

**Tentamen i kurs 2D1574, Medieteknik, gk, 2006-10-19, sal Q31-33.
Uppgifter i kursdelen Fotografi och bild.**

Hjälpmedel: Miniräknare. Formelblad "Radiometrisk och fotometrisk storheter" (bifogat på sista tentamenssidan).

Observera: Såvida inte annat sägs, motivera alla svar och förklara alla införda beteckningar (rita gärna förklarande figurer). Det kan hända att data ges som du inte behöver använda för problemets lösande.

Uppgift 1.

En digitalkamera har ett objektiv med brännvidden 25 mm och ljusstyrkan 2.0. Bländartalet kan varieras mellan 2.0 och 11, och exponeringstiden kan varieras från 10 s till 1/1000 s.

- a) Med hur stor faktor kan belysningen i sensorplanet förändras genom att variera bländarinställningen?
- b) Hur mycket kan man variera exponeringen genom att variera både bländarinställning och exponeringstid (ange förhållandet mellan högsta och lägsta exponering)?
- c) Det finns en stor mängd kombinationer av bländarinställning och exponeringstid som ger samma exponering. Ange minst tre olika kombinationer av bländarinställning och exponeringstid som ger samma exponering.
- d) Samma exponering kan erhållas genom att använda en stor bländaröppning och kort exponeringstid, eller liten bländaröppning och lång tid. Ge ett exempel på när det kan vara fördelaktigt att använda den första varianten, och ett exempel på när det är fördelaktigt att använda den andra varianten.

Uppgift 2.

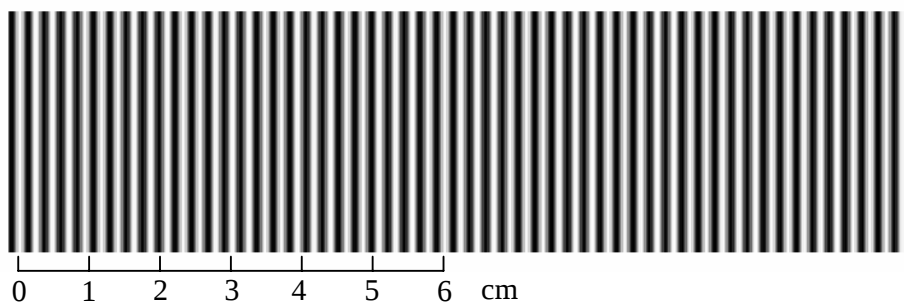
Du håller på med att ta några bilder av saker för tidskriften Nostalgica Retrospect. För att få en äkta gammaldags prägel arbetar du med en "analog" kamera och svartvit film istället för en digitalkamera. Lite synd kanske, eftersom samedräkterna innehåller mättade röda och blå färger förutom olika grånyanser. Du använder olika ljuskällor, alltifrån lappkåtans öppna eld (färgtemperatur 1800 K) vid inomhusfotografering, till det blå himmelsljuset i skuggan utanför kåtan (färgtemperatur 15000 K) vid utefotografering.

Eftersom det är fråga om svartvita bilder kommer du inte att få några färgfel på grund av den kraftigt varierande färgtemperaturen. Men kommer variationen i färgtemperatur ändå att märkas på något sätt, så att inomhus- och utomhusbilderna ser olika ut?

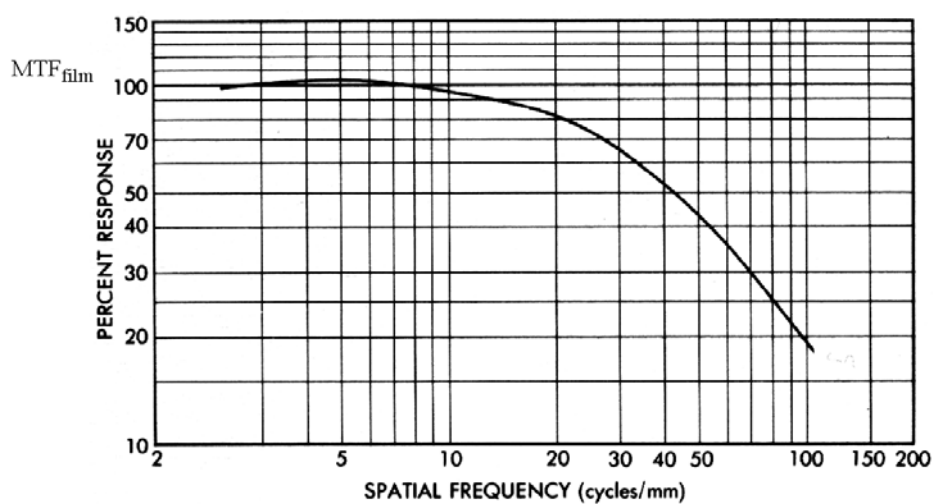
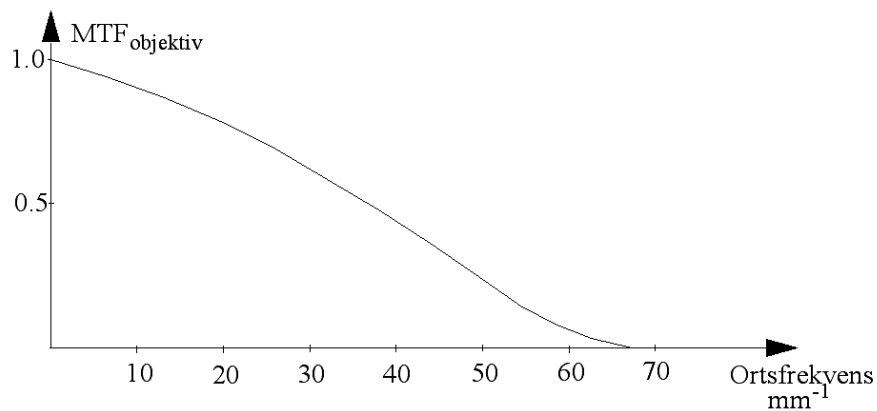
Tänk efter och beskriv med kortfattad motivering om, och i så fall hur, bilderna tagna vid olika färgtemperatur kommer att skilja sig åt vad gäller återgivningen av samedräkternas blå- och rödfärgade partier. Besvara också samma fråga för de dräktpartier som har olika gråa nyanser.

(Filmen som används är pankromatisk, dvs känslig för alla synliga våglängder.)

Uppgift 3.



Ovanstående linjemönster avfotograferas på 2.0, 5.0 och 9.0 meters avstånd med ett 50 mm objektiv och med användande av bländartal 2.8. Objektivet MTF vid bländartal 2.8 samt den använda filmens MTF ges av figurerna nedan. Efter framkallningen tittar du i stark förstoring på filmen. För vilket/vilka av de tre fotograferingsavstånden kan man förvänta sig se linjemönstret på filmen?



Spatial frequency = ortsfrekvens. Cycles/mm = mm⁻¹. Percent response = MTF i procent.

Uppgift 4.

I en biosalong visas film på en filmduk med storleken 8.0 m x 5.8 m. Varje filmruta på på filmen har storleken 22 mm x 16 mm. Vid filminspelningen användes en filmkamera vars objektiv hade en brännvidd av 50 mm, och filmprojektorns objektiv har brännvidden 85 mm. På vilket avstånd från filmduken upplever en person i salongen att perspektivet är korrekt?

Uppgift 5.

Amatörfotografen Snap Shot har tagit en bild av en exklusiv villa med sin nya (men ganska billiga) digitala systemkamera. Han är dock förbryllad över ett glest mönster av horisontella ränder som syns i ett fönster.

”Det ser lite väl glest ut för att vara persiennner, men det kanske är såna där grova saker av trä som man ser ibland”, säger Snap till dej.

Du bestämmer dej för att undersöka om det kan vara en moiré-effekt (aliasing) på grund av för gles sampling i sensorn som ligger bakom. Efterforskningar ger följande information:

- Sensorn är av CMOS-typ och har 10 megapixlar jämnt fördelade över en yta av 15 mm x 22 mm.
- Det tätaste linjemönster som objektivet kan avbilda är 75 linjepar/mm (mätt i bildplanet).

Hjälp Snap att reda ut om persiennerna i verkligheten kan ha varit tätare än vad som framgår av bilden.

Lycka till!!

Kjell Carlsson

Radiometriska och fotometriska storheter

Nedanstående lilla sammanställning innehåller endast de absolut mest grundläggande och viktiga begreppen som behövs i samband med fotografi. De är uppdelade på radiometriska storheter och fotometriska storheter. Radiometriska storheter används för att beskriva strålade energi, effekt, effekttäthet mm. De grundläggande fysikaliska enheterna joule, watt etc. används. Vi ska i detta sammanhang enbart erinra om de tre olika storheter som anges i tabellen nedan.

Storhet	Enhet
Strålningsflöde (-effekt)	W
Radians	$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$
Irradians	W m^{-2}

Storheten strålningsflöde talar om hur mycket energi som per tidsenhet förmedlas via strålning. Radians handlar om utstrålning (från t.ex. en glödtråd). Denna storhet talar om (vilket syns av enheten) hur mycket effekt som per yt- och rymdvinkelenhet strålar ut. Irradians handlar om instrålning. Det talar om hur mycket effekt som strålar in per ytenhet (mot t.ex. en yta).

Fotometriska storheter motsvarar de radiometriska. Enda skillnaden är att de fotometriska storheterna är viktade med avseende på det mänskliga ögats spektrala känslighetskurva. Sålunda kommer våglängder runt 550 nm att ha den högsta viktfaaktorn, medan kortare och längre våglängder får en lägre faktor (ju längre bort från 550 nm desto lägre). Våglängder utanför det synliga området får viktfaaktorn noll. De fotometriska storheter som svarar mot de tre radiometriska ovan ges av nedanstående tabell.

Storhet	Enhet
Ljusflöde	lm (lumen)
Luminans	$\text{lm m}^{-2} \text{sr}^{-1}$
Belysning	lm m^{-2} (lux)

Inom fotografin använder man som regel fotometriska storheter.

Lösningsförslag till fotodelen i tentamen i kurs
2D1574, Medieteknik, gk, 2006-10-19

(Observera att lösningarna och resonemangen inte alltid behöver vara som de nedanstående. Vissa tal kan lösas på flera olika sätt. Andra tal kan gå ut på att göra intelligenta gissningar och slutledningar. Alla lösningar som uppfyller dessa krav belönas med hög poäng. Jag har ibland också lagt till lite extra kommentarer som inte behövs för full poäng på tentalösningarna.)

Uppgift 1.

- a) Vid bländartal 2.0 har vi $\left(\frac{11}{2.0}\right)^2 = 30$ gånger större ljusflöde in genom objektivet än vid bländartal 11, vilket innebär att belysningen blir så många gånger högre. Faktorn som efterfrågas är alltså 30. (Är man van att räkna i bländarsteg får man 5 steg mellan 2.0 och 11, vilket innebär en faktor $2^5 = 32$ i belysning. Skillnaden mellan 30 och 32 beror på att bländartalen som anges på kameran är avrundade till 2 siffrors noggrannhet.)
- b) Genom bländaren kan belysningen varieras med en faktor 32. Exponeringstiden kan varieras med en faktor 10 000. Totalt kan alltså exponeringen (produkten av belysning och tid) varieras med en faktor $32 \times 10000 = 3.2 \times 10^5$.
- c) Exempelvis: 1/100 sek. och bländartal 8, 1/50 sek. och bländartal 11, 1/200 sek. och bländartal 5.6.
- d) Stor bländaröppning och kort tid är bra när man vill undvika rörelseoskärpa, t.ex. om man vill fotografera bilar som kör på en motorväg utan att dom ser suddiga ut. Liten bländaröppning och lång tid är bra för att få stort skärpedjup, t.ex. för att fotografera en vacker liten blomma i förgrunden och samtidigt få med de avlägsna bergen i bakgrunden (och allt ska se skarpt ut).

Uppgift 2.

Fotografier tagna i eldsken: Ljuset från elden innehåller lite av blått ljus, men däremot mycket rött ljus. Blåfärgade partier reflekterar bara (det svaga) blå ljuset, och kommer därför att återges som en mörk gråton på den slutliga bilden. Röda dräktpartier reflekterar (det starka) röda ljuset, och kommer därför att återges som en ljus gråton på den slutliga bilden.

Fotografier tagna i utomhuskuggan: Här blir förhållandena de omvända. Ljuset innehåller mycket blått (som reflekteras av blå partier) och lite rött (som reflekteras av röda partier). Därför kommer blå dräktpartier att se ljusa ut medan röda ser mörka ut.

Gråa partier kommer däremot att återges likadant oberoende av ljuskällans färgtemperatur. Detta eftersom alla våglängder reflekteras lika mycket av en grå yta.

Uppgift 3.

Av figuren framgår att vi har 26 mönsterperioder på 6.0 cm, vilket ger en ortsfrekvens

$\nu_{\text{mönster}} = \frac{26}{60} = 0.433 \text{ mm}^{-1}$. Mönstertätheterna i filmplanet vid fotografering på olika avstånd ges av.

$$2.0 \text{ m avstånd: } \nu_{\text{film}} = 0.433 \times \frac{2.0}{0.050} = 17 \text{ mm}^{-1}.$$

$$5.0 \text{ m avstånd: } \nu_{\text{film}} = 0.433 \times \frac{5.0}{0.050} = 43 \text{ mm}^{-1}.$$

$$9.0 \text{ m avstånd: } \nu_{\text{film}} = 0.433 \times \frac{9.0}{0.050} = 78 \text{ mm}^{-1}.$$

(Eftersom motivavståndet är $\gg$ brännvidden kan vi anta att bildavståndet $\approx$ brännvidden.)

Total $MTF = MTF_{\text{optik}} \times MTF_{\text{film}}$. Om vi gör en grov uppskattning ur figurerna får vi

att $MTF(17 \text{ mm}^{-1}) \approx 0.7$, $MTF(43 \text{ mm}^{-1}) \approx 0.2$ och $MTF(78 \text{ mm}^{-1}) = 0$.

Detta betyder att vi för ortsfrekvenserna 17 och 43 mm^{-1} (svarande mot fotograferingsavstånden 2.0 och 5.0 m) kan förvänta oss att se linjemönstret (men kontrasten blir lägre för 5 meters fotograferingsavstånd). Vid MTF -värde noll syns naturligtvis inget alls, så på 9-metersfotot syns inget linjemönster.

Uppgift 4.

Korrekt betraktningssavstånd $= M \times f_{\text{kameraobjektiv}}$, där M är förstoring från filmruta till

slutlig bild. $M = \frac{8.0}{22 \times 10^{-3}} = 364$ (räknat på bredden, på höjden får vi praktiskt taget

samma resultat). $f_{\text{kameraobjektiv}} = 50 \text{ mm} \Rightarrow$ Korrekt betraktningssavstånd $= 364 \times 50 \times 10^{-3} = 18 \text{ meter}$.

Uppgift 5.

Låt oss först ta reda på pixelstorleken:

$$\text{Sensorarea} = 15 \times 10^{-3} \times 22 \times 10^{-3} = 3.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2.$$

$$\text{Pixelarea} = \frac{3.3 \times 10^{-4}}{10 \times 10^6} = 3.3 \times 10^{-11} \text{ m}^2, \text{ svarande mot en kantlängd av}$$

$$\sqrt{3.3 \times 10^{-11}} = 5.74 \times 10^{-6} \text{ m} = \text{centrum-till-centrum avstånd mellan pixlarna.}$$

$$\text{Detta ger en samplingfrekvens av } \nu_s = \frac{1}{5.74 \times 10^{-6}} = 1.74 \times 10^5 \text{ m}^{-1} = 174 \text{ mm}^{-1}.$$

Detta innebär att högsta ortsfrekvensen som korrekt kan registreras är $\nu_{\text{max}} = \frac{\nu_s}{2} = 87$

mm^{-1} . Optikens upplösningsförmåga är dock bara 75 mm^{-1} , vilket innebär att optiken inte kan avbilda så täta linjemönster att vi får aliasing.

Persiennerna måste alltså ha varit så glesa som de ser ut på bilden.