

Sammanfattning
TNM030 - Bildbehandling och bildanalys

Nathalie Ek (natek725), MT -07
2011, LIU Campus Norrköping

I det mänskliga ögats näthinna finns två typer av ljussensorer.

- a) Vad kallas de två typerna?
 - b) Vilka egenskaper har de?
 - c) Hur är de fördelade på näthinnan? (3p) (3)
-

Synsinnet ger upphov till synvillor av olika slag. Beskriv de synvillor som kallas Mach-band och "simultaneous contrast". (2p) (2)

När ett Fourierspektrum ska visas på en skärm applicerar man ofta en s.k. log-transform på spekrat.

- a) Vad är motivet för detta?
 - b) Beskriv log-transformen. (3p) (2)
-

a) Utgå från följande diskreta approximation av andraderivatans:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) - 2f(x, y)$$

och härled filterkärnan för ett 3x3 Laplacefilter.

b) Hur görs bildskärpningen med hjälp av Laplacefiltret? (5p) (1)

$F(u, v)$ är Fouriertransformen av en bild $f(x, y)$.

- a) Vad står variablerna u och v för?
 - b) Vad menas med $F(u, v)$'s spektrum och fasvinkel?
 - c) Om bilden $f(x, y)$ skalas (multipliceras) med en reell konstant, hur påverkas bildens Fouriertransform med avseende på spektrum och fasvinkel? Hur påverkar ett skift (translation) av $f(x, y)$?
 - d) Vilken egenskap hos $f(x, y)$ ges av spektrats värde i origo?
 - e) Den diskreta Fouriertransformen är separerbar. Vad innebär det? (5p) (3)
-

a) Beskriv ett idealt lågpasfilter i frekvensdomänen. Ett sådant filter används inte i praktiken eftersom det ger oönskade effekter. Vilka?

b) Bättre resultat får man med ett Gauss-filter. Beskriv ett sådant. Hur påverkar variansparametern storleken på motsvarande filter i spatialdomänen? (6p) (3)

I en känd lärobok i bildbehandling finns följande figur som illustrerar morfologiska operationer. Med utgångspunkt från figuren, beskriv de operationer som illustreras. (6p) (1)

I nedanstående figur visas fyra närliggande pixlar i en bild. De har värdena P_0 , P_1 , P_2 och P_3 och de ligger på de koordinater som anges i figuren. Visa hur värdet P för en punkt i läget (a, b) beräknas med hjälp av bilinjär interpolation. Uttrycket för P ska härledas. (5p) (4)

Bilder som ska visas på monitor utsätts ofta för gammakorrektion. Vad är motivet för detta? Redogör för metoden. (4p) (3)

Vid histogramutjämning (histogram equalization) använder man sig av ett s.k. kumulativt histogram. Hur skapas ett sådant? Vilken effekt på bilden vill man uppnå genom histogramutjämning? (5p) (2)

I en s.k. avståndskarta (distance map) anger varje pixel avståndet till närmsta objektpixel i en binär bild. I nedanstående bild finns två objekt (svarta pixlar). Ange avståndskartorna för bilden om man använder D_4 -avstånd (city-block) resp. D_8 -avstånd (chessboard). (4p) (3)

Gradientens riktning och magnitud kan beräknas med hjälp av ett gradientfilter av något slag. Beskriv hur detta görs med Sobel-filter. Vad menas med gradienten i en bild? (4p) (3)

Ett Sobel-par ger filtersvaren g_1 och g_2 . Hur används dessa för att beräkna gradientens magnitud och riktning? Vad menas med ett rotationsinvariant filter? (4p) (1)

Ett filter i spatialdomänen sätter centrumpixelns värde till skillnaden mellan centrumpixelns vänstra och högra (övre och undre) granne. Ange uttrycket för motsvarande filter i frekvensdomänen. Är filtret ett låg- eller högpasfilter? (5p) (2)

En binär bild innehåller konturen av ett objekt. Redogör för hur man med morfologiska operationer kan fylla området innanför konturen. De operationer som används ska beskrivas. (6p) (1)

För att räkna antalet (särskilja) objekt i en binär bild kan man använda sig av etikettering (labelling). Beskriv metoden med hjälp av ett exempel. (6p) (1)

Ojämn belysning kan vara ett problem vid segmentering med tröskelsättning. Ett sätt att förbättra situationen är att använda adaptiv tröskelsättning. Redogör för hur detta går till. Vad menas med ett bimodalt histogram? (5p) (2)

- a) Beskriv ett idealt högpasfilter i frekvensdomänen. Ett sådant filter används inte i praktiken eftersom det ger oönskade effekter. Vilka?
- b) Bättre resultat fås med ett högpas Gaussfilter. Beskriv ett sådant. Hur påverkar variansparametern storleken på motsvarande filter i spatialdomänen? (5p) (1)
-

Fjärranalys (remote sensing) innebär klassificering av olika områden i satellitbilder. Använd ett enkelt fjärranalysexempel för att med pedagogisk text och figurer beskriva den metod för klassificering som kallas "minimum distance classifier". (6p) (3)

I nedanstående figurer är två pixlar markerade (a och b). Vad blir avståndet mellan a och b när man använder avståndsmåtten D_4 (city-block), D_8 (chessboard) resp. Euklidiskt avstånd? (3p) (2)

Medianfilter används ofta för att undertrycka brus i bilder.

- a) Beskriv hur medianfiltret fungerar.
 - b) Fördelar jämfört med brusundertryckning med lågpasfilter?
 - c) Kan medianfiltrets funktion utföras i frekvensdomänen? Motivera svaret. (5p) (1)
-

I en binär bild finns två typer av objekt: cirkulära objekt med diametern 15 pixels och rektangulära objekt med bredden 7 pixels och varierande längder och orienteringar. Objekten överlappar inte varandra. Beskriv hur man på ett effektivt sätt kan

- a) med hjälp av morfologiska operationer eliminera de rektangulära objekten så att endast de cirkulära objekten återstår. Samtliga morfologiska operationer som används ska beskrivas.
 - b) räkna antalet cirkulära objekt i bilden. (7p) (1)
-

Polygonapproximation är en kompakt representation av objekt i binära bilder. Beskriv översiktligt tre metoder för polygonapproximation. (5p) (2)

Redogör för en enkel metod som automatiskt hittar en lämplig tröskel för tröskelsättning av bilder där objekt och bakgrund är väl separerade med avseende på gråskala. (5p) (3)

Ett filter i spatialdomänen bildar medelvärdet av centumpixelns fyra närmsta grannar. Vad blir uttrycket för motsvarande filter i frekvensdomänen? Är filtret ett låg- eller högpasfilter? (6p) (1)

Ledning: Använd skifteoremet

$$f(x - a) \Leftrightarrow F(u) e^{-j2\pi au}, \text{ där } f(u) \text{ är Fouriertransformen av } f(x)$$

Ett sätt att segmentera en bild är att använda "region growing". En bild med den fotometriska upplösningen 0-255 innehåller tre områden markerade med A, B och C i figuren. Området A är den intressanta delen av bilden, d.v.s. den del som ska vara kvar i den binära bild som blir resultatet av segmenteringen. I A ligger pixelvärdena i intervallet 195-255, i B i intervallet 15-75 och i C i intervallet 150-215. Beskriv hur segmenteringen kan göras med "region growing". Segmenteringen ska göras automatiskt utan att användaren behöver ingripa t.ex. genom att ange koordinaterna för vissa pixlar. (6p) (2)

I många sammanhang måste man interpolera i bilder.

- a) Beskriv en bildbehandlingsoperation som kräver interpolation.
- b) Redogör för närmaste granne interpolation (nearest neighbour). (3p) (1)

En av dina kompisar har sett att det finns något som kallas "histogram equalization" i olika programpaket för bildbehandling. Hon använder det ibland men har ingen aning om vad som pågår bakom kulisserna. Ge henne en pedagogisk förklaring av vad som utförs steg för steg då en bild som kan ha gråskalevärden mellan 0 och 255 histogramutjämnas. (6p) (1)

En ofta förekommande operation är filtrering av s.k. linjära filter.

- a) Vad menas med att ett filter är linjärt?
- b) Ge ett exempel på ett icke-linjärt filter.
- c) Ett linjärt filter med en filterkärna med storleken $m \times m$ appliceras på en bild med storleken $n \times n$ pixlar. Hur många additioner och multiplikationer kräver filtreringen av bilden? (5) (1)

I nedanstående figur visas en binär bild där man är intresserad av de cirkulära objekten i bilden. Objektens diameter är ca 20 pixlar. I bilden finns också "skräp" i form av tunna linjer med en eller ett par pixlars tjocklek. För den vidare bearbetningen vill man få fram den binära bilden utan skräp. Redogör för hur detta kan göras med hjälp av morfologiska operationer. De operationer som används ska beskrivas. (6) (2)

I en automatisk industriell avsyningsprocess skapas efter ett antal inledande steg en binär bild som bl.a. innehåller ett antal vertikala linjer (parallella eller godtyckligt orienterade linjer) i varierande positioner. Det intressanta i avsyningsprocessen är dessa linjers horisontella positioner. Beskriv hur man med hjälp av Hough-transformen kan bestämma dessa. (6) (6)

Ett enkelt sätt att beskriva ett objekts kontur är att använda kedjekod. Beskriv metoden med hjälp av ett exempel. Hur gör man koden oberoende av startpunkten och objektets rotationsläge? (4) (4)

Ett objekts kontur kan beskrivas av s.k. Fourierdeskriptorer. Använd text och figurer för att förklara tekniken att skapa deskriptorerna och att från dessa återskapa objektets kontur. Formler behöver inte användas. (5p) (1)

”Minimum distance classification” är en enkel metod för mönsterigenkänning. Man vill använda denna metod för att klassificera objekt som beskrivs av 3 egenskaper (features, descriptors). Redogör översiktligt för hur man går tillväga i detta fall. Använd inga formler. (6p) (4)

a) Utgå från följande diskreta approximation av andraderivatatan och härled filterkärnan för ett 3x3 Laplace-filter.

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$
$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

b) Hur många additioner och multiplikationer krävs för att filtrera en bild av storleken 1024x1024 med detta filter? (6) (1)

b) Hur många additioner och multiplikationer krävs för att filtrera en bild av storleken 1024x1024 med detta filter? (6) (1)

Ge en pedagogisk beskrivning av de morfologiska operationerna erosion, dilation, opening och closing. Illustrera operationerna med exempel. (5) (1)

Vad gör följande Matlab-program i bildbehandlingshänseende? Bilden P har den fotometriska upplösningen 0-255. Beskriv vad varje sats gör. (4) (2)

```
[nr, nc] = size(P);  
k = zeros(1, 256);  
for ii=1 : nr*nc:  
    k(P(ii)+1) = k(P(ii)+1)+ 1;  
end
```

Nedanstående diagram illustrerar det mänskliga ögats känslighet. Förklara diagrammet. (4) (2)

S.k. "unsharp masking" är en vanlig metod för skärpning av bilder. Hur fungerar den? (4p) (1)

I en binär bild finns två typer av objekt: räta linjer med längden n och bredden 2 pixlar samt cirkulära objekt med en diameter < n. Man vill rensa bilden så att endast de linjer som är vertikala återstår. Redogör för hur detta kan göras med hjälp av morfologiska operationer. De operationer som används ska beskrivas. (6p) (1)

Invers filtrering är en metod för bildrestaurering. Redogör för metoden och dess begränsningar. (5p) (1)

För att beskriva ett objekts kontur kan man använda en s.k. signatur. Beskriv metoden och illustrera med ett exempel. (5p) (2)

Med hjälp av etikettering (labelling) kan man räkna antalet objekt i en binär bild. Visa hur detta går till med hjälp av ett exempel där objekten är 8-förbundna. (5p) (1)

I digitala bilder kan man använda olika avståndsmått. Beskriv tre vanliga avståndsmått och ange avståndet mellan pixlarna med koordinaterna (a, b) och (c, d) får vart och ett av de tre avståndsmåtten. (4p) (2)

Gaussiska lågpasfilter används i många sammanhang.

- Gaussiska filter är s.k. linjära filter. Vad innebär det?
- Skissa i en figur utseendet på Gaussiska lågpasfilter i frekvensdomänen om motsvarande filterkärnor i spatialdomänen har dimensionerna 15x15 resp. 5x5.
- Ett linjärt filter med en filterkärna med dimensionen $m \times m$ appliceras på en bild med storleken $N \times N$. Hur många additioner och multiplikationer kräver filtreringen av bilden? (6p) (1)

Ett filter i spatialdomänen sätter centrumpixelns värde till skillnaden mellan pixelvärdena för centrumpixelns vänstra och högra granne.

- Hur ser filterkärnan ut?
- Ange uttrycket för motsvarande filter i frekvensdomänen.
- Är filtret ett hög- eller lågpasfilter? (6p) (1)

Vad blir resultatet av den morfologiska operationen (a, b, c) på nedanstående binära bild? Det strukturelement som visas ska användas och de morfologiska operationerna ska beskrivas. (6p) (2)

					1				
	1	1		1	1				
	1		1	1	1	1			
	1					1			
	1	1				1			
		1	1	1	1	1		1	
		1	1	1	1	1		1	

1
1
1

Strukturelement

- a) Krympning (erosion)
- b) Expansion (dialation)
- c) Stängning (closing)

I samband med mönsterigenkänning talar man om "feature vector", "feature space", "decision function" och "decision boundary". Förklara dessa termer. (4p) (1)

En bild $f(x, y)$ som degraderas av ett lineärt filter $h(x, y)$ och additivt brus ger upphov till en degraderad bild $g(x, y)$ enligt

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + n(x, y)$$

där * står för faltning och $n(x, y)$ är bruset.

- a) Vad blir uttrycket för den degraderade bilden i frekvensdomänen?
- b) Hur görs en restaurering av den degraderade bilden med invers filtrering? Problem med denna metod? (6p) (2)

I digitala bilder kan man använda olika mått för avståndet mellan två pixlar. Beskriv tre vanligt förekommande avståndsmått och ange avståndet mellan pixlarna med koordinaterna (a, b) och (c, d) för vart och ett av de tre avståndsmåtten. (4p) (1)

En filterkärna med följande utseende appliceras 2 gånger på bilden nedan. Samma slutresultat fås om bilden filtreras 1 gång med en annan filterkärna. Vilken? (5) (1)

Bildrestaurering innebär ofta att man måste korriger geometrisk distorsion i bilden. Beskriv översiktligt hur en sådan korrigering går till. (5p) (1)

-
- a) Beskriv med text och figur följande delar av det mänskliga ögat: linsen, näthinnan (retina), fovea och blinda fläcken.

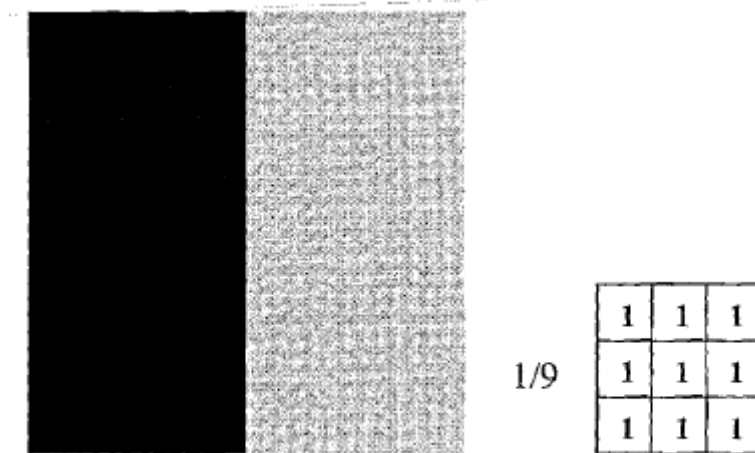
b) Varför har vi dåligt färgseende i svagt ljus och i synfältets periferi? (3p) (1)

a) En bild med dålig kontrast (lågt dynamiskt omfång) kan korrigeras med en linjär tonöverföringskurva så att bilden får maximalt dynamiskt omfång. Visa en sådan kurva.

b) Hur ser en tonöverföringskurva för tröskling även gråskalebild ut?

c) Vid histogramutjämning används en speciell tonöverföringskurva. Hur skapar man den? (5p) (1)

I nedanstående bild med storleken $N \times N$ pixlar ingår bara två pixelvärden: det minsta (0) och det största (1). Bilden filtreras med följande filterkärna nedan. Problemet med kantpixlarna löses som så att dessa inte filtreras, dvs. filterkärnan ligger alltid helt inom bilden. Visa resultatbildens histogram. (5p) (1)



a) En binär bild innehåller ett antal rektangelformade objekt. Rektanglarnas sidor är parallella med bildens sidor. Redogör för hur man med tekniken "Hit-ar-Miss Transformation" kan detektera rektanglarnas hörn.

b) De morfologiska operationerna krympning och expansion kan beskrivas i termer av max-och min-funktioner. Hur? (6p) (1)