

Ultraäänikuvauksen toimintaperiaate ja puheartikulaation mittaaminen a.k.a. UltraLuento 1.

Pertti Palo

16. Huhtikuuta 2021

Kuka tää tyyppi on?



- ▶ Pertti Palo
- ▶ Minulla on pari tutkintoa Otaniemestä ja viimeisimpänä fonetiikan tohtorin paperi.
- ▶ Puhun sujuvaa foneetikkoa ja insinööriä, ja tiedän paljon puheen mittaus- ja analyysimenetelmistä.

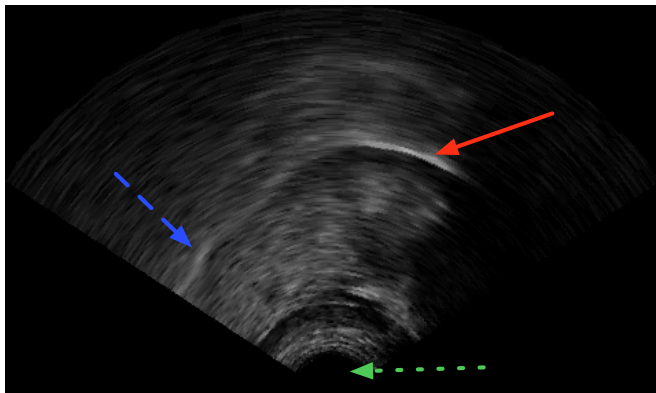
Mitä tuleman pitää?

- ▶ 1. Luento: Puheartikulaation mittaaminen ultraäänellä
 - ▶ Yleistä
 - ▶ Fyysinen toimintaperiaate
 - ▶ Miltä kuva näyttää?
 - ▶ Tallennusession vaiheet
- ▶ 1. Luento: Ultraäänikuvauksen toimintaperiaate ja ominaisuudet
 - ▶ Etuja
 - ▶ Rajoitteita: Menetelmä ja ihmiset
 - ▶ Kysellään
- ▶ 2. Luento: Ultraäänikuvauksella tallennetun puhemateriaalin analyysi
 - ▶ Analyysimenetelmien esittely
 - ▶ Analyysiesimerkki

Johdanto ultraäänikuvaukseen menetelmänä

Yleistä I

- Kasvavassa suosiossa puheentutkimuksen parissa.
- Puheterapiassa potentiaalisesti hyödyllinen paitsi välittömän palautteen annossa (osuiko liike oikeaan paikkaan) myös tuomassa terapeutille lisätietoa erityisesti piilovirheistä.



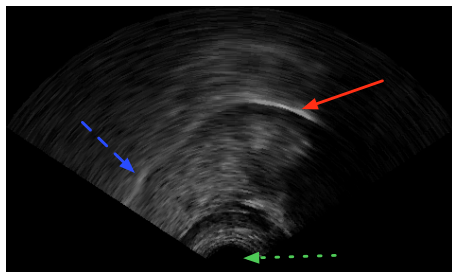


- ▶ Lääketieteellisessä ultraäänikuvantamisessa antureilla ja niiden erilaisilla ominaisuuksilla on tärkeä rooli.
- ▶ Ne ovat lähetin-vastaaanottimia, jotka sekä tuottavat että havaitsevat ultraääntä piezosähköisten kiteiden avulla.
- ▶ Laitteiden käyttämä ultraääni on hyvin korkeataajuista: 2-12 MHz ($1 \text{ MHz} = 1000 \text{ kHz} = 1 \text{ miljoona Hz}$, vrt. ihmisen kuulon yläraja 20 kHz).



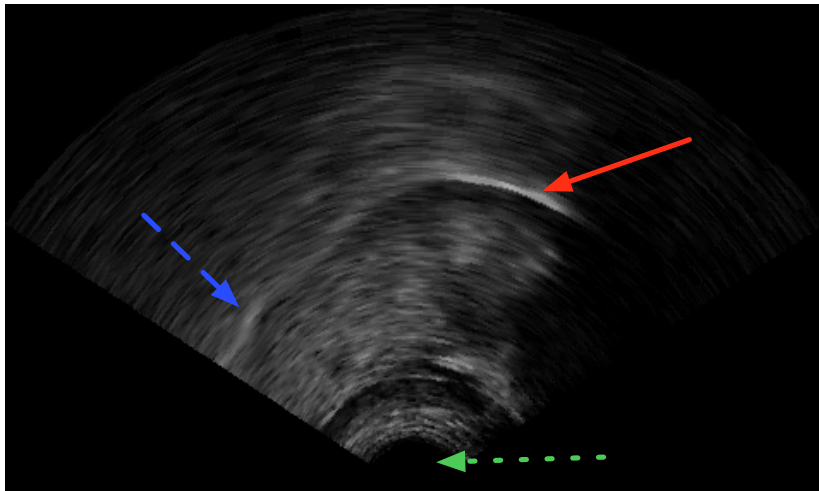
Fyysinen toimintaperiaate

- ▶ Ultraääniäallot kulkevat pehmeän kudoksen läpi ja heijastuvat takaisin erilaisista rajapinnoista.
- ▶ Voimakkainta heijastus on kun väliaineen äänennopeus laskee jyrkästi - kieltä kuvantaessa siis kun aalto saapuu kielen ja ilman rajapintaan suussa.
- ▶ Heikointa heijastus on kun väliaineen äänennopeus nousee jyrkästi. Tämän takia luut näkyvät mustina varjoina kuvassa. Niistä ei palaa kaikuja anturin kuultavaksi.



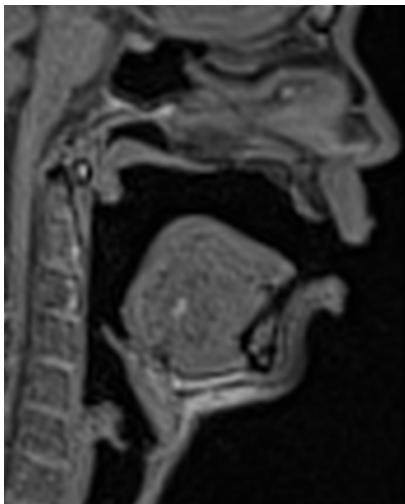
Miltä kuva näyttää? I

Tavallinen – kohtuu selkeä – ultraäänikuva kielestä



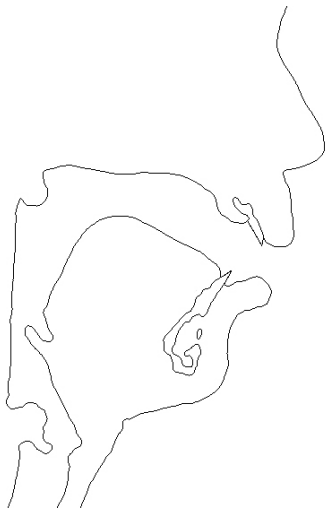
Miltä kuva näyttää? II

Sivupolku: MRI kuva – ei siis ultraäänikuva



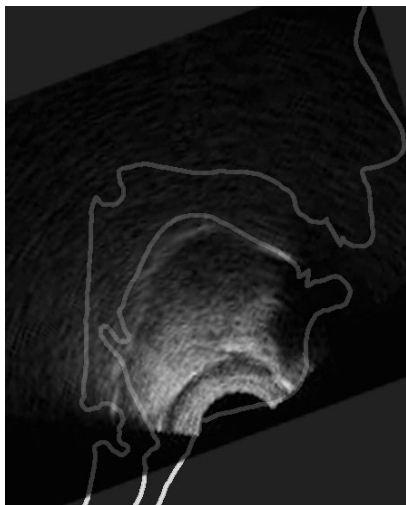
Miltä kuva näyttää? III

Sivupolku: MRI kuvasta erotetut kudosaäriviivat ja arvaamalla lisätyt hampaat



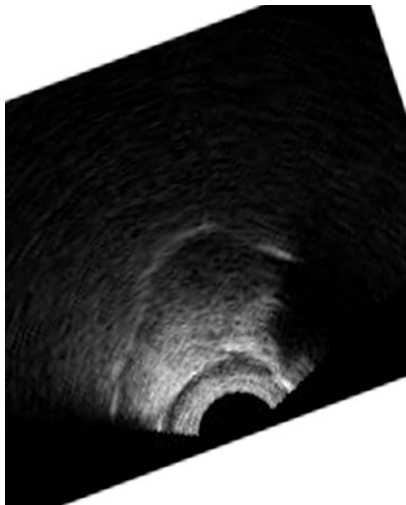
Miltä kuva näyttää? IV

Kierretyn ultraäänikuvan päälle lisätty MRI:stä saatu anatomia



Miltä kuva näyttää? V

Ultraäänikuva 'oikeassa' asennossa (ei tosin sama kuva kuin alunperin)



Tallennusession vaiheet

- ▶ Puhdista kaikki.
 - ▶ Laite on lääketieteellinen koje ja ihmiset ovat likaisia (ja korona tappaa).
 - ▶ Aloita pesemällä omat kädet.
- ▶ Kerro osallistujalle/asiakkaalle kuinka tutkimus etenee, hoida paperihommat, näytä heille kuinka kaikki toimii.
- ▶ Sovita kypärä osallistujalle päähän.
- ▶ Tallenna data.
- ▶ Kerro osallistujalle, että hänestä on ollut paljon apua ja auta häneltä kypärä päästä.
- ▶ Muista antaa käsipyyhkeitä sinisen töhnän poistamiseen leuasta.
- ▶ Puhdista kaikki.

Lyhyt tauko (5 min)

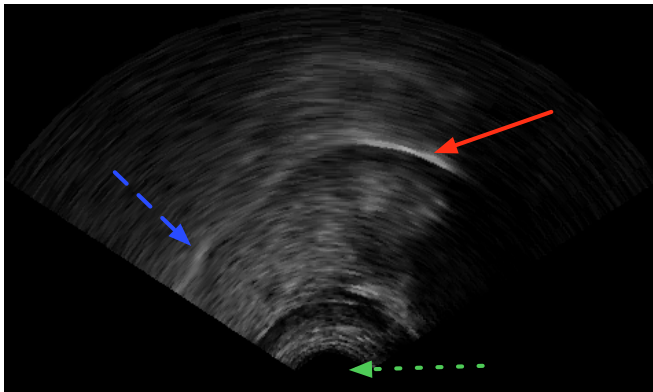
Puheartikulaation mittaaminen ultraäänellä

Etuja I

- ▶ Ultraäänikuvantaminen on hyvin turvallista kun laitetta käytetään matalalla tehotasolla.
- ▶ Ei vaadi ihmeempiä osallistujilta kunhan tallennussessiot eivät ole pitkiä.
- ▶ Helppokäyttöinen – alkuun tosin laitteiston asentaminen vaatii työtä.
- ▶ Suhteellisen halpa hankintahinta ja hyvin halvat käyttökustannukset.

Etuja II

- Hyvä aikaresoluutio: Puhekäytössä tavanomaiset laitteet tuottavat kuvia 20-120 Hz taajuudella (ja erityisen hyvät laitteet jopa 400 Hz taajudella).
- Paikkaresoluutiokin on hyvä, mutta monimutkaisempi suure, koska resoluutio ei ole vakio kuvan sisällä.

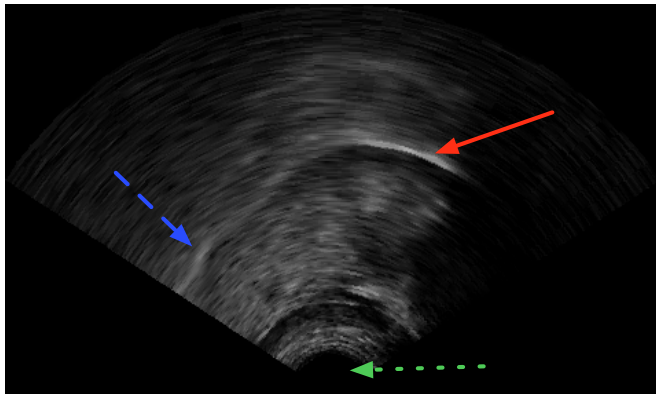


Rajoituksia I: Kuvanlaatu

- ▶ Aikaresoluutio on kääntäen verrannollinen paikkaresoluutioon.
- ▶ Resoluutio ja kuvanlaatu riippuvat käytetystä ultraäänen taajuudesta: Matalat taajuudet läpäisevät kudokset hyvin, mutta tuottavat huonomman paikkaresoluution; korkeat taajuudet tuottavat paremman resoluution, mutta eivät läpäise kudoksia kovin syvälle.
- ▶ Erityisesti tottumattomille silmille kuvat ovat suttuisia.
- ▶ Suttuisuus johtuu suurelta osin kertautuvista kaiuista, kun ultraääniaalto heijastelee kudoksen sisällä eri rajapinnoista.

Rajoituksia II: Mitä ylipäättään voidaan kuvata

- ▶ Kaikkia anatomisia rakenteita ei voi kuvantaa ultraäänellä.
- ▶ Yleensä mistään, mikä on ilma- tai luun takana ei saada kuvaa.
- ▶ Monimutkaiset rakenteet kudosten sisällä voivat tehdä kuvien tulkitsemisesta hyvin vaikeaa.



Rajoituksia III: Menetelmä ja ihmiset

Anturin vakauttamiseen käytetään erilaisia menetelmiä. Niistä ehkä yleisin on kypärä.

Vanha kypärä – painaa paljon



Uusi kypärä – paljon kevyempi



Rajoituksia IV: Osallistujien valinta

- ▶ Pienet lapset eivät voi käyttää kypärää ja lapset ylipäänsä liikkuvat paljon.
- ▶ Anturia voidaan pitää kädessä, mutta käsin vakautettu data on vaikeampaa analysoida.
- ▶ Suuripäiset, erityisesti suurikieliset ihmiset kuvantuvat huonosti.
- ▶ Suuri määrä rasvakudosta leuan alla tekee kuvantamisesta haastavaa.
- ▶ Ikä lisää kiinnikkeiden määrää mm. kielen sisällä. Kiinnikkeet aiheuttavat suttua kuvassa.

Kyselkää

Kirjallisuutta ja kiitokset

- ▶ Steve Cowen: AAA:n käyttöapu ja kuva minusta.
- ▶ Felix Schaeffler: lepakkokuva.
- ▶ Alan Wrench: AAA:n käyttöapu ja laitteistokuvat.