1}]$

$$\alpha \left(\frac{1}{2} (x_{left} + x_{right}) - x \right) \Rightarrow \text{energia interna}$$

costo o coordinato del punto medio e gli sottraggio x

\rightarrow forza che tende a mantenere tutti i punti equispaziati sul contorno

α + grande + il punto x è lontano dal punto medio
(anche se i punti non sono equidistanti, tende a farli diventare tali)

\rightarrow tende a portare il punto x nel punto medio

la curva si stringe!! (cond. positivo)

$$\beta \left[\frac{I(x+\Delta y) - I(x-\Delta y)}{2\Delta y} \right] \Rightarrow \text{forza esterna}$$

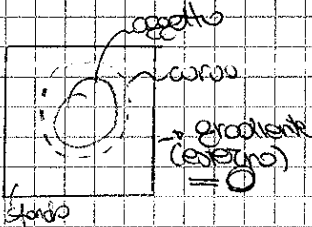
\rightarrow differenziale tra il pixel che viene prima e quello che viene dopo \Rightarrow è un gradiente

In ogni punto calcolo il gradiente \rightarrow forza che tende a spostare le coordinate di uno quanto proporz. al gradiente

Quando il contributo interno è uguale e contrario al contributo esterno la snave è ferma
 $x = x_{min}$ condizione di convergenza \leftarrow minimo energetico

Per far lavorare bene una snave \rightarrow settare bene i parametri α e β

\rightarrow stampare la differenza tra coordinate reali e nuove



il gradiente è $\neq 0$
solo quando è sul contorno

\rightarrow ottimizzare

l'energia esterna cambia solo quando x è sul contorno \rightarrow è l'energia interna che regola la convergenza

\rightarrow fare in modo che siano uguali le forze di

il gradiente non è uguale per tutti i punti!! α e β si!!

comportamento BULGING:

la curva continua a stringersi e allargarsi



se in punto rimane dentro (mentre tutti gli altri sono sul contorno) \rightarrow non è una condizione di minimo energetico

• se predomina l'energia interna: la snave collassa

• " " " " esterno: il punto viene spinto fuori

\rightarrow se procedono a passi troppo oltre sotto il contorno, non si ferma! collasso al centro

Per questo snave l'immersione è molto critica \rightarrow partendo da condizioni diverse, il risultato tende ad essere diverso \rightarrow dipende dalle condizioni iniziali

il n° di punti è importante \rightarrow deve essere coerente con la forma di quello che bisogna segmentare
(x l'esercitazione usò da 5 a 20 punti)
 \hookrightarrow influenza la convergenza: se lo vedo senza vedere il valore di β si massimizza

Se snore + evolvi partono da zero:

- aggiungono degli elementi di energia interno ed esterno
- aggiungono punti di controllo

28-05-2012

Lo snore è un modello a continuità controllata \rightarrow giunge a convergenza quando le forze interne bilanciano le forze esterne

\hookrightarrow è difficile (nel codice sono state imposte un n° max di iterazioni)

Con valori di α e β + piccoli ha bisogno di più iterazioni

Matlab: a homo aiuto con delle routine di supporto

1. Carico l'immagine e la converte in formato double
2. Calcolo i gradienti (Cingo x e Cingo y) (consiglio di usare $\frac{1}{2} [1 \ 0 \ 1]$)
3. per l'inizializzazione (selezione dei punti intorno all'immagine da segmentare)
(devo collegare con una retta i punti) \hookrightarrow consiglio via 15 e 20
ginput
4. implemento l'equazione, calcolo i nuovi valori di x e y
5. Ridisegno lo snore

Per mettere a punto il snore inizierò una volta solo

Possibili problemi di uno snake:

Snake contesti:
algebra matriciale di
interdifferenziale

- n° di punti
 \hookrightarrow ci sono snore che aumentano il n° di punti
- Convergenza
- n° di iterazioni
- parametri (α, β, \dots)
 \hookrightarrow ci sono diverse combinazioni che vanno abbastanza bene
- Inizializzazione
- rumore (nel gradiente)
 \hookrightarrow problema per l'energia esterna
- caso tridimensionale
 \hookrightarrow gestire una superficie è totalmente diverso da gestire un arco
- multi-object

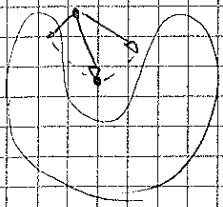
Immagine con forma a ferro di cavallo \rightarrow uno snore come il nostro non riesce a seguire questa forma: non riesce ad entrare dentro (è impossibile: l'energia interna è bloccata e l'esterna è zero)

\hookrightarrow anche iniziando così non riesce

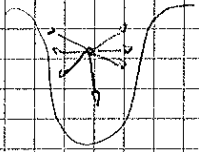
Si utilizzano i GRADIENTI FLUSSO DI CARICO (GVF)

\hookrightarrow cambia solo l'energia esterna [per implementarlo basta cambiare le routine gradienti]

Si moltiplica il gradiente per la distanza dello snore dal gradiente: l'energia esterna si blocca quando i punti sono sul gradiente



Il punto si muove nella concavità a patto che l'energia interna lo permetta



Il punto centrale lo giu' (perche' le altre forze si equilibrano)

↳ gli altri punti lo seguono per le forze interne