

Oppgave 1.a

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{3(\mu'_s + \mu_a)\mu_a}}$$

Simple_model.py

```
red_wavelength = 600
green_wavelength = 515
blue_wavelength = 460
```

```
pen_depth=np.sqrt(1/(3*mua*(musr+mua)))
print(pen_depth)
-> [0.0015696, 0.00087492, 0.00059616]
```

Musr, mua [1/m]

Rød = 0.0015696 m

Grønn = 0.00087492 m

Blå = 0.00059616 m

Wavelength [nm]	R	G	B	Wavelength [nm]	R	G	B	Wavelength [nm]	R	G	B
400	0.00	0.00	0.00	500	0.80	0.80	0.00	600	0.00	0.00	0.00
405	0.00	0.00	0.00	505	0.80	0.80	0.00	605	0.00	0.00	0.00
410	0.00	0.00	0.00	510	0.80	0.80	0.00	610	0.00	0.00	0.00
415	0.00	0.00	0.00	515	0.80	0.80	0.00	615	0.00	0.00	0.00
420	0.00	0.00	0.00	520	0.80	0.80	0.00	620	0.00	0.00	0.00
425	0.00	0.00	0.00	525	0.80	0.80	0.00	625	0.00	0.00	0.00
430	0.00	0.00	0.00	530	0.80	0.80	0.00	630	0.00	0.00	0.00
435	0.00	0.00	0.00	535	0.80	0.80	0.00	635	0.00	0.00	0.00
440	0.00	0.00	0.00	540	0.80	0.80	0.00	640	0.00	0.00	0.00
445	0.00	0.00	0.00	545	0.80	0.80	0.00	645	0.00	0.00	0.00
450	0.00	0.00	0.00	550	0.80	0.80	0.00	650	0.00	0.00	0.00
455	0.00	0.00	0.00	555	0.80	0.80	0.00	655	0.00	0.00	0.00
460	0.00	0.00	0.00	560	0.80	0.80	0.00	660	0.00	0.00	0.00
465	0.00	0.00	0.00	565	0.80	0.80	0.00	665	0.00	0.00	0.00
470	0.00	0.00	0.00	570	0.80	0.80	0.00	670	0.00	0.00	0.00
475	0.00	0.00	0.00	575	0.80	0.80	0.00	675	0.00	0.00	0.00
480	0.00	0.00	0.00	580	0.80	0.80	0.00	680	0.00	0.00	0.00
485	0.00	0.00	0.00	585	0.80	0.80	0.00	685	0.00	0.00	0.00
490	0.00	0.00	0.00	590	0.80	0.80	0.00	690	0.00	0.00	0.00
495	0.00	0.00	0.00	595	0.80	0.80	0.00	695	0.00	0.00	0.00
500	0.00	0.00	0.00	600	0.80	0.80	0.00	700	0.00	0.00	0.00

Oppgave 1.b

litt fra tuppen, cirka 1.0 cm - 1.2 cm

Tuppen, cirka 0.6 cm - 0.8 cm

Hva slags fingerdybde har du probet??

11	percent_(red06) := func_(red)(0.6*10^-2)
≈	percent_red06 := 0.0218702072
12	percent_(green06) := func_(green)(0.6*10^-2)
≈	percent_green06 := 0.0010512558
13	percent_(blue06) := func_(blue)(0.6*10^-2)
≈	percent_blue06 := 0.0000425678
14	percent_(red08) := func_(red)(0.8*10^-2)
≈	percent_red08 := 0.006116043
15	percent_(green08) := func_(green)(0.8*10^-2)
≈	percent_green08 := 0.0001068918
16	percent_(blue08) := func_(blue)(0.8*10^-2)
≈	percent_blue08 := 0.0000014863
17	percent_(red10) := func_(red)(1.0*10^-2)
≈	percent_red10 := 0.0017103625
18	percent_(green10) := func_(green)(1.0*10^-2)
≈	percent_green10 := 0.0000108688
19	percent_(blue10) := func_(blue)(1.0*10^-2)
≈	percent_blue10 := 5.1896193252 · 10^-8
20	percent_(red12) := func_(red)(1.2*10^-2)
≈	percent_red12 := 0.000478306
21	percent_(green12) := func_(green)(1.2*10^-2)
≈	percent_green12 := 0.0000011051
22	percent_(blue12) := func_(blue)(1.2*10^-2)
≈	percent_blue12 := 1.8120183967 · 10^-9

Oppgave 1.c

En penetrasjonsdybde er hvor langt inn den går (tror jeg)

En penetrasjonsdybde

Rød = 0.0015696 m

Grønn = 0.00087492 m

Blå = 0.00059616 m

Betraktninger om probet dybde For å gi et inntrykk av probet dybde, anta at uttrykket $\exp(-Cz)$ fra (4) kan måle hvor som er igjen av et lite energibidrag fra lyskilden over en avstand z i mediet. Skal et energibidrag som når ned til dybden d gå ut igjen som reflektans, må det totalt traversere over en lengde $2d$ (se figur 8). Av dette bidraget er det igjen $\exp(-2Cd)$.

Oppgave 1.d

$$T = \exp(-Cd)$$

$$C = \sqrt{3\mu_a(\mu'_s + \mu_a)}$$

bvf = 1.00 # Blood volume fraction

pen_depth=[1.59409579e-04 5.07779036e-05 2.87328947e-05]

bvf = 1.00

→

Rød=0.152293664

Grønt=0.0027173948

Blått=0.000029210140

$$T = \exp(-Cd) = \exp(-\frac{d}{s})$$

bvf = 0.01

→

Rød=0.8260240

Grønt=0.709717

Blått=0.604580

$$\rightarrow k = \frac{T_{Hag} - T_{lav}}{T_{lav}} =$$

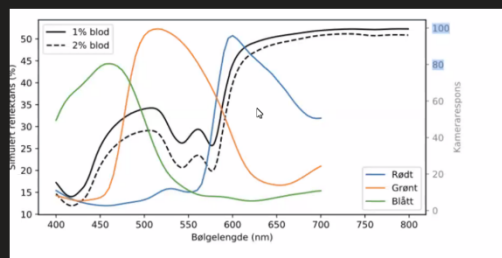
Rød=0.815630

Grønn=0.99617

Blått=0.99995

Oppgave 1.e

Endring av oksygenmetning må forstyrre minst mulig. Da bør bølgelenge på krysningspunkt, da er puls uavhengig av oksygennivå



Viser refleksjon av lys fra hud med ulikt blodinnhold. Den mest lovende er den grønne kanalen. Her ser det ut som håp for godt signal

Rødt er høy sensitivitet og høy mengde reflektert lys

For å måle puls må det langt nok inn for å treffe blodkar, da fungerer rødt best

Vi ser størst endring i den blåe og grønne kanalen. (endring er bra)

Den grønne kanalen er mest sannsynlig den som fungerer best. Men kan variere.

Til refleksans - den røde kanalen

Til transmisjon - den grønne?

Det vil være cirka samme simulering for refleksans og transmisjon?

Oppgave 2

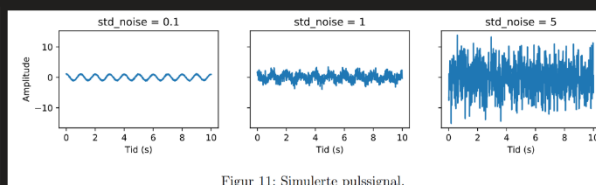
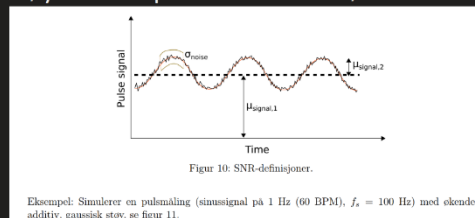
1.3 SNR i pulssammenheng

2. SNR i pulssammenheng. Maksamplitude i pulssignalet delt på standardavviket til støyen i pulssignalet, $\mu_{\text{signal}} / \sigma_{\text{pulsnoise}}$. Uttrykker kvaliteten på pulssignalet, hvor begravd pulssignalet er i støy, hvor lett det er å estimere puls. Interessesignalet er pikselvariasjonen knyttet til puls.

Definisjon 2 ville vært nyttig for å si noe om selve pulssignalet. SNR-definisjonen over forutsetter et estimat på pulssignalsamplitude og støystandardavvik. Dette vil gli over i hverandre i tidsdomenet for lave SNR-verdier.

1.3.1 SNR i frekvensdomenet

En mulig løsning på dette problemet er å ty til FFT, og mer klart definere hva som er signal og hva som er støy ved å se på ulike frekvensbøtter.



Her er det lett å se at den første målingen har best kvalitet, og den siste dårligst. Signalene har kjent amplitude og støystandardavvik, og gir SNR-verdier på 10.0, 1.0 og 0.2 for økende grad av støy. SNR-verdiene kan brukes til å evaluere relativ kvalitet på målingene, men forutsatte at vi kjente pulsamplitude og støykarakteristikk.

Anta at pulsfrekvensen allerede er estimert ved hjelp av en eller annen metode. Vi kjenner altså hvilken frekvensbøtte pulssignalet burde ligge i etter at vi har tatt FFT. Denne er synlig som en smal topp i FFT-spekteret. Verdien her gir oss noe som er proporsjonalt med amplituden i signalet. I alle andre frekvensbøtter kan vi anta at vi bare har ulike komponenter av støyen, og estimerer derfor støyamplitude.

Om vi bruker amplituden fra interessefrekvensbøtten(e), og måler dette mot frekvensbøttene med støysignal vi ikke er interessert i, bør vi få et robust estimat på SNR. Eksempel:

$SNR = \text{sum}(\text{frekvensbøtter med signal}) / \text{sum}(\text{frekvensbøtter med støy})$ (snitt kan også brukes)

I tilfellet over gir en sum følgende verdier for økende støystandardavvik: 0.36, 0.035, 0.0079, og gir mening ut ifra kvaliteten på målingene.

Men da har vi også inkludert frekvensbøtter med støy, og støyen har mye energi for $\text{std_noise} = 5$. Samme SNR-definisjon som over vil gi følgende tall: 1.43, 0.55, 0.57, men den siste målingen har åpenbart ikke høyere SNR enn den midterste målingen. Problemet her er at støyamplituder inkluderes i målet på interessesignalet, og ender opp med å gi en sammenligning mellom epler og bananer. Vær obs på hvilke frekvensbøtter som plukkes ut for sammenligning.

Andre hensyn i en reell målesituasjon Pulssignalet er egentlig ikke et sinussignal, men kommer til å bestå av flere komponenter. Du måler et biologisk system, og pulssignalet kan endre frekvens underveis i målingen. Interessesignalet kan derfor være litt bredere i frekvensplanet, og ikke bare bestå av én frekvenskomponent. Harmoniske kan også forekomme. Tilleggs signaler kan dukke opp, slik som pustefrekvens, bevegelse. Det kan derfor være vel verdt å være obs på at antakelsen om at alle andre frekvensbøtter kun inneholder støy ikke nødvendigvis er helt riktig. De inneholder rettignok som regel signaler du ikke er interessert i, så kan gå som "støy". Men har du for eksempel bevegelse som modulerer signalet, kan dette ha kraftig utslag i FFT-spekteret ditt, og det kan bli rart å regne ut SNR fra dette. Husk å sjekke tallene, og sjekk at måten å regne SNR på gir mening.

Bruk en fast frekvens for pulsfrekvensen når du regner ut SNR. Pulsfrekvensen har du estimert med andre metoder, og du skal evaluere hvor mye signal denne frekvensen har, relativt til alle de andre signalene du ikke er interessert i i pulsmålingen.

Om det ikke er mulig å estimere pulsfrekvens fra en gitt fargekanal, bruk pulsfrekvensen estimert fra en av de andre kanalene for å kunne si noe om SNR i den "umulige" fargekanalen

1.3.2 Avsluttende bemerkninger om SNR

Meningen med SNR-beregningene er å bruke det som et verktøy for å sammenligne målinger, og kunne kvantisere "dårlig pulsmåling" med et tall. Tallet må gi mening for at det skal være noen nytte i det. Viser det seg å være problemer med metoden, kan det diskuteres i sluttrapport.

For det meste kommer mengden støy til å endre seg lite fra måling til måling og fargekanal til fargekanal. Det som vil endre seg er amplituden på pulsiutslaget, som påvirkes av biooptikken som er forklart tidligere. Om støyen kan verifiseres å være konstant, kan det være like greit å sammenligne basert på pulsamplitude alene.

Topp + 1 Hz? Eller kanskje bare toppen mot resten, og snittet av resten?