

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

Pertti Palo

8. Huhtikuuta 2020

Kuka tää tyyppi on?



- ▶ Pertti Palo
- ▶ Minulla on pari tutkintoa Otaniemestä ja viimeisimpänä fonetiikan tohtorin paperi.
- ▶ Väitöskirjani tärkein datankeruumenetelmä oli kielen ultraäänikuvantaminen.
- ▶ Olen myös tehnyt hieman menetelmäkehitystä kieliultraäänidatan analyysin parissa.

Mitä tuleman pitää?

- ▶ 1. Luento: Puheartikulaation mittaaminen ultraäänellä
 - ▶ Johdanto
 - ▶ Etuja
 - ▶ Rajoitteita: Menetelmä ja ihmiset
 - ▶ Tallennussession vaiheet
- ▶ 1. Luento: Ultraäänikuvauksen toimintaperiaate ja ominaisuudet
 - ▶ Fyysinen toimintaperiaate
 - ▶ Miltä kuva näyttää?
 - ▶ Miltä video näyttää?
 - ▶ Kokeillaan ja kysellään - paitsi että kukaan meistä ei nyt voi käyttää laitetta, joten kysellään pelkästään

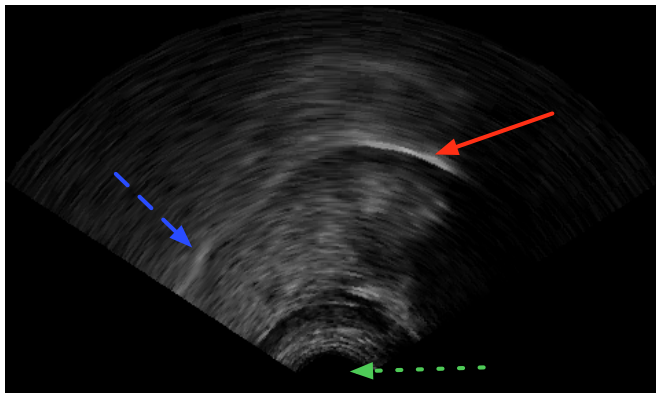
...ja ensi viikolla?

- ▶ 2. Luento: Ultraäänikuvauksella tallennetun puhemateriaalin analyysi
 - ▶ Analyysimenetelmien esittely
 - ▶ Analyysiesimerkki

Puheartikulaation mittaaminen ultraäänellä

Johdanto I

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





- ▶ Lääketieteellisessä ultraäänikuvantamisessa antureilla ja niiden erilaisilla ominaisuuksilla on tärkeä rooli.
- ▶ Ne ovat lähetin-vastaaanotimia, jotka sekä tuottavat että havaitsevat ultraääntä. Niiden toiminta perustuu piezosähköisistä kiteistä rakennettuun hilaan.
- ▶ Laitteiden käyttämä ultraääni on hyvin korkeataajuista: 2-12 MHz (1 MHz = 1000 kHz = 1 miljoona Hz).



Etuja

- ▶ Ultraäänikuvantaminen on hyvin turvallista kun laitetta käytetään matalalla tehotasolla.
- ▶ Helppokäyttöinen – alkuun tosin laitteiston asentaminen vaatii työtä.
- ▶ Ei vaadi ihmeempiä osallistujilta kunhan tallennussessiot eivät ole pitkiä.
- ▶ Suhteellisen halpa hankintahinta ja hyvin halvat käyttökustannukset.
- ▶ Hyvä aikaresoluutio: Puhekäytössä tavanomaiset laitteet tuottavat kuvia 20-120 Hz taajuudella (ja erityisen hyvät laitteet jopa 400 Hz taajuudella).
- ▶ Paikkaresoluutiokin on hyvä, mutta monimutkaisempi suure kun kyseessä on ultraäänikuvantaminen.

Rajoituksia I: Menetelmä itsessään

- ▶ Kuvanlaadulla on rajoituksia:
 - ▶ 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 ultraäänialto heijastelee kudoksen sisällä eri rajapinnoista.
- ▶ Kaikkia anatomisia rakenteita ei voi kuvantaa ultraäänellä.
 - ▶ Yleensä mistään, mikä on ilma- tai luuta ei saada kuvaa.
 - ▶ Monimutkaiset rakenteet kudosten sisällä voivat tehdä hyvin vaikeaksi tulkita kuvia..

Rajoituksia II: Menetelmä ja ihmiset

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

Vanha kypärä – painaa paljon



Uusi kypärä – paljon kevyempi



Rajoituksia III: Ihmiset

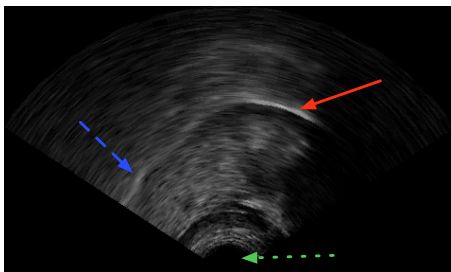
- ▶ Osallistujien valinta:
 - ▶ Pienet lapset eivät voi käyttää kypärää ja lapset ylipäänsä liikkuvat paljon.
 - ▶ Anturia voidaan pitää kädessä, mutta käsin vakautettu data on vaikeampaa analysoida.
 - ▶ Suuripäiset, erityisesti suurikieliset ihmiset kuvantuvat huonosti.
 - ▶ Suuri määrä rasvakudosta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

Lyhyt tauko (5 min)

Ultraäänikuvauksen toimintaperiaate ja ominaisuudet

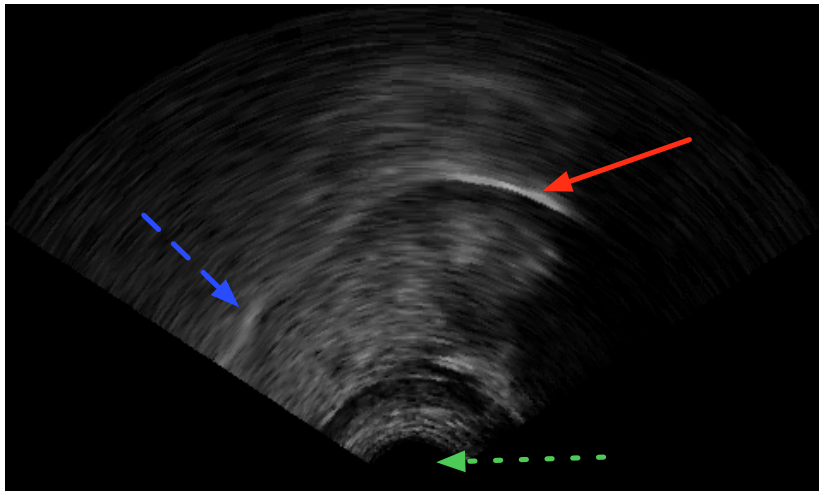
Fyysinen toimintaperiaate

- ▶ 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.



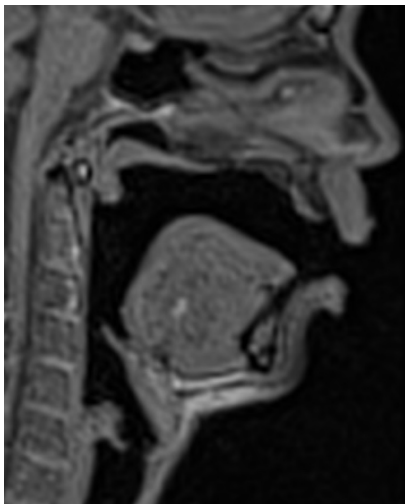
Miltä kuva näyttää? I

Tavallinen – kohtuu selkeä – ultraäänikuva kielestä



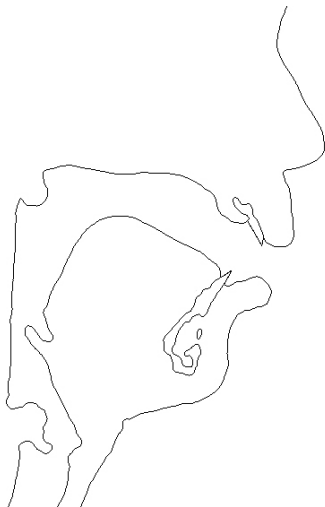
Miltä kuva näyttää? II

Sivupolku: MRI kuva – ei siis ultraäänikuva



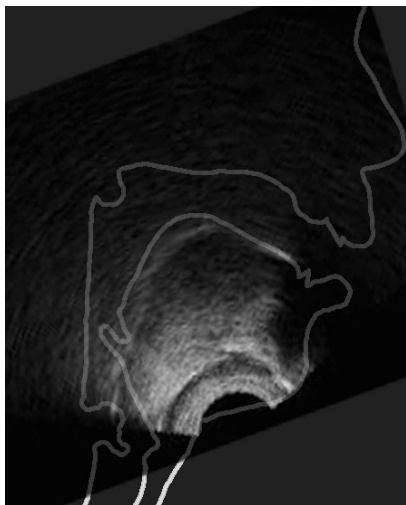
Miltä kuva näyttää? III

Sivupolku: MRI kuvasta erotetut kudosaäriiviivat ja arvaamalla lisätyt hampaat



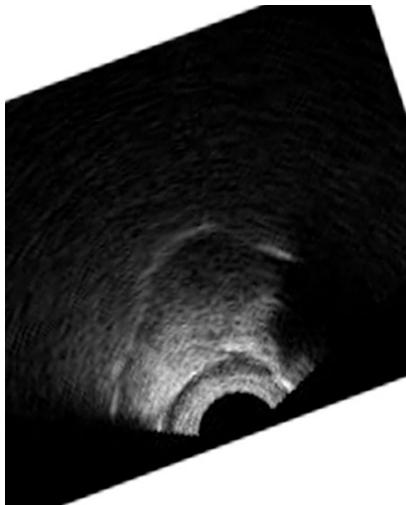
Miltä kuva näyttää? IV

Kierretyn ultraäänikuvan päälle lisätty MRI:stä saatu anatomia



Miltä kuva näyttää? V

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



Miltä video näyttää?

Katsotaan AAA:ssa esimerkkejä.

Tallennussession 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.

Kyselkää

Kirjallisuutta ja kiitokset

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