

Signaler, information & bilder, föreläsning 16

Michael Felsberg

Computer Vision Laboratory
Department of Electrical Engineering
michael.felsberg@liu.se



Översikt

- Diverse Bildbehandling
 - Korrelation (2D)
 - Vanlig
 - Normerad
 - Utan DC-nivå
 - Watershed algoritmen
- Vidareledande kurser och profil
- Aktuell forskning
- Teori: Kap 7
- Bygger på Maria Magnussons föreläsningar



2D Faltning och Korrelation

Faltning:

$$f * g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha, \beta) \cdot g(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta$$

Korrelation:

$$f \square g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha, \beta) \cdot g(x + \alpha, y + \beta) d\alpha d\beta$$

Ekv. 7.1

Korrelation är samma sak som faltning med vikt kärna (faltningsförfarandet utan vikning)



2D diskret Faltning och Korrelation

$$f * g(x, y) = \sum_{\alpha} \sum_{\beta} f(\alpha, \beta) \cdot g(x - \alpha, y - \beta)$$

$$f \square g(x, y) = \sum_{\alpha} \sum_{\beta} f(\alpha, \beta) \cdot g(x + \alpha, y + \beta)$$

Ekv. 7.2

0	-2	1	0	-2	1	=	0	-4	2	0	4	-4	1
0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
0	2	0	0	2	0		-2	9	-2	0	-8	4	
							0	0	0	0	0	0	
							2	-4	0	0	4	0	

$f(x, y)$

$g(x, y)$

Notera symmetrin och att vi får max i origo!

Faltningsresultat som jämförelse



Räknelagar för Faltning och Korrelation

Faltning kommuterar:

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

Korrelation kommuterar inte:

$$f \boxtimes g(x, y) = g \boxtimes f(-x, -y)$$

Faltning i Fourierdomänen:

$$\mathfrak{F}_2[f * g(x, y)] = F(u, v) \cdot G(u, v)$$

Korrelation i Fourierdomänen (f och g reella):

$$\mathfrak{F}_2[f \boxtimes g(x, y)] = F^*(u, v) \cdot G(u, v)$$



Bevisen är en trevlig övning!

Mönsterdetektering med korrelation

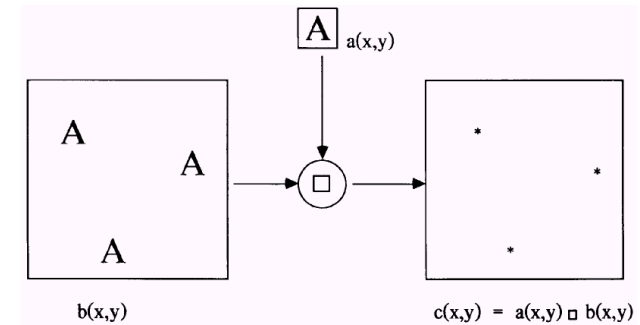


Fig. 7.1



Mönsterdetektering med vanlig korrelation

$$c(x, y) = \sum_{\alpha} \sum_{\beta} a(\alpha, \beta) \cdot b(\alpha + x, \beta + y) \quad \text{Ekv. 7.12}$$

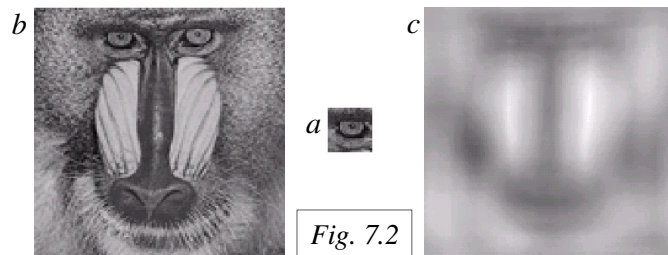


Fig. 7.2

Hög positiv signalstyrka i bilden $b(x,y)$ och positivt mönster kan ge högt korrelationsresultat även om mönstret och bilden ej överensstämmer.



Mönsterdetektering med normerad korrelation

$$a_n(x, y) = \frac{\sum_{\alpha, \beta} a(\alpha, \beta) \cdot b(\alpha + x, \beta + y)}{\sqrt{\sum_{\alpha, \beta} a^2(\alpha, \beta) \sum_{\alpha, \beta \in \Omega} b^2(\alpha + x, \beta + y)}} \quad \text{Ekv. 7.14}$$

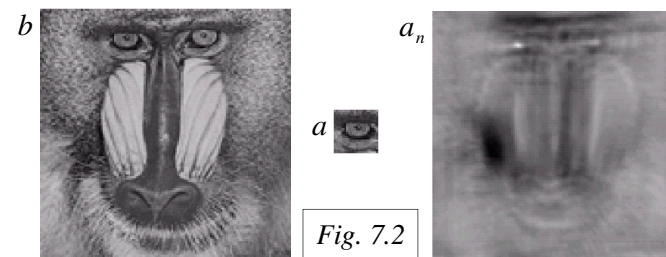


Fig. 7.2



Mönsterdetektering med korrelation utan DC-nivå

$$d(x, y) = \sum_{\alpha, \beta} [a(\alpha, \beta) - \mu_a] \cdot [b(\alpha + x, \beta + y) - \mu_b]$$

$$= \sum_{\alpha, \beta} [a(\alpha, \beta) - \mu_a] \cdot [b(\alpha + x, \beta + y)] \quad \text{Ekv. 7.15}$$

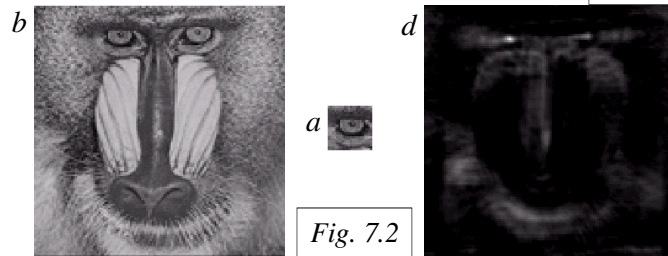
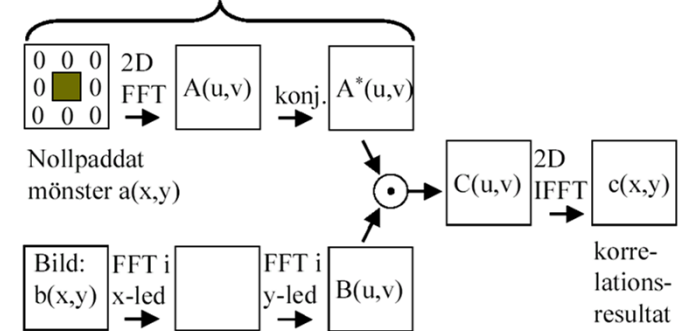


Fig. 7.2

Beräkning i Fourierdomänen

$$C(u, v) = A^*(u, v) \cdot B(u, v) \quad \text{Ekv. 7.13}$$

Kan förberäknas



Kovariansmatris

- Korrelation utan DC nivå blir kovarians
- Cyklisk kovarians av en 1D signal med sig själv motsvarar en symmetrisk, cyklisk matris (1)
- Egenvektorerna är kosinusfunktioner (2)
- Med hjälp av egenvektorerna *dekorreleras* signalen, d v s energin kan beräknas punktvis (3)
- (1)-(3) är relativt enkelt att bevisa
 - (1) stationäritet, variabelbyte
 - (2) fourierbasen som LTI egenvektorer + symmetrin
 - (3) ortogonalitet

Diskret kosinustransformation (DCT)

- Tvinga fram symmetri:

1	-4	4	0	0	4	-4	1
---	----	---	---	---	---	----	---
 - fouriertransformation blir 1D-DCT (origon flyttas med 1/2)
 - för bildregioner, DCT kan beräknas rad- och kolumnvis
- $$F_C(k, l) = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} f_d(n, m) \cos \left[\frac{\pi k}{N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right] \cos \left[\frac{\pi l}{M} \left(m + \frac{1}{2} \right) \right]$$
- med korrekt normalisering blir DCT:n ortogonal
 - DC komponenten (i varje led) $1/\sqrt{2}$
 - hela matrisen med basfunktioner $2/\sqrt{MN}$
 - behövs inte i t ex JPEG kompression

Watershed segmentering, introduktion

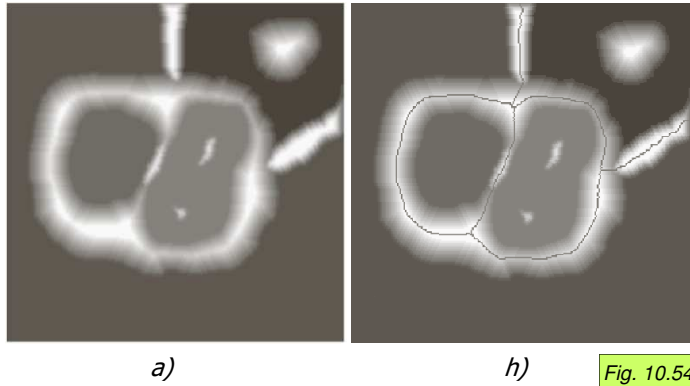


Fig. 10.54

Watershed segmentering, beskrivning

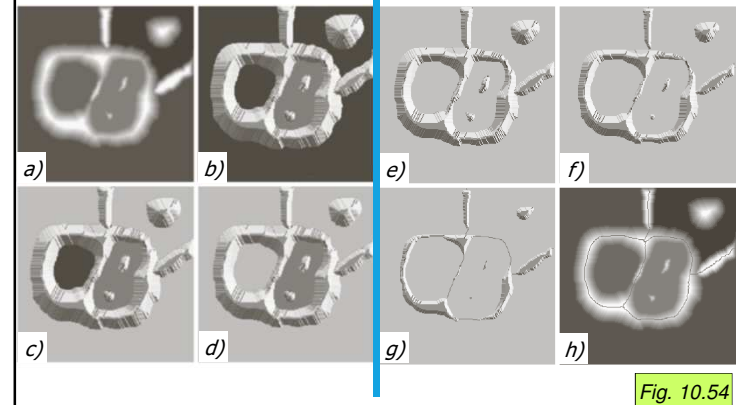


Fig. 10.54

Watershed segmentering, dammkonstruktion

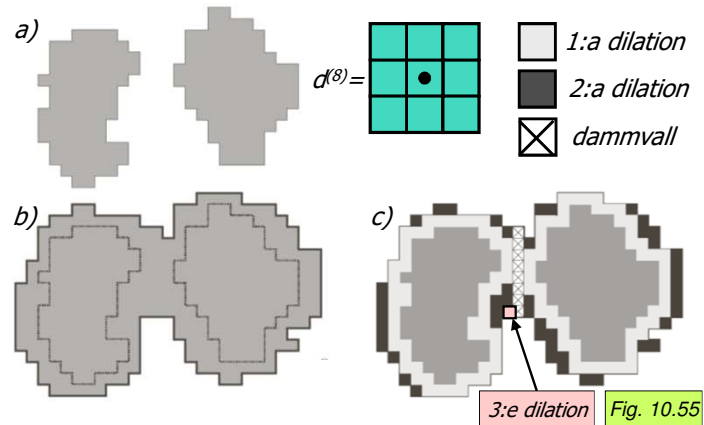


Fig. 10.55

Watershed segmentering, Ex 1)

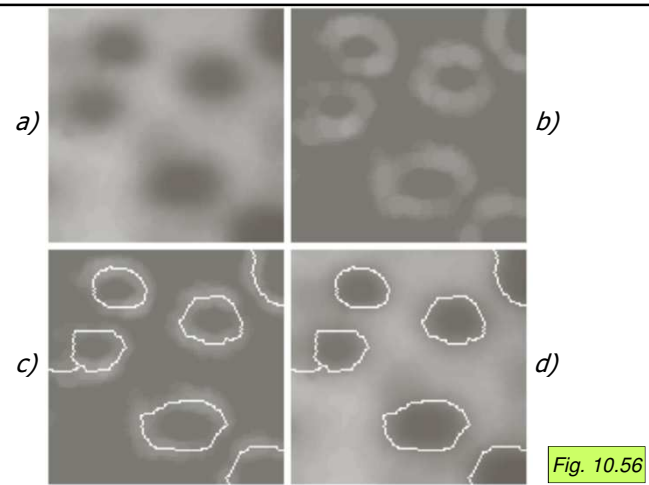


Fig. 10.56

Watershed segmentering, Ex 2) översegmentering/superpixlar

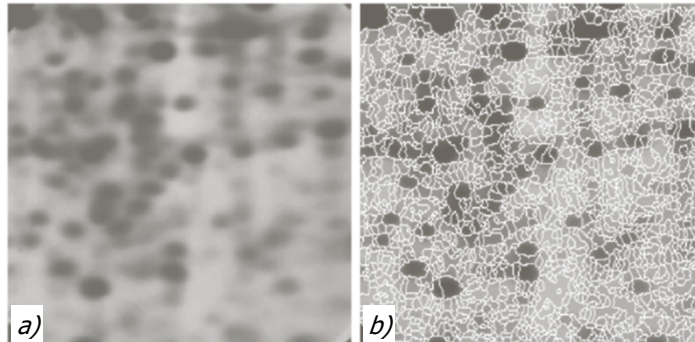


Fig. 10.57

Outlook: fourierdeskriptorer

- Konturen som man får från Watershed/MSER algoritmen kan beskrivas som en komplex funktion

$$c : [0, 1] \rightarrow \mathbb{C}, t \mapsto x(t) + jy(t)$$

- 1D fourierserien C av denna funktion heter fourierdeskriptor
- invariansegenskaper för
 - position
 - orientering
 - storlek

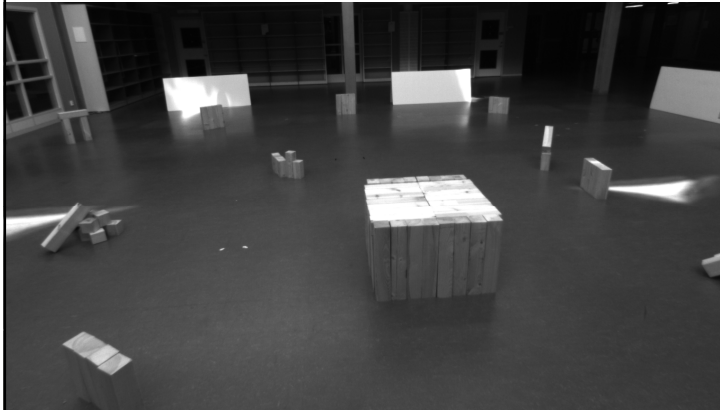
Tillämpning: fourierdeskriptorer



bild-relaterade kurser: AI&ML profil

- TSBB06 Multidimensionell signalanalys
- TSBB08 Digital bildbehandling grundkurs
- TSBB09 Bildsensorer
- TSBB11 Bilder och grafik, projektkurs, CDIO
- TSBB15 Datorseende
- TSBB17 Visuell detektion och igenkänning
- kurser inom bildkodning (TSBK): grafik, datorspel, m fl
- interna och externa exjobb

exempel: 3D mapping



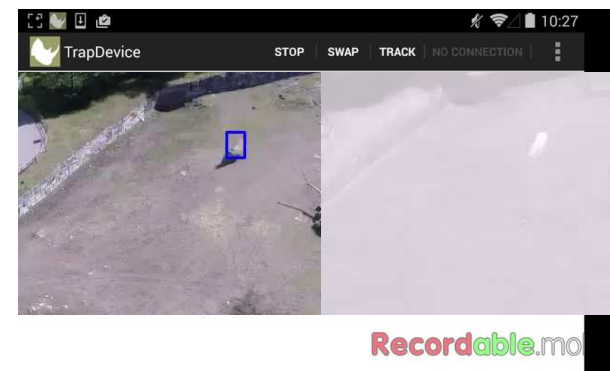
exempel: studentprojekt



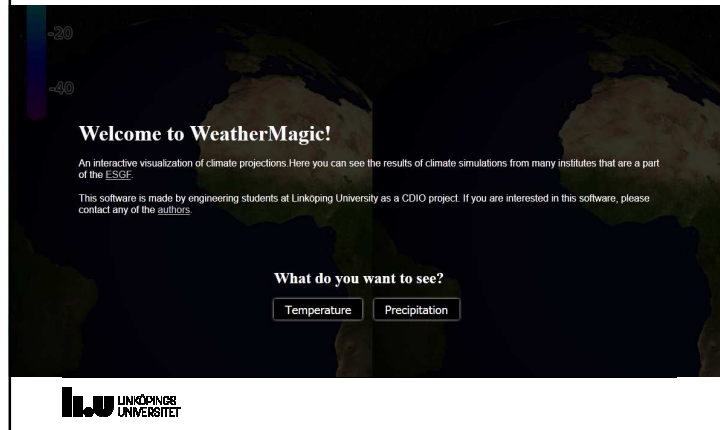
exempel: a pose from a picture



exempel: studentprojekt



exempel: studentprojekt omsampling



exempel: studentprojekt



alumni + samarbete

- svenska företag
 - SAAB & Vicon
 - Spotscale
 - Autoliv & Zenuity
 - Scania
 - Termisk Systemteknik & Visage Technologies
- internationella företag
 - Daimler
 - SICK
 - Apple
 - Siemens



aktuell forskning

- Computational imaging
 - rullande slutare
- Detection, tracking and recognition
 - 1:a, 2:a, och 3:e plats i VOT(-TIR) & OpenCV tävlingar
- 3D structure and pose estimation
 - under en tid 1:a plats i KITTI listan
- Robot vision and autonomous systems
 - del av WASP (största svenska projekt i historien)

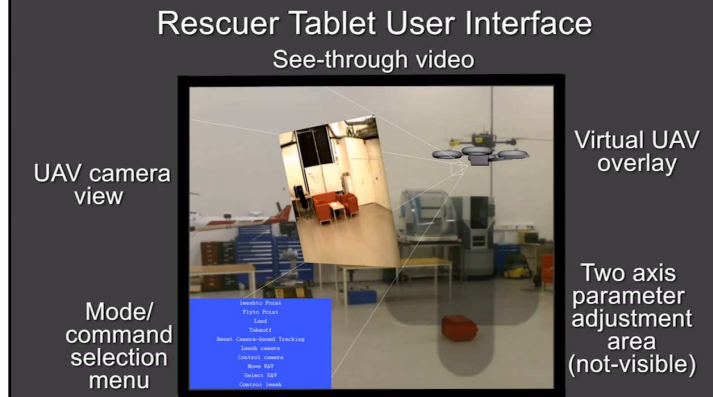


exempel: forskning



liu LINKÖPINGS
UNIVERSITET

Följning på en UAV



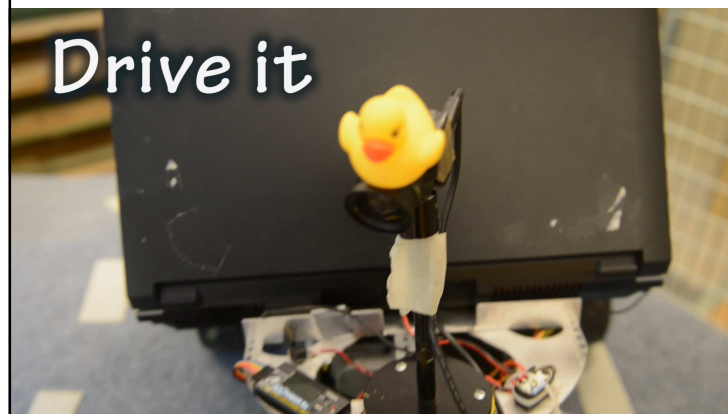
liu LINKÖPINGS
UNIVERSITET

3D struktur och rörliga objekt



liu LINKÖPINGS
UNIVERSITET

exempel: forskning



liu LINKÖPINGS
UNIVERSITET