

Tentamen i Introduktion till medicinteknik
EEN071/EEN070 2024-08-21 kl. 08.30-12.30

Tillåtna hjälpmedel: Inga
Förfrågningar: Hana Dobsicek Trefna ankn 5052, alt. 073-3232386.
Lösningar: anslås på Canvas
Resultatet: anslås i Ladok
Granskning: av tentarättning: 17/9 kl. 12:00 i rum E2 Mötesrum 7322, EDIT-huset

Har du några förfrågningar över uppgifterna, ring telefonnummer ovan.

För varje uppgift skall du med dina egna ord visa att du förstår frågan och dess sammanhang och att du med dina egna ord presenterar ett svar som få plats på 1-2 handskrivna A4-sidor.

Max 75 poäng. Poängintervallet 33-46 ger betyget 3 (godkänt), 47-60 ger betyget 4 och 61-75 ger betyget 5.

Fråga 1. Etik, moral / Anatomi och fysiologi (15p)

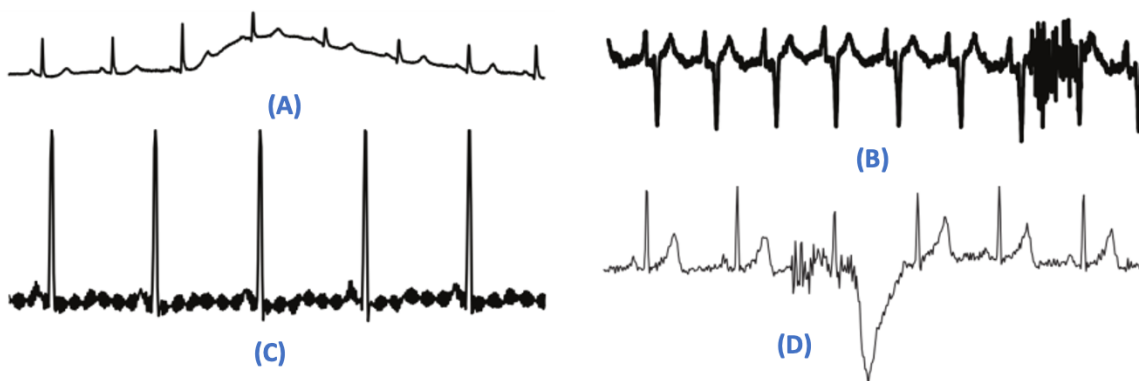
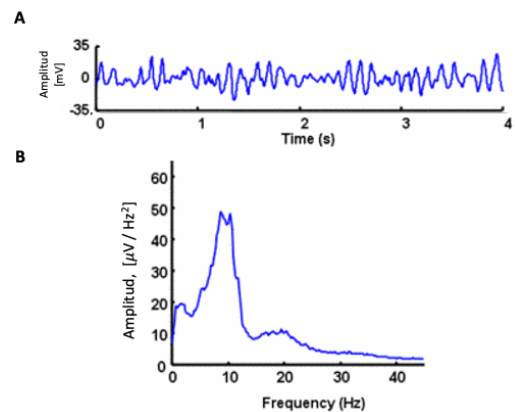
- Behandling med biologiska läkemedel vid reumatoid artrit (RA) har visat sig förbättra symptomen hos cirka 60% av de som lever med RA. Samtidigt är olika biologiska läkemedel kända för att vara mycket kostsamma (cirka 3000\$ per förpackning). Argumentera för och emot användningen av denna behandling ur ett Nyttotetiskt perspektiv. Landa i en ståndpunkt. Argumentera för och emot utifrån ett Pliktetisk perspektiv. Landa i en ståndpunkt. (4p)
- Homeostas är ett viktigt begrepp när man beskriver människokroppen. Vad betyder den och hur reagerar våra olika system om den avviker? Nämn de viktigaste homeostatiska mekanismer och beskriv en av dem i detalj. (5p)
- Rita en grovstruktur för en typisk nervcell. Beskriv funktion av olika delar. (3p)
- Vad är cancer? Förklara olika stadier av cancer och koppla de med mortalitet. Vilka är de framstående cancerbehandlingsmetoderna? (3p)

Fråga 2. Grunder om bioinstrumentering och sensorer (15p)

- Varför finns elektroder och när används de olika typerna (med avseende på placering)? (5p)
- Differentialförstärkare används i biopotentialförstärkare. Vad är speciellt med en differentialförstärkare jämfört med andra förstärkare? Vad är viktigt att tänka på när man designar en differentialförstärkare? (3p)
- Vad är termodilution? Hur utförs den, vilken typ av givare är väsentlig för metoden och vad har den för egenskaper? (7p)

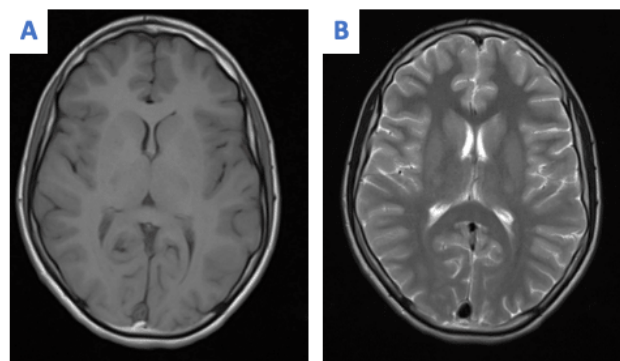
Fråga 3. Medicinsk Signalbehandling (15p)

- Vad är elektrookulografi (EOG) och vilka användningsområden har den? Har vi en annan anledning att registrera EOG än diagnostik? (2p)
- Förklara princip av EEG mätningar.
 - Hur uppstår den elektriska aktiviteten i hjärnan, och hur kan vi praktiskt mäta den för att få rumslig information? Beskriv 10-20 system. (2p)
 - Vilken är den främsta användningen av EEG? (1p)
 - Varför är EEG-analys utmanande? En av mest använda signalbehandlingsmetod för EEG analys är så kallade Independent component analysis (ICA) algorithm. Vi pratar om tre matriser: x = kanaler; u = ICA komponenter och W = 'unmixing' matrix. Vad beskriver dessa matriser och vilken är (matematisk) koppling mellan dem. (4p)
 - Figuren A till höger visar en 4-sekunders EEG signal som var inspelad med en elektrod från en frisk avslappnad försöksperson med slutna ögon. Motsvarande amplitudspektra (figur B) baserat på hela femminutersrekordet avslöjar dominerande aktivitet. Vilken typ av vågen är dominerande och till vilken hjärnaktivitet status är den kopplade till? (2p)
- Bilden nedan visar fyra olika typer av artefakter som ofta förekommer i en EKG signal. Vilka artefakter handlar det om? Vilka signalbehandling metoder kan reducera dessa artefakter? (4p)



Fråga 4. Medicinska bildgivningsmetoder (15p)

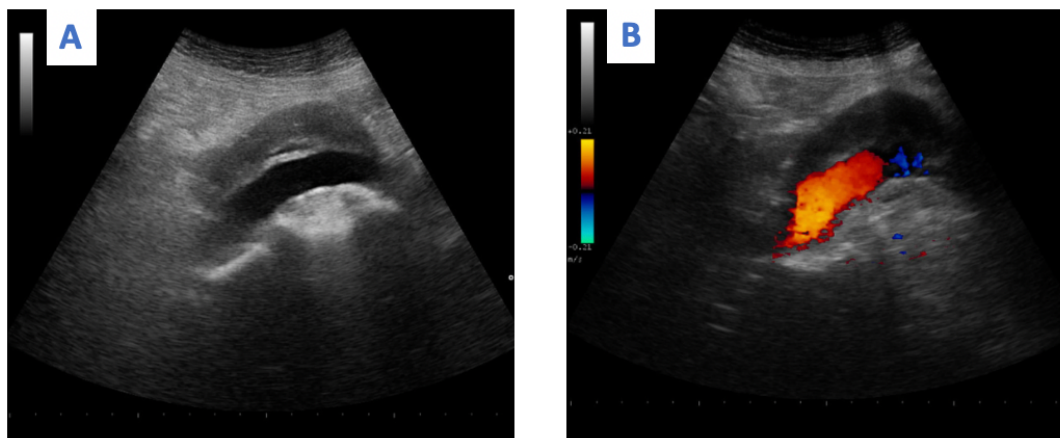
- Vad är relaxation och varför är den viktigt för MR? Kan du hjälpa mig att identifiera vilka av de T1- och T2-viktade sekvenserna som motsvarar de bilder som visas till höger? Svaret ska motiveras. (4p)
- Bilden nedan visar en avbildningsteknik som används för diagnostik och uppföljning av bland annat cancer. Vad föreställer bilden,



och vilken metod används för att skapa den? Beskriv principen bakom metoden och hur bilden produceras. Denna metod används ofta tillsammans med andra avbildningstekniker. Vilka metoder är dessa, och varför kombineras de? (5p)

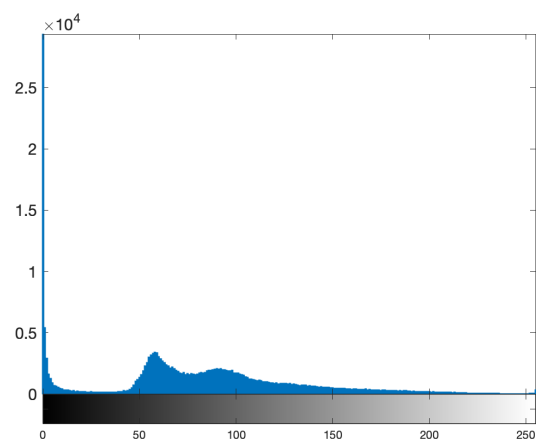
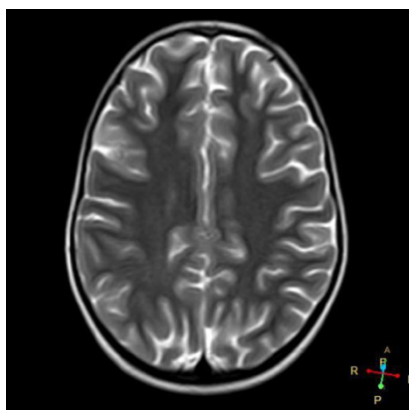


- c) Aortaaneurysm avser artärbräck på aorta, ett tillstånd där blodkärlen vidgas och blodfylls på grund av försvagning av kärlväggen. Vilken avbildningsmetod användes för diagnostik av bilder A och B nedan? Beskriv fysikalisk princip och hur bilderna skapades (6p).



Fråga 5. Bildbehandling (15p)

- a) Nedan ser ni en T2 MRI-bild av ett tvärsnitt av hjärnan med tillhörande histogram. Gråskalan är sådan att 0, (till vänster i histogrammet) motsvarar svart, och 255, (till höger i histogrammet) motsvarar vitt.



Denna bild förändras med olika histogramtransformationer. I bilden nedan ser ni sex olika exempel på överföringsfunktioner. Uppgiften är att para ihop resultatbild med den histogramtransformation som gett upphov till bilden då transformationen utförts på originalbilden. (Det finns alltså två extra transformationer som inte har använts.) För poäng ska svaret motiveras. (6p)

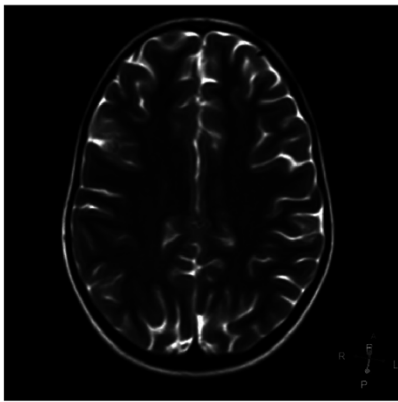
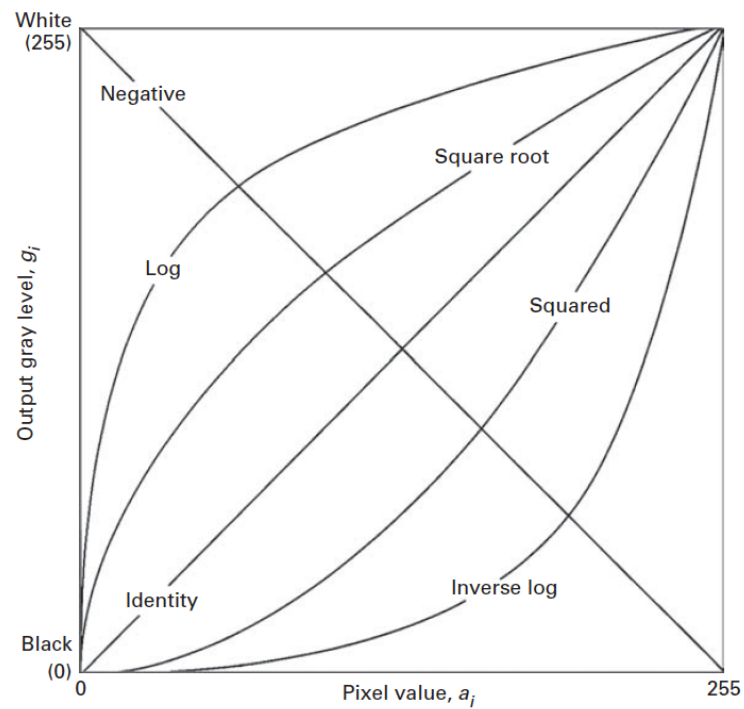


Bild A

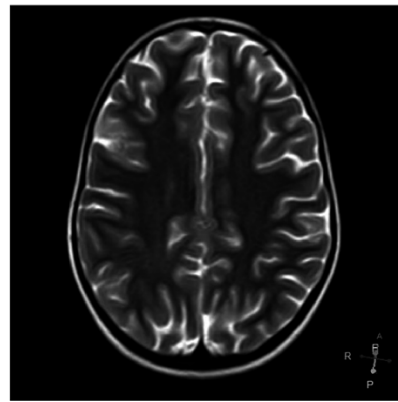


Bild B

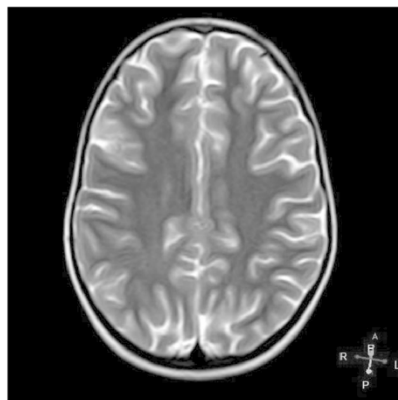


Bild C

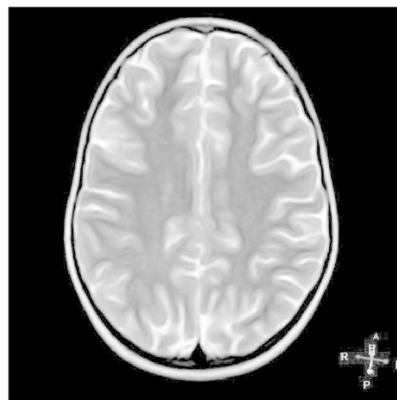


Bild D

- b) Är någon av de sex möjliga histogramtransformationerna i uppgiften ovan exempel på histogramutjämning? Motivera svaret. (2p)
- c) Ett filter beskrivs av matrisen till vänster och en liten bild beskrivs av matrisen till höger här nedan.

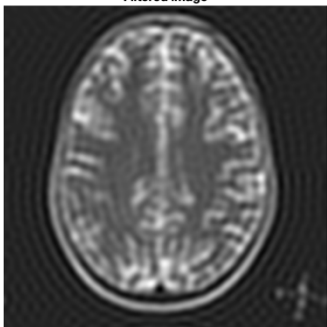
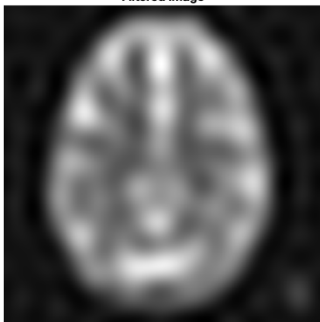
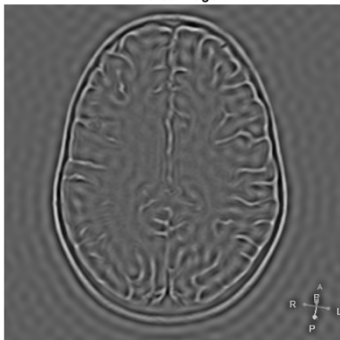
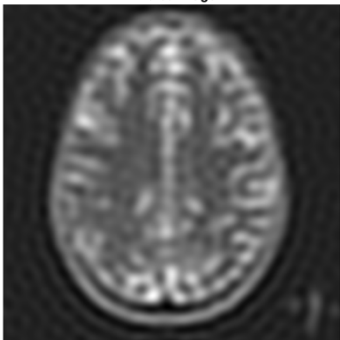
-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

2	5	4	1	2
1	2	2	5	4
4	3	5	2	5
3	3	1	1	5
1	1	2	3	5

Beräkna värdena i de med "x" markerade positionerna i nedanstående resultatbild. (4p)

	x	x	x	
	x	x	x	
	x	x	x	

- d) Originalbilden i uppgift a har filterats med hjälp av Fouriertransformen och därigenom antingen lågpass- eller högpass-filterats. Exempel på filterade bilder finns nedan. Frågan är vilken av bilderna som högpassfilterats. Svaret ska motiveras. (3p)

Bild A		Bild C	
Bild B		Bild D	

Lösningsförlag

Fråga 1. Etik, moral / Anatomi och fysiologi (15p)

Fråga 2. Grunder om bioinstrumentering och sensorer (15p)

a) Varför finns elektroder och när används de olika typerna (med avseende på placering)? (5p)

(0.5) Utgör gränsytan mellan människa och mätsystem – för att kunna mäta och stimulera

(1) Behövs för att strömmarna utgörs av olika saker: elektroner i metaller och joner i kroppen

(0.5) Icke-invasiva vs invasiva

(1) Invasiva: perkutana, implanterade och mikroelektroder

(0.5) Perkutana: nålelektroder, trådelektroder

(0.5) Användningsområde perkutana: kort tid vs lång tid, EMG, ENG, noggranna

(0.5) Användningsområde implanterade: exempel: ögla, CI...

(0.5) Användningsområde mikroelektroder: i celler

b) Differentialförstärkare används i biopotentialförstärkare. Vad är speciellt med en differentialförstärkare jämfört med andra förstärkare? Vad är viktigt att tänka på när man designar en differentialförstärkare? (3p)

(1) Differentialförstärkare förstärker skillnaden mellan signaler och dämpar likasignaler. Den har två ingångar och en utgång. Detta till skillnad från vanliga förstärkare som har en ingång och en utgång, och förstärker den signalen som kommer in.

(2) Man vill ha så högt CMRR som möjligt. CMRR = Common Mode Rejection Ratio. Det fås med en symmetrisk differentialförstärkare. Ett högt CMRR innebär att man har en hög förstärkning av skillnadssignaler och bra dämpning av likasignaler.

c) Vad är termodilution? Hur utförs den, vilken typ av givare är väsentlig för metoden och vad har den för egenskaper? (7p)

(2) Mätning av blodflöde, hjärtminutvolymen (cardiac output).

(1,5) Injicera kall saltlösning på ett ställe (höger förmak) och mäter temperaturkurvan i senare position (lungartären).

(0.5) Använder en PA-kateter. (PA = pulmonary artery)

(1) Katetern flyter till rätt position med hjälp av en liten ballong.

(0.5) En variant av termodilution där man inte går genom hjärtat: transpulmonary thermodilution. Injicera i ven nära höger förmak, mät temperatur i artär efter lungorna.

(0.5) Temperaturen mäts med en termistor.

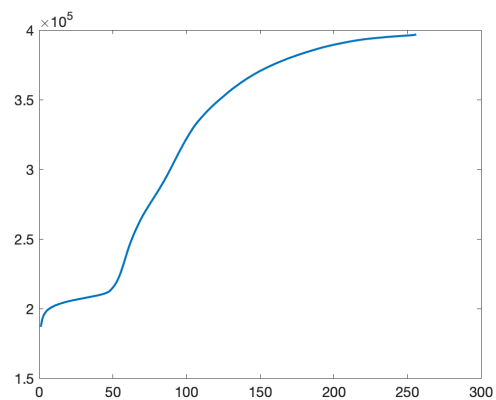
(1) Termistorn ändrar resistans med temperatur.

Fråga 3. Medicinsk Signalbehandling (15p)

Fråga 4. Medicinska bildgivningsmetoder (15p)

- A - Inverse Log (Färgskalan i bilden har blivit mycket mörkare. Inverse log transformeringen gör att färgerna återges mörkare än i originalbilden)
B - Squared (Färgskalan i bilden har blivit mycket mörkare, men inte så mörk som i bild A.
C – Square root (Färgskalan i bilden har blivit mycket ljusare, men inte så ljus som i bild D)
D - Log (Färgskalan i bilden har blivit mycket ljusare)

- b) Ingen av transformationerna är exempel på histogramutjämning. Histogramutjämningen görs med det kumulativa histogrammet som överföringsfunktion. Det kumulativa histogrammet tas fram utifrån originalbildens histogram. Originalbildens histogram visas i uppgiftsformuleringen och en uppskattning därifrån av hur det kumulativa histogrammet ser ut ger att ingen av transformeringarna motsvarar histogramutjämning. Man kan uppskatta att det kumulativa histogrammet skulle ha en snabbt hopp upp vid $x=0$, därefter långsamt öka, för att vid $X=50$ återigen öka, med en ökningstakt som avtar mot $X=256$. En exakt beräkning av det kumulativa histogrammet ses här till höger.



- c) Övre vänstra hörnet beräknas som
 $x = 1*2 + 1*5 + 1*4 + 0*1 + 0*2 + 0*2 + (-1)*4 + (-1)*3 + (-1)*5 = -1$
Övre raden i mitten
 $x = 1*5 + 1*4 + 1*1 + 0*2 + 0*2 + 0*5 + (-1)*3 + (-1)*5 + (-1)*2 = 0$
Osv. ger:

	-1	0	-5	
	-2	4	4	
	8	4	2	

- d) Bild B har högpasfilterats. Man ser i bilden hur endast kantinformationen finns kvar, resten är jämngrått. Bild A, C, D är alla lite suddigare än originalbilden och är alltså lågpasfilterade.

Fråga 5. Bildbehandling (15p)