

INF2310 16. februar 2010 – Ukens temaer (Kap 3.3 i DIP)

- Histogramtransformasjoner
 - Histogramutjevning
 - Histogramtilpasning/-spesifikasjon
 - Standardisering av histogram for billedserier
- Lokal gråtone-transformasjon

2010.02.16

INF2310

1 / 26

Repetisjon av histogrammer

- Gråtonehistogram:
 $h(i)$ = antall piksler i bildet med pikselverdi i ,
 og følgelig er $\sum_{i=0}^{G-1} h(i) = n \times m$

- Det normaliserte histogrammet:

$$p(i) = \frac{h(i)}{n \times m}, \quad \sum_{i=0}^{G-1} p(i) = 1$$

- Det kumulative histogrammet:

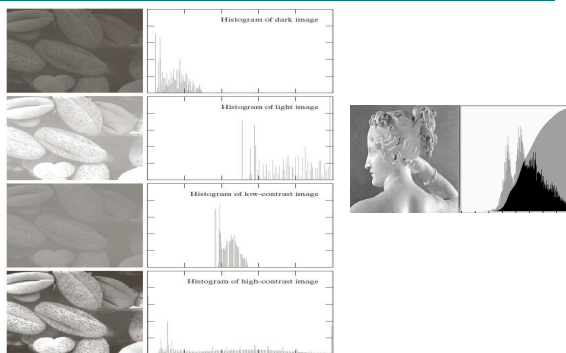
$$c(j) = \sum_{i=0}^j h(i)$$

2010.02.16

INF2310

2 / 26

Repetisjon av histogrammer II

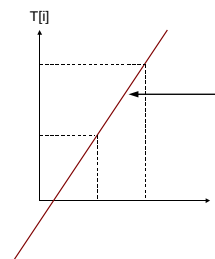


2010.02.16

INF2310

3 / 26

Repetisjon av gråtonetransform



Førrige uke: $T(i)$ gitt som en parametrisert funksjon.

Feks en linje i planet:
 $T(i) = ai + b$

I dag: Finne $T(i)$ ved å spesifisere ønsket histogram.

2010.02.16

INF2310

4 / 26

Histogramutjevning (*histogram equalization*)

- Mål: Maksimere kontrasten
 - Gjøre histogrammet uniformt (flatt)
 - ↪ Kumulative histogrammet en rett linje
- Middel: Global gråtonetransform; $T[i]$
 - Altså flytte på (hele) histogrammsøyler
- Tilnærming ved å spre søylene mest mulig utover det støttede intensitetsintervallet

2010.02.16

INF2310

5 / 26

Tommelfingerløsning

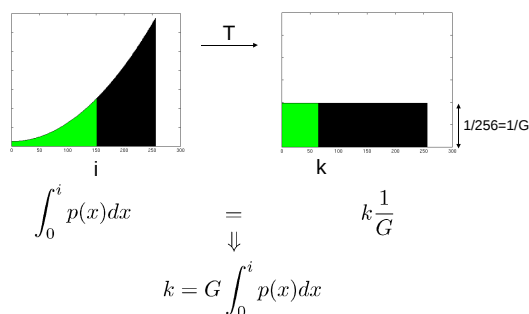
- Vil ha store mellomrom mellom høye søyler, og lite mellomrom der vi har lave søyler
 - en transform med høyt stigningstall hvor det er mange piksler, og lavt stigningstall hvor det er få piksler
- Det **kumulative histogrammet** har akkurat disse egenskapene
- Histogramutjevnings-transformen, $T[i]$, er gitt ved det skalerte kumulative histogrammet til innbildet

2010.02.16

INF2310

6 / 26

Tommelfingerløsning++



2010.02.16

INF2310

7 / 26

Algoritme for histogramutjevning

- For et $n \times m$ bilde med G gråtoner:
 - Lag array h , p , c og T av lengde G med initialverdi 0
- Finn bildets normaliserte histogram
 - Gå igjennom bildet piksel for piksel. Hvis piksel har intensitet i , la $h[i] = h[i] + 1$
 - Deretter skalér, $p[i] = h[i] / (n \cdot m)$, $i = 0, 1, \dots, G-1$
- Lag det kumulative histogrammet c
 - $c[0] = p[0]$
 - $c[i] = c[i-1] + p[i]$, $i = 1, 2, \dots, G-1$
- Sett inn verdier i transformarray T
 - $T[i] = \text{Round}((G-1) \cdot c[i])$, $i = 0, 1, \dots, G-1$
- Gå igjennom bildet piksel for piksel,
 - Hvis bildet har intensitet i , sett intensitet i utbildet til $s = T[i]$

2010.02.16

INF2310

8 / 26

Histogramutjevning – eksempel I

- Det resulterende histogrammet ser ikke flatt ut, men det kumulative histogrammet er tilnærmet en rett linje
- Husk at søylene ikke kan splittes for å tilfredstille et flatt histogram ved ren gråtonetransform



2010.02.16

INF2310

9 / 26

Histogramutjevning – eksempel II

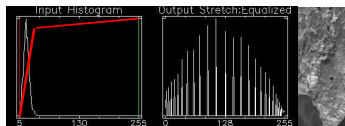
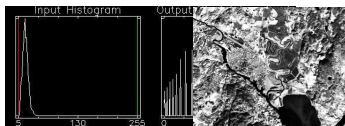
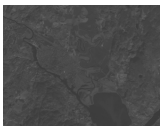


2010.02.16

INF2310

10 / 26

Histogramutjevning – eksempel III



2010.02.16

INF2310

11 / 26

Histogramtilpasning

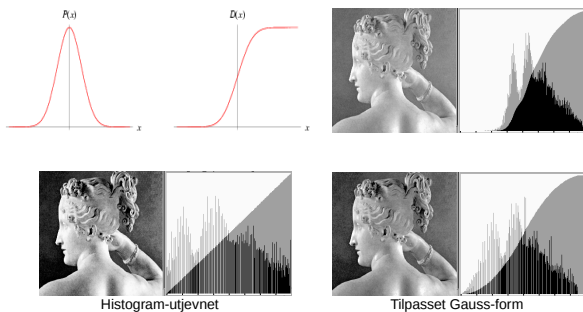
- Histogramutjevning gir flatt histogram
- Kan spesifisere annen form på resultathistogrammet:
 1. Gjør histogramutjevning på innbildet, finn $s=T(i)$
 2. Spesifiser ønsket nytt histogram $g(z)$
 3. Finn den transformen T_g som histogramutjevner $g(z)$ og inverstransformen T_g^{-1}
 4. Inverstransformer det histogramutjevnete bildet fra punkt 1 ved $z=T_g^{-1}(s)$

2010.02.16

INF2310

12 / 26

Tilpasning til Gauss-profil

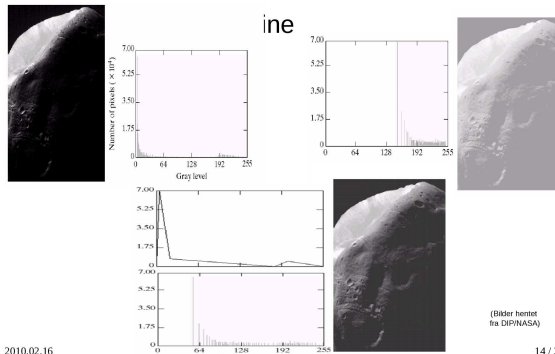


2010.02.16

INF2310

13 / 26

Tilpasning til vilkårlig kurve

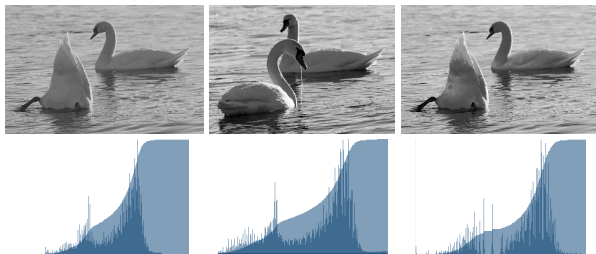


2010.02.16

14 / 26

"Histogram matching"

- Histogramtilpasning hvor det ene bildets histogram benyttes som ønsket form



2010.02.16

INF2310

15 / 26

Standardisering av histogram

- Hensikt:
 - Sørge for at alle bildene i en serie har like histogrammer
- Metoder:
 - Histogramutjevning
 - Histogramspesifikasjon (f.eks. til oppgitt Gauss-profil)
- Hvorfor? Fjerne effekten av
 - Døgnvariasjon i belysning
 - Aldringseffekter i lamper og detektorer
 - Akkumulering av støv på linser etc.
- Hvor:
 - Produkt-inspeksjon i industri
 - Ansiktsgjenkjenning (Eigen-face-demoen)
 - Mikroskopering av celler
 - ...

2010.02.16

INF2310

16 / 26

Når bør du IKKE gjøre dette?

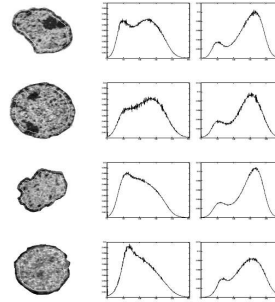
- Ikke standardisere histogrammet hvis:
 - Det kan være "reelle" variasjoner i middelværdi og varians til bildene i en bildeserie
 - Formen på histogrammet kan ha verdi ved videre analyse
- Hva gjør du?
 - Behold originalene, og jobb på kopier
 - Gjør lineære gråtonetransformasjoner på bildene
 - Dette vil bevare strukturene i histogrammet, selv om (μ, σ) endres
- Eksempel:
 - Mikroskopering av kreft-celler

2010.02.16

INF2310

17 / 26

Click to add title



(Fra B. Nielsen et al)

Figure 1 First column: Examples of four cell nuclei from normal, regenerating, nodular and tumor samples. The borders between the 10% peripheral and 90% central parts are outlined in a thin white line. Second column: The mean gray-level histograms from all cell nuclei within each of the four classes, based on the 10% peripheral part of nuclei. Third column: The mean gray-level histograms from all cell nuclei within each of the four classes, based on the overall 10% of the nuclei.

2010.02.16

INF2310

18 / 26

Lokal gråtonetransform (GTT)

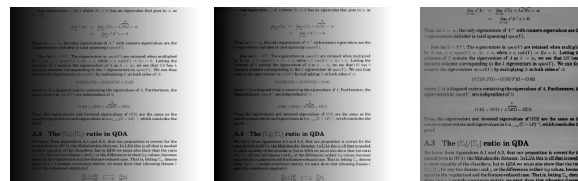
- Vil standardisere den **lokale** kontrasten
 - Samme kontrast over hele bildet
- Transformasjonene vi har sett på kan beregnes ut fra pikselverdiene i en **lokal omegn** (kvadratisk vindu) omkring punktet (x,y)
 - Kun pikselen (x,y) bestemmes av transformen basert på dette vinduets piksler
 - Altså egen transform for hver piksel i bildet

2010.02.16

INF2310

19 / 26

Lokal GTT – Eksempel I



Originalt

Global histogram-
tjenving

Lokal endring av
middelværdi og kontrast

2010.02.16

INF2310

20 / 26

Lokal GTT – Eksempel II

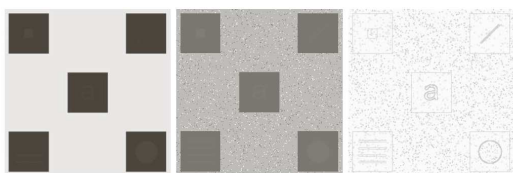


FIGURE 3.26 (a) Original image. (b) Result of global histogram equalization. (c) Result of local histogram equalization applied to (a), using a neighborhood of size 3×3 .

(Fra DIP, Gonzales & Woods)

2010.02.16

INF2310

21 / 26

Lokal GTT - 2

- Utfør lokal GTT som gir samme kontrast over hele bildet
 - Histogramspesifikasjon
 - Beregn det kumulative histogrammet i et vindu sentrert om (x,y)
 - Endre senterpikselen ved den resulterende transformen
 - Lineær standardisering av σ
 - Beregn μ_{xy} og σ_{xy} i et vindu sentrert om (x,y)
 - Transformer $f(x,y)$ til $g(x,y)$ med en lineær transform som gir nytt standardavvik σ_0 innenfor vinduet

$$g_1(x, y) = \mu_{xy} + [f(x, y) - \mu_{xy}] \frac{\sigma_0}{\sigma_{xy}}$$

(Husk at vi kom frem til disse uttrykkene forrige uke)

2010.02.16

INF2310

22 / 26

Lokal GTT - 3

- Ønsker vi også lokal GTT som også gir en ny middelvei μ_0 , så bruker vi transformen

$$g_2(x, y) = \mu_0 + [f(x, y) - \mu_{xy}] \frac{\sigma_0}{\sigma_{xy}}$$

- Men dette vil ofte gi et "flatt" bilde
- Parameteren β kan styre hvor kraftig vi endrer μ :
 - $\beta = 0 \Rightarrow$ uforandret middelvei over hele bildet
 - $\beta = 1 \Rightarrow$ lik middelvei over hele bildet

$$g_3(x, y) = \beta \mu_0 + (1 - \beta) \mu_{xy} + [f(x, y) - \mu_{xy}] \frac{\sigma_0}{\sigma_{xy}}$$

2010.02.16

INF2310

23 / 26

Lokal GTT - 4

- Hva er karakteristisk for homogene områder i et bilde?
 - $\sigma(x, y) = 0$

- Her får vi problemer, fordi

$$g_3(x, y) = \dots + [f(x, y) - \mu_{xy}] \frac{\sigma_0}{\sigma_{xy}}$$

- Innfører parameteren δ :

$$g_4(x, y) = \beta \mu_0 + (1 - \beta) \mu_{xy} + [f(x, y) - \mu_{xy}] \frac{\sigma_0}{\sigma_{xy} + \delta \sigma_0}$$

- Lokal pikselverdi-mapping gir (betydelig) økt regnearbeid

2010.02.16

INF2310

24 / 26

Lokal GTT - Implementasjon

- Lokal kontrastendring er regnekrevende
 - Histogramspesifikasjon: Beregne nytt lokalt kumulativt histogram for hver piksel
 - Lineær transform: Beregne ny μ og σ sigma for hver piksel
- Benytt overlappet mellom vinduene i det man flytter til neste piksel
 - Løpende oppdatere både histogrammet, μ og σ

Sentrale temaer i dag

- Histogramtransformasjoner
 - Histogramutjevning
 - Histogramtilpasning
- Standardisering av histogram for billedserier
 - Fjerne effekten av variasjoner i avbildningsforhold (døgnvariasjon, lampe, støv etc)
 - Ikke lurt med histogramtilpasning hvis histogram-formen inneholder informasjon som senere skal benyttes
 - Alternativ til standardisering av bilder med lineær transform
- Lokal gråtone-transformasjon
 - Samme kontrast (og middelvei) over hele bildet
 - Beregn og benytt transformene på lokalt vindu rundt hver piksel
 - Regnekrevende