

Mars 2013 - Tracking

1. a) E-step: Compute partial membership W_n

$$\tilde{w}_{kn} = P(I_n | \Gamma_k) P(\Gamma_k) \quad W_n = \tilde{w}_{kn} / \sum_k \tilde{w}_{kn}$$

b) M-step: $P(\Gamma_k) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N w_{kn}$

Om Gaussisk distribution: $\mu_k = \frac{\sum_i w_{kn} I_n}{\sum w_{kn}}$ $\Gamma_k^2 = \frac{\sum_i w_{kn} (I_n - \mu_k)^2}{\sum w_{kn}}$

I detta fall $K=2$

2. • cost function $\ell = \sum_{x \in N} \|b(x) - a(x+d)\|^2$

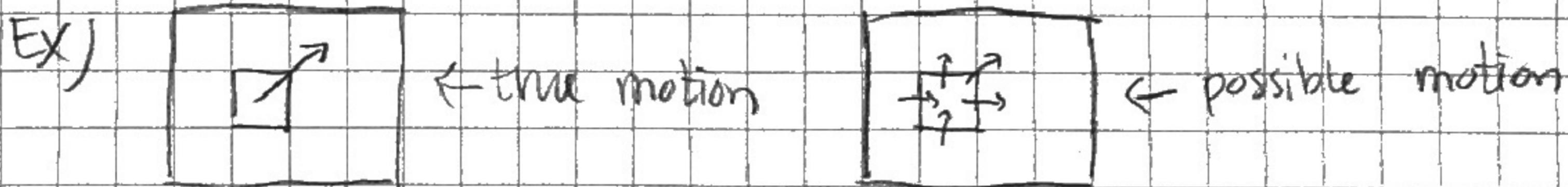
- w är en viktfunktion som beskriver en lokal region
dvs $w(x)$ växer till lämplig storlek.

Va är gradienten (dvs. derivator med x och y)

av bild a. b är den andra bilden, dvs given.

3. a) Aperture problemet innebär att i regioner

som är i1D (linjer och kanter) finns inte
en unik lösning på hur en pixel rört sig.



I LK-tracking växer den kortaste vektorn vilket innebär
de rikt i x-led eller rakt i y-led i i1D områden.

b) I regioner utan aperture problemet gäller $b > a$.

$$a+b=1 \quad a=1 \text{ och } b=0 \text{ i i1D regioner och } b=1, a=0$$

i regioner med isotropisk struktur.

c) $C_{Harris} = \det T - k(\operatorname{tr} T)^2 \quad k \approx 0,05$

Harris-operatoren hittar områden med hörm (i2D)

$$b-a \propto C_{Harris} \quad \text{för } k = 1/b$$

(testa att beräkna $b-a$)

mars 2013

- Motion

4. a) Motion field = Den riktiga rörelsen, när ett objekt flyttat

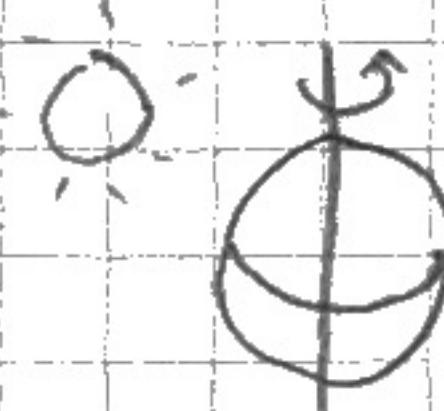
Optical flow = Den i bilden upptäckta rörelsen

b) Det finns ingen direkt relation från optiska flödet till rörelsefältet, men under vissa förutsättningar (BCLE)

är de samma. Två exempel på när de skiljer sig nedan:

Ex 1) Stillastående ljuskälla, klot utan

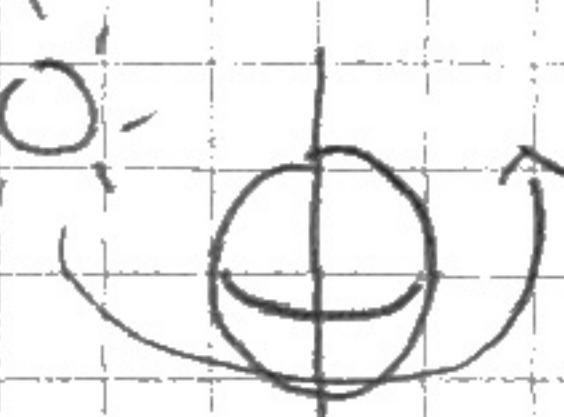
struktur i rörelse \rightarrow rörelsefält
åt höger men inget optiskt flöde



Ex 2) Ljuskälla i rörelse, stillastående

klot \rightarrow inget rörelsefält men

ett optiskt flöde åt höger i bilden.



5. a) Lösningen är den rörelse som minimerat felet ($+||| 0$)

obs!

i varje enskild pixel

b) Resultatet är inte användbart eftersom det

osäkert

antagligen inte beskriver en rörelse som är

svår

möjlig. En veriktig rörelse beror antagligen på
rörelsen i de närliggande pixellerna.

6. a) Least square minimization using $V_{ST} = T_{2D}^{-1} S$

där $V_{ST} = (V_1, V_2, 1)$ och $V = (V_1, V_2)$

b) Total least square minimization using T_{3D} and \tilde{V}_{ST}

\tilde{V}_{ST} är den egenvektor till T_{3D} med minst egenvärde.

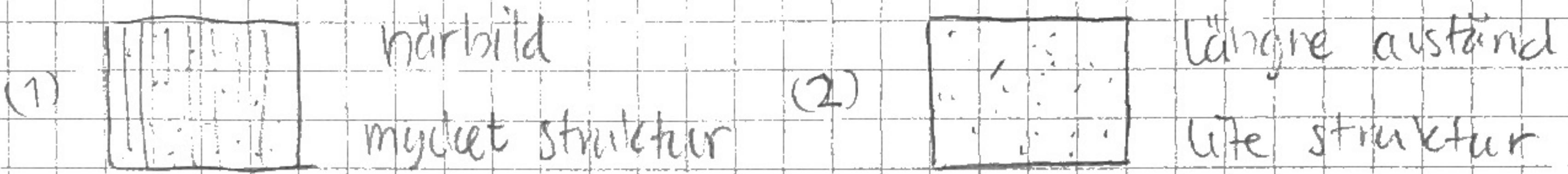
$$\tilde{V}_{ST} = (r_1, r_2, r_3), V = (V_1, V_2), V_1 = r_1/r_3, V_2 = r_2/r_3$$

c) Första metoden för problem med rörelse i i10-området,

ty T_{2D}^{-1} blir nära singular. Andra metoden upptäcker aperture - problemet och därmed kan problemet undvikas.

d) Flera lösningar till $V = T_{3D}^{-1} S$

7 Original bilderna



a) Perona Malik (inhomogeneous diffusion)

(1) Ganska liten, symmetrisk kärna. Nästan inget brus har reducerats i resultatbilden.

(2) Större, symmetrisk kärna. Bruset har reducerats mycket i resultatbilden.

b) Tensor-driven (anisotropic diffusion)

(1) Elliptisk kärna för att smödra längs strukturen. Brus reducerat i resultatet.

(2) Symmetrisk kärna, tar bort brus överallt. Bruset reducerat i resultatet.

$$8. \text{ a)} g_x = g_{lp} + \sum_{k=1}^K c_k g_{hp,k} \quad c_k = \langle T(x) | \tilde{N}_i \rangle$$

$h(x)$ blir då enkel att beräkna som fältningen av lp -och hp -filtren med bilden och en linjär Kombination av hp -filtret från de positionsberoende koeficienterna av $\langle T(x) | \tilde{N}_i \rangle$.

$$\text{b)} h = (f * g_{lp})(x) + \underbrace{\sum_{i=1}^K \langle T(x) | \tilde{N}_i \rangle}_{\text{pixel beroende skalar}} (f * g_{hp})(x)$$

($K=3$ för 2D-bild)

$$T(x) - \text{struktur tensorn} \quad T(x) = \begin{pmatrix} G(x) & C_1(x) \\ C_2(x) & C_3(x) \end{pmatrix}$$

q. a) L₁-regulariseringens termen $L = |\nabla f| = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2}$

b) Euler-Lagrange ekvationen: $\nabla f - \sum \partial x_w L f_w = 0$

Ingen data term ger $L_f = 0$

$$L_{fx} = \frac{\partial L}{\partial f_x} = \frac{1}{2} (f_x^2 + f_y^2)^{-1/2} \cdot 2f_x = \frac{f_x}{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}} = \frac{f_x}{|\nabla f|} \quad \Rightarrow$$

$$L_{fy} = \frac{\partial L}{\partial f_y} = \frac{1}{2} (f_x^2 + f_y^2)^{-1/2} \cdot 2f_y = \frac{f_y}{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}} = \frac{f_y}{|\nabla f|}$$

$$0 - \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{f_x}{|\nabla f|} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{f_y}{|\nabla f|} \right) \right) = - \underline{\text{div}} \left(\frac{\nabla f}{|\nabla f|} \right) = 0$$

c) Det kan bli problem när $|\nabla f| > 0$ (division med noll).

Man kan hantera detta genom att sätta EL-termen

till $-\text{div} \left(\frac{\nabla f}{|\nabla f| + \epsilon} \right)$ i stället, där ϵ är en mycket

liten konstant.

d) 1D-fallet: $-\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{f_x}{|\nabla f|} \right) = -\frac{\partial}{\partial x} (\text{sign}(f_x))$

Dvs ett filter som mäter när derivatan ändras.

I bilden försöks derivatans tecken hållas konstant.

$$f^{(st+1)} = f^{(s)} + \alpha \frac{\partial}{\partial x} \text{sign}(f_x)$$

Denna är ett medianfilter

mars 2013

Multiple View Geometry

10. a) $P(\text{outlier}) = p$, $P(\text{inlier}) = (1-p)$, $P(\text{all 4 inlier}) = (1-p)^4$

b) Vi har en punkt från A. Sannolikheten att dra corressonderande punkt ur B är 1 på 100. Dvs $P(\text{samma}) = 1/100 = 0,01$

11. Generell photometric invariance $I(x) = (I(x) - \mu_I)/\sigma_I$

Dvs dra bort medelintensiteten för att ta bort en konstant offset (μ) och dela med standardavvikelsen för att ta bort skalningar av intensiteten (σ)

12. a) Givet i PnP är ett antal 3D-punkter och deras corressonderande 2D-punkter i två views.

Sökt är rotation och translation mellan camera 1 och camera 2. Dvs hitta $y_k \sim [R|t]x_k$ för alla k . (y_k 2D-punkt, x_k 3D-punkt, R -rotation t -translation)

Löses gör en icke-linjär minimering av återprojiceringens felet $\mathcal{E} = d_1^2 + d_2^2 + \dots d_n^2$, d är avståndet mellan y_k och projiceringen av x_k .

b) Minsta möjliga $n=3$

c) I en "3D-reconstruction pipeline" kan PnP användas för att hitta hitta en kameras position relativt en annans. Tex. när en ny view ska läggas till.

I BA löses samma minimeringsproblem men både kamera position och 3D-punkternas position flyttas.

Dessutom anträns ett större antal (eller samtliga) kamrar vid minimeringen i Bundle Adjustment.