



# Reserapport

Vinay Nagaraj, Jon Øygarden  
Taho City, USA, 15-18 augusti 2018

Reisebrev fra IHCON2018.

Konferansen var delt inn i 8 temaområder. Nytt av året var at posterne som har en sentral plass på IHCON også ble fordelt etter disse områdene. Reisebrevet vårt er også inndelt etter de samme temaområdene.

### Keynote Address

Nima Mesgarani fra Columbia University, USA hadde keynotepresentasjonen på åpningskvelden med tittel *Brain-controlled assistive hearing technologies: Challenges and opportunities*. Han var opptatt av kompleksiteten i de auditive nervebaner med økningen fra rundt 20000 sanseceller i cochlea til 10000000 nevroner i auditive cortex og at man måtte prøve å dra nytte av den behandlingen som skjer i dette systemet. Han skisserte tre mulige anvendelser: 1. Tale nevroproteser som sikter mot å etablere en direkte kommunikasjonskanal fra hjernen. 2. Auditiv oppmerksomhetsdekoding hvor likheten mellom en lytters hjernebølger og kildene i de akustiske omgivelser blir benyttet til å identifisere kilden som får oppmerksomhet. Og 3. økt talepersepsjon ved elektrisk hjerne stimulering. Han fremhevet at senere års framskritt innen dype læringsmodeller åpnet nye muligheter for å dra nytte av disse teknikkene. Men fortsatt er det utfordringer på grensesnittet, best med invasive løsninger men man kan oppnå en del med overflateelektroder.



### Physiologically Steered Hearing Devices

Volker Hohmann og hans kolleger fra Oldenburg universitet har gjort viktig forskning innen mikrofonteknologi. De presenterte tema om *Decoding auditory attention from eye gaze*. Høreapparater bruker en rekke multi-mikrofon algoritmer for å hjelpe til med spatial selektivitet. Flere tilnærminger er blitt foreslått for å gi brukeren forbedrede signaler for forbedret akustisk kommunikasjon. Teknikker har blitt utviklet ved hjelp av biosignaler, inkludert EEG- og hodet- og øyebevegelsessensorsignaler. I denne studien, deltakere

hadde å fortelle farge og nummer uttalt av høyttaleren som sa søkeordet "Goethe", dvs. deltakeren måtte styre spatial oppmerksomhet mot retningen til målhøyttaleren. Resultatene viser at svarene aldri ble korrigeret når deltakere indikerte retningen for målhøyttaler feil, og støtter synspunktet om at spatial oppmerksomhet er en viktig faktor ved dekodning av komplekse stimuli.

Graham Naylor fra universitet I Nottingham presenterte '*On the role of head movements and beam width when listening through a gazecontrolled acoustic beamformer*'. De markerte betydningen av retningsmikrofoner på tale-oppfattelseevnen i nærvær av bakgrunnsstøy. Både retningsaspekter og signal-støyforhold ble variert for å måle taleforståelighet. I studien ble orienteringen av virtuelle beamformer variert enten ved horisontal hodet + øye blikkvinkel (GAZE) eller hode vinkel (HEAD). Det ble observert at når målstimuli (tale) forblir statiske var taleforståelighet bedre med GAZE enn med HEAD-kontroll. Når målstimuli endret sted, gikk ytelsen betydelig ned. Studien fremhever fremskrittene innen retningsmikrofoner, men den praktiske bruken av en slik teknologi trenger ytterligere validering i forbindelse med øyestyrt mikrofoner.

Simon Doclo fra Oldenburg universitet snakket om '*Cognitive-driven binaural speech enhancement system for hearing aid applications*'. Det ligger flere metoder for å identifisere 'target speaker' i et variert akustisk miljø. Metoden for auditiv attention dekodning (AAD) ble undersøkt for forskjellige akustiske forhold (anechoic, reverberant, støyende, reverberant-støyende). Målet med studien var å forbedre 'target speaker' forhold i et støyende og herskende miljø. Et kognitivt drevet taleforbedringssystem ble brukt. Studien fører oss til å forstå relasjonen mellom det kognitivt drevne taleforbedringssystemet og taleforståelsen i varierte akustiske forhold.

Tao Zhang et al. fra Starkey presenterte '*A joint auditory attention decoding and adaptive binaural beamforming algorithm for hearing devices*'. Et av de største problemene for høreapparatbrukere er å forstå tale i støy. Høreapparatets teknologi er hovedsakelig basert på at målstimuli (tale) er foran og uønskede stimuli (støy) kommer fra baksiden. Under slike forhold er auditive oppmerksomhets rolle svært viktig for å segregere tale fra støyforhold. En modell er utformet for å studere samspillet mellom hørbar oppmerksomhet og adaptiv beamforming (retningsmikrofoner) og balanse mellom disse faktorene.

## **Objective Measures for Assessing Aided and Unaided Hearing: Multimodal**

Eline Verschueren fra Leuven, Belgia snakket om *Objectively and automatically measuring speech intelligibility: The effect of contextual information in the stimulus*. De arbeidet med å utvikle et system for innstilling og selvjustering av høreapparat basert på et objektive mål for taleforståelse målt ved hjernerrespons. De brukte to forskjellige materialer med forskjellig i semantisk innhold, kjedelige Matrix setninger versus et eventyr hvor lytteren kunne dra mer nytte av «top down» prosessering. Taleenvelopen ble rekonstruert basert på delta og theta båndet i eeg-målingen. Korrelasjon mellom den akustiske taleenvelopen og den rekonstruerte økte både med økt taleoppfattelse og med økt semantisk innhold. Resultatene viste at det kjedelige materialet kunne være best for å få et objektive mål som var mer avhengig av hørselsstatus og ikke evnen til «top down» prosessering.

Britt Yazel fra University of California, Davis snakket om *Tracking the dynamics of selective attention and listening fatigue in a noisy conversation with EEG, eye tracking, and pupillometry*. Testpersonene skulle her følge en av to historier fra klassisk verk som ble presentert samtidig med lyd og video. Hvert 6. sekund måtte lytteren flytte oppmerksomheten mellom to talere som var lokalisert  $\pm 20^\circ$  fra midtlinjen for å fortsette å lytte på den historien som var utpekt som mål. Lytterne måtte også respondere på noen nøkkelord underveis og samtidig ble EEG og øye-tracking/pupillometri målt. Fatigue ble også registrert ved responsen på lys-stimuli underveis. De fant blant annet mer fatigue hos middelaldrende enn hos unge lyttere.

Lars Bramsløw fra Eriksholm Research Centre snakket om *Segregation benefit from deep neural networks assessed via speech recognition and physiological measures*. De har dokumentert nytte av bruke DNN til å separere to kjente talere som mikset sammen. Ved å presentere hver av de separerte talerne til hvert sitt øre på lytterne fikk de 13%-poeng bedre taleoppfattelse enn når signalet ble presentert sammenblandet. I et annet eksperiment ble EEG og pupillometri anvendt for å vurdere den kognitive belastningen, men dataene herfra var visst litt usikre.

## Lessons Learned and Future IHCON Developments

Sigfrid Soli grunnleggeren av IHCON og leder for de første 26 årene ga oss *How did we get here? A brief history of IHCON*. Forløperen var egentlig konferanser kalt «Gordon Research Conference» som handlet om biologi og kjemi, men de klarte å snike inn CI som tema siden det kunne medføre forandringer som benvekst i cochlea. Etter noen år så ble House Ear Institute arrangør og konferansen ble først arrangert i Lake Arrowhead fra 1990 og flyttet til Granlibakken fra 2000. Sig mente at tre grunner til at IHCON har fått såpass sterk plass er kommunikasjon, innhold og engasjement. Han mente at de var viktig at Technical Chair og Technical Co-Chairs ble valgt av deltagerne slik at de skifter for hver konferanse (innført fra 1998). Og at det er et begrenset antall inviterte foredrag og likeverdighet mellom postere og orale sesjoner. Stipendmuligheter for studenter er også viktig. Det er vanligvis 300 som deltar 200 kan bo på Granlibakken. Det er 100-150 posterpresentasjoner. 20-30 studenter får stipend.

Etter dette ble det gjennomført en paneldebatt som ble ledet av Sunil Puria som har tatt over etter Sig Soli som Organizational Co-Chair. I panelet satt foruten disse Birger Kollmeier, Virginia Best, Tom Francart som hadde planlagt årets konferanse. Forskjellige ting ble drøftet og stemt om i salen. Skal posterpresentørene ha en liten oral intro i plenum? Nedstemt. Antall tema? OK med 9 som nå. 6-8 inviterte talere? Ok. Party og opptreden? Arrangere i Europa, eller østkysten av og til? Det ble ikke konkludert på alt dette, så det blir litt opp til videre arrangører og vurdere. Forslag om å utvide med en dag ble nedstemt.

## Individualized Diagnostics, Fitting, and Rehabilitation

Brian Moore og Christian Fullgrabe (universitet i Cambridge) i samarbeid med Vinay Swarnalatha Nagaraj (NTNU) og Aleksander Sek (Adam Mickiewics universitet) presentert en ny test som heter 'envelope regularity discrimination (ERD). Presentasjon tittel '*Assessing the fidelity of envelope coding: The Envelope Regularity Discrimination (ERD) Test*'. Nylige studier har fremhevet viktigheten av å differensiere den indre og ytre hårcellefunksjonen med hensyn til diagnose og rehabilitering. Tap av funksjon av indre hårceller, primære hørselsneuroner og synapser mellom indre hårceller og nevroner kan alle føre til redusert informasjons evne i hørselsnerven og til mindre presis koding av egenskapene til supratraskel-lyder. Flere forskere har målt amplitudemodulasjon (AM)

deteksjonsgrenseverdier for å prøve å oppdage slik tap av funksjon. Imidlertid kan AM-gjenkjennelsesterskelene ikke være tilstrekkelig følsomme for redusert fidelity i lydkodingen av AM. ERD-testen ble utviklet for å overvinne disse problemene. I et tilfeldig valgt intervall av den to alternative forced choice oppgaven, er 8-Hz sinusformet AM av en sinusformet er presentert. Hvis representasjonen av konvoluttene i lydsystemet er "støyende", kan vanlig AM høres litt uregelmessig. Dette bør føre til dårligere ytelse på ERD-testen. Foreløpige data om personer med normal hørsel antyder at det er enkelte forskjeller observert i ytelsen på ERD-testen med hensyn til modulasjonsdybde og uregelmessighetsindeks (II). Ytterligere eksperimenter må utføres for å utlede fordelene med ERD-testen hos personer med synaptopati og nevropati.

Ilja Renten et al fra Nederlands presentert '*Subjective evaluation of different attack times in single microphone noise reduction*'. Moderne høreapparater (HA) har støyreduksjon med enkeltmikrofon med det formål å redusere uønsket bakgrunnsstøy og arbeider ved justeringer av frekvensspesifikk høreapparatforsterkning. De subjektive preferanserresultatene i personer med normal hørsel viser en betydelig preferanse for temporært glatt innkoblingstid på 100 ms eller 200 ms. Lyttere med hørselstap foretrekker støyreduserte signaler over ubehandlede signaler, men de fant ingen signifikant effekt av innkoblingstid på subjektive preferanser på gruppenivå. Den inter-individuelle variabiliteten var store, noe som gjør det rimelig å anta at innkoblingstid kan ha en signifikant effekt på subjektive preferanser for enkelte individer.

Jonathan Vaisberg et al fra National Center for Audiology snakket om '*Preferred hearing aid gain settings for music-listening using a 3D modified simplex procedure implemented with the Open Source Master Hearing Aid platform*'. Denne studien investigert om det finnes en preferred gain som varierer mellom tale og musikk, ved bruk av generelle preferanser som et kriterium i forhold til hørselshemmede og / eller personer med hørselstap. De hypotesert at preferred gain innstillinger vil avvike fra foreskrevne innstillinger mer for musikklytting enn for tale-lytting. Denne studien brukte Open Source Master Hearing Aid (openMHA, Herzke, et al., 2017), en høreapparat simulator, som består av algoritmer funnet i en grunnleggende høreapparat behandling kjede. Deltakerne lyttet først til en stimulus (tale eller musikk) under deres prescribed gain. Lyttere har en tendens til å øke lave og høye frekvenser mer for musikk enn for tale, og redusere mellomfrekvenser mer for tale enn for musikk. Foreløpige resultater tyder på behovet for utvikling av musikkbaserte resepter og viser en fordel med personlig finjustering.

Christophe Micheyl et al. fra Starkey hadde en presentasjon '*Perceptual strategies for consonant discrimination in individuals with and without hearing loss*'. I denne studien undersøkte de en psykofysisk revers korrelasjon for å avdekke perseptuelle relevante akustiske signaler for konsonant diskriminering. I denne tilnærmingen endres opptak av naturlig tale (her, vokal-væske-plosive vowel) signaler ved å legge til to støy "blobs". Det var betydelig inter-individuell variabilitet i cue-weighting strategier blant normalt hørselshemmede og hørselshemmede personer.

Christopher Slugocki fra Widex presentert '*Development of an integrated Repeat and Recall Test (RRT)*'. Den foreliggende studien utviklet og vurderte gyldigheten av en integrert 'Repeat and Recall Test' (RRT) for måling av tale-i-støy recognisjon, working memory kapasitet, lytteinnsats og tolerabel tid hos voksne med og uten hørselstap. Repeat og recall scores ble vurdert for test-retest pålitelighet og sammenlignet med Hearing in Noise Test (HINT) og Reading Span Test (RST). Normale hørende- og hørselshemmede lyttere ble testet i rolige og signal-til-støyforhold (SNR), ved hjelp av 5 sett av talemateriale som ga enten høy eller lav grad av semantisk sammenheng. Performance-intensitets funksjoner ble sammenlignet blant lister for å verifisere talemateriale. Lyttende recall i stille og støy var betydelig relatert til ytelse på RST. Klassifiseringer av lytteinnsats reflekterte lytterens ytelse på både gjentatte og recall deler av RRT.



I denne sesjonen presenterte Jon posteren sin: *An app for validation of hearing aid fitting with speech and noise presented in three sound channels.*

Det er kanskje litt rart å presentere et målesystem med norsk tale i California? Men her får man alltid til god prat og gode innspill rundt detaljer i posterne. Som dere ser presenteres posterne nå utendørs. Det var litt trangt om plassen, men akustikken var vesentlig bedre enn tidligere når dette ble presentert i et stort telt.

### **Models and Their Application to Hearing Aids**

Torsten Dau fra Danmarks Tekniske Universitet holdt foredrag om *Auditory processing models and their potential application in hearing technology*. Litt for mange modeller ble presentert til at jeg klarte å følge med. Han skilte mellom modeller som etterligner de forskjellige transformasjoner som skjer underveis i de auditive baner og modeller basert på DNN som fungerer mer som en svart boks og beskriver auditiv funksjon som ordgjennkjenning etc. Det er lettere å anvende den første modelltypen for å beskrive ønskede funksjoner i høreapparat algoritmer, men det kan tenkes at man kan reversberegne fra den andre modelltypen til funksjonelle modeller?

Fra McMaster University i Canada fortalte Ian Bruce om *Overcoming the quagmire (norsk: hengemyr) of hearing loss heterogeneity: Towards optimization of hearing aids via distinct genetic hearing loss populations*. I en studie på familier på Newfoundland hadde de identifisert fire bestemte former for genetiske hørselstap (genotype). De målte hva som kjennetegnet tapene med audiogram, tuningkurver, DPOAE, ECochG, ABR og ordoppfattelse i stillhet og støy (fenotype) etc. Disse dataene la de inn i en hørselsmodell (Bruce et al. Hear. Res. 2018) og vil bruke dette videre til å optimere høreapparat forsterkningsstrategien.

### **Signal Processing for Hearing Aids**

James Kates og Kathryn Arehart fra universitet i Colorado, USA presentert om '*Combining remote microphones with hearing aid processing*'. Det har vært mange studier som har undersøkt de ulike måtene å forbedre signalstøyforholdet for høreapparatbrukerne. Denne studien undersøkte samspillet mellom eksterne mikrofoner med høreapparater. I et fjernmikrofonsystem (RM) er taleren utstyrt med en mikrofon som overfører et signal direkte til lytterens høreapparater, og dermed omgå rom støy og etterklang. Denne studien rapporterte om eksternalisering, taleforståelighet og talekvalitet for



RM-signaler som har blitt modifisert for å forbedre eksternalisering når signalene presenteres gjennom en realistisk binaurale høreapparat simulering.

DeLiang Wang et al. fra Ohio State universitet, USA snakket om '*A deep learning-based segregation algorithm to improve speech intelligibility of hearing-impaired listeners in reverberant-noisy conditions*'. En av teknikkene som brukes til å segregere støy fra tale har vært bruk av dyp nevralt basert talesegregasjon. Etterklang og bakgrunnsstøy har forvirrende og alvorlig effekter på taleforståelighet hos hørselshemmede (HI) lyttere. Intelligibilitet testing ble utført under reverberant-støyende forhold. Det er verdt å merke seg at setningens forståelse for HI-lyttere med algoritmebehandling nærmet seg de unge voksne normale hørsel-lytterne uten behandling. Disse testresultatene gir den første demonstrasjonen av forbedringer av taleforståelse med en monoalgoritme for reverberant-støyende tale hos personer med nedsatt hørsel.

Marc Aubreville og colleagues fra Sivas hadde et foredrag om '*Deep neural networks for noise reduction under hearing aid side conditions*'. De har vurdert en dyp neural nettverksbasert støyreduksjonsplan som kan integreres sømløst i eksisterende høreapparat signalbehandlingskjeder. Mens begrensningene for computational kompleksitet blir redusert med forbedring av batteriteknologi og mindre strukturelle størrelser i chipproduksjon, representerer mangfoldet av bakgrunnslyder betydelige utfordringer mot deteksjons- og reduksjonsalgoritmer. Presentasjonen viste eksempler på test data som kombinerer prediksjon av støyreduksjonsstrategier i ekte verdens lydsituasjoner.

Birger Kollmeier et al. fra Oldenburg universitetet presenterte '*Accessible infrastructure for hearing research: A commodity-hardware-based mobile prototype of a hearing aid featuring the openMHA.org research software platform*'. De presentert en prototype av et bærbart høreapparat, som er basert på hardware (inkludert et Raspberry Pi 3 SOC, et lavt latency stereo lydkort og i-øret hodetelefoner med integrerte binaurale mikrofoner). Den kjører open master hearing aid (MHA) i real-tid. Hele oppsettet passer i en belt bag, veier mindre enn 500g, opererer flere timer uten lading, og kan konfigureres via wifi. Latencier på mindre enn 10ms kan oppnås ved å kjøre open MHA på Raspbian Linux med Linux-kjernen. Den rimelige og fleksible maskinvaren tillater etablering av en infrastruktur som muliggjør rask implementering og ubegrenset distribusjon av nye algoritmer for testing på tvers av laboratorier og utover de vanlige målgruppene. Det har potensial til å

øke samfunnet av høreapparatutviklere og testere, og dermed øke utviklingshastigheten.

### **Hearables, Wearables, and Connectivity to Other Devices; Rehabilitative Audiology and Big Data**

Andrew Sabin fra Bose Corporation hadde tittelen *Trends influencing hearing devices and real-world efficacy of a self-fit method* på sitt innlegg. Han er vel ikke helt nøytral i beskrivelsen av endringene som skjer i markedet siden han er mannen bak utviklingen av det Bose kaller Hearphones som anvendes sammen med smarttelefoner. Han viste til en RadioShack annonseside fra 1991 med masse forskjellig elektronisk utstyr som i dag kan erstattes av en smarttelefon, og firmaet RadioShack er borte. Verdensmarkedet består i dag av 8 millioner høreapparat og 1400 millioner smarttelefoner. Når siste generasjon av Apple og Google programvare nå inkluderer rutiner som forsterker lyd så vil dette medføre vesentlig økt bruk av forsterkning. Han trodde at for store grupper vil ikke tilpasningen være basert på audiogram, men en mer direkte kontroll av lydstyrke og frekvensgang.

Eric Hoover fra University of South Florida snakket om *Blinded comparison of premium hearing aids and personal sound amplification products*. De hadde gjennomført en sammenligning mellom et premium HA og to typer hearables på testpersoner med milde til moderate tap. Apparatene var montert på en multi-kopler hode og torso simulator men testpersonene satt i et separat testrom. Taleoppfattelsen både med samlokalisert og adskilte tale og støysignaler var bedre med HA. Det var ikke forskjell på vurdering av lyd kvalitet på tale og musikk mellom apparatene.



Nikolai Bisgaard fra GN Hearing hadde satt tittelen *Modelling hearing aid coverage in different countries and estimating value of treatment* på sitt innlegg. Han brukte Eurotrak og tilsvarende data fra USA og Japan til å prøve å beregne/gjette hvor stor andel av hørselshemmede hadde HA i forskjellige land. Adopsjonsraten varierte fra 40,6 % i Australia til 0,8 % i Pakistan. Han refererte også til nytte/kost beregninger ved bruk av HA, og kom fram til en faktor på 6,6 for franske forhold.

Sig Soli fikk overrakt en statuett fra Sunil Puria for sin langvarige innsats med å få IHCON til å bli det den er.

Det ble foretatt valg og Louise Hickson ble valgt som ny Technical Chair og Tobias Neher og Karoline Smeds som Technical Co-Chairs.

**Vinay Nagaraj och Jon Øy garden**