

Som at være der selv

I det europæiske forskningsprojekt BEAMING prøver forskerne at give oplevelsen af, at man teletransporteres til et andet sted. Arbejdet kan give nye dimensioner til sociale netværk, telekonferencer, spil, underholdning og læring.

Forfatteren



Dorte Hammershøj er professor ved Institut for Elektroniske Systemer Aalborg Universitet
dh@es.aau.dk

Drømmen om at kunne rejse til universets fjerne planeter har givet inspiration til mange gode og dårlige bøger, film og computerspil. Det er også en inspiration for forskere, som dog i første omgang må arbejde med metoderne i mere dagligdags omgivelser.

Et af projekterne er det europæiske samarbejde BEAMING, som er inspireret af Star Trek-scenariet "Beam me up, Scotty". I filmen teletransporteres deltagerne fra rumskibet til et andet geografisk sted, og kan her opleve den virkelighed, der er på det sted. I virkeligheden kan man (endnu) ikke flytte et menneske på den måde, men man kan derimod stimulere et menneskes sanser, så man oplever det som om, man er et helt andet sted. For at gøre illusionen komplet kan man på det sted, man "besøger", være repræsenteret af et andet fysisk legeme, som i bund og grund er en avanceret robot. Filmen AVATAR bruger fx denne vision som et element i fortællingen om kolonialiseringen af fjerne himmelstrøg.

At være der uden at være der

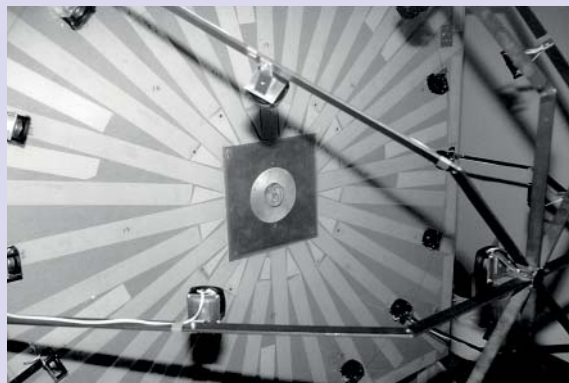
Vor teknologiske formåen lever ikke helt op til vore fantasier. Men der findes situationer, hvor vi med teknologier som head-mounted displays, hovedtelefoner, handsker og bodysuits med tryk- og varmesensorer, exo-skeletter m.m. kan give en person en meget naturtro oplevelse af at "være et andet sted" – i det mindste for en stund. I BEAMING-scenariet

er dette situationen for den person, som beskrives som "gæsten" (visitor). Man forestiller sig, at gæsten har det avancerede IT-system med de forskellige teknologier til at påvirke sanserne hjemme hos sig selv, og at der på besøgsstedet er en form for visualisering eller legemliggørelse af gæsten i form af en robot, et holograf eller lignende. Ideelt ville den legemliggørelse af gæsten være i stand til at interagere med omgivelserne på besøgsstedet, og såvel gæst og "lokale" (personer på besøgsstedet) vil få oplevelsen af at være sammen på besøgsstedet. På Aalborg Universitet arbejder vi med den del af projektet, der handler om akustikken i scenarierne og lyd delen i systemerne.

Fra xylofonlærere til sportsjournalister

I BEAMING-projektet indgår en række forskellige scenarier, som udfordrer teknologierne forskelligt. I et af scenarierne forestiller man sig, at en xylofonlærer underviser en gruppe elever, som sidder i et andet lokale, måske i en anden by. I rummet hos eleverne står en robot, som slår på xylofonen, når læreren bevæger sig – hjemme hos sig selv. Som en del af undervisningen, beder læreren eleverne om at spille stykker på skift. Det er vigtigt, at lyden optages sådan, at læreren ved gengivelsen (over hovedtelefoner i et andet rum) kan høre eleverne på de rigtige pladser i elevrummet. Når det lykkes, vil læreren lettere kunne høre, hvem af eleverne, der snakker eller spiller og give de rigtige instrukser til den rigtige elev.

Almindelige øretelefoner lukker lyden fra omgivelserne ude. Det kan være udmærket for gæsten, som kun skal have oplevelsen af besøgsstedet. Men det duer ikke, hvis man fx er på besøgsstedet og skal høre både dem, man er sammen med, samt den gæst, som beamer ind som et holograf. Derfor vil man formentlig i fremtiden bruge avancerede øretelefoner, som har mikrofoner udvendigt på selve kapslen, så man også kan høre sine omgivelser. Det kan minde lidt om et meget moderne høreapparat, men det skal blot kunne gengive flere frekvenser og styres helt anderledes. Øretelefonerne skal så sidde helt inde i øret, så de ikke forstyrrer de fingertryk, som øret giver lyden fra forskellige retninger. Billederne viser en opstilling fra laboratoriet, hvor der er målt retningsafhængighed på eksperimentelle øretelefoner med mikrofoner udvendigt.



Fotos: Flemming Christensen



Artiklen kommer fra tidsskriftet *Aktuel Naturvidenskab*: aktuelnaturvidenskab.dk

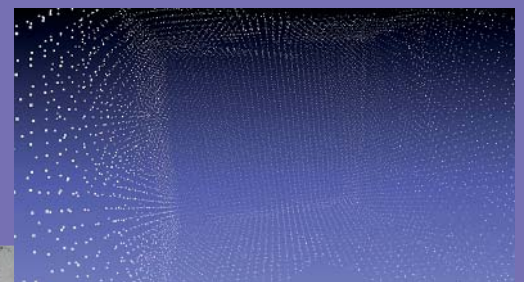
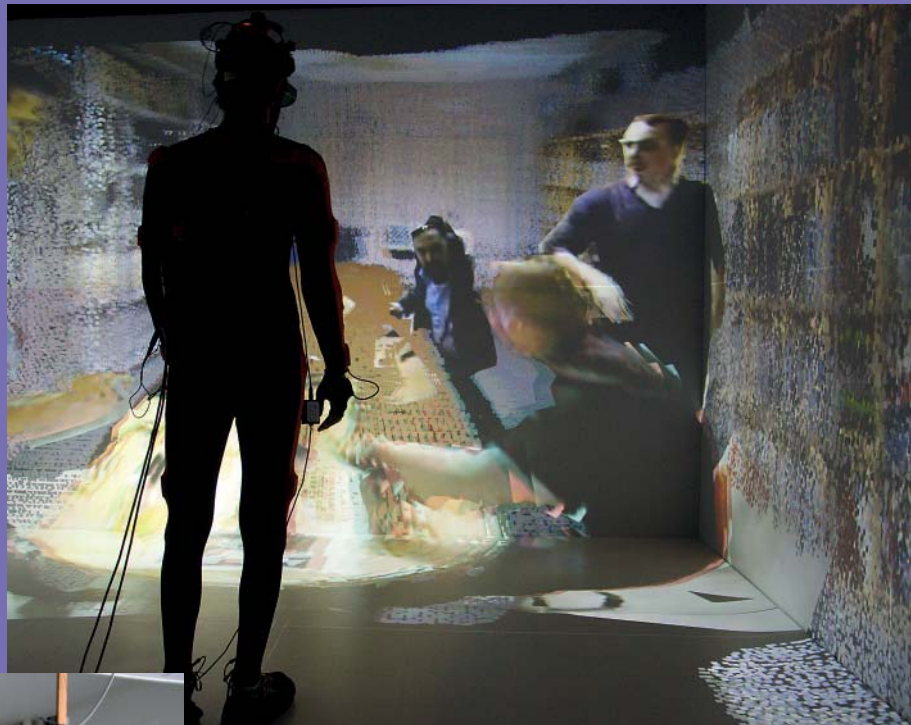
BEAMING-projektet

BEAMING er et akronym for projektets fulde titel: **B**eing in **A**ugmented **M**ulti-**M**odal **N**etworked **G**atherings. Multi-Modal betyder, at man søger at stimulere flere af personens sanser i stedet for blot fx at give et visuelt input fra et givent scenarie, eller blot transmittere lyden.

Sansernes samspil er vigtigt for den naturtro oplevelse, men i nogle tilfælde kan en modalitet dominere. Vi kender det fra bugtalerkunsten, hvor vi narres til at tro, at dukken taler, selvom lyden reelt kommer fra dukkeføreren. Vi er tilbøjelige til at tro mest på, hvad vi ser. Men hørelsen er den eneste sans, som kan give input om objekter fra vilkårlige retninger, inden de kommer i direkte kontakt med legemet. Derfor synes hørelsen at være en vigtig modalitet i situationer, hvor man skal orientere sig og navigere rundt i ukendte omgivelser.

Det øverste billede viser det virkelige møderum, mens billedet nederst viser "gæsten", som med bodysuit, positionstracker og høretelefoner får en meget naturlig oplevelse af at være på besøg i møderummet. Grafikken på væggene computergenereres specifikt til gæsten og hans position, og er derfor vanskelig at gengive på et fotografi. →

Fotos: Esben Madsen



Når gæsten skal have oplevelsen af at være på besøg i et andet rum, skal den lyd han hører, også lyde, som den gør i besøgsrummet. Hvis besøgsrummet er et stort rum, skal man kunne høre det, og hvis det er et lille kammer, skal man kunne høre det. En af metoderne bruger data fra en såkaldt Kinect-scanner, som giver en digital repræsentation af rummet. Denne repræsentation anvendes som input til en rum-simulering, hvor computeren gennemregner lydtransmissionen ved brug af bølgeligninger. Det er en beregningskrævende opgave, hvorfor den digitale repræsentation skal bearbejdes en smule på forhånd.

Foto og computergrafik: Miloš Marković

Artiklen kommer fra tidsskriftet *Aktuel Naturvidenskab*: aktuelnaturvidenskab.dk

Videre læsning

Om BEAMING-projektet
<http://beaming-eu.org/>

Om rum-scanning
 Marković, M., Olesen, S.K. & Hammershøj, D.: Three-dimensional point-cloud room model for room acoustics simulations, *proceedings of The 21st International Congress of Acoustics*, Montreal, June 2-7 2013.

Om hear-through øretelefoner: Hoffmann, P.F., Christensen, F., Hammershøj, D.: Insert earphone calibration for hear-through options, *proceedings of the Audio Engineering Society's 51st International Conference on Loudspeakers and Headphones*, Helsinki, August 21-24 2013.

I et andet scenarie gennemføres et jobinterview. Virksomhedens ansættelsespanel sidder i et rum, mens ansøgeren er et andet sted og beamer sig ind ved at påføre sig de nødvendige teknologier. Møderummet visualiseres for ansøgeren, og han får lyd præsenteret over hovedtelefoner, som giver den naturlige oplevelse af retning og afstand. Herved kan samtalen forløbe mere afslappet, og han vil også kunne høre, hvad de forskellige siger, når de kommer til at tale i munden på hinanden.

I et tredje scenarie interviewer en sportsjournalist en gruppe basketballspillere gennem en robot på stedet. Basketballspillerne står omkring robotten, som selektivt drejer sig mod den ene og den anden efter tur og retter mikrofonen mod den, som er i "ilden". Journalisten sidder hjemme i studiet og lytter til lyden, som om han var i robotens sted. Han får baggrundsstemningen med og kan fx høre, hvis der pludselig er tilråb fra tilskuerpladserne, eller der sker andre ting, som kunne være værd at transmittere. Journalisten, som sidder hjemme i studiet, vil opleve det som om, han er i robotens sted. Hvis han drejer sig mod tilskuerpladserne, vil robotten i sportshallen dreje sig tilsvarende, så journalisten nu ser og hører begivenhederne, som om han vender mod tilskuerpladserne.

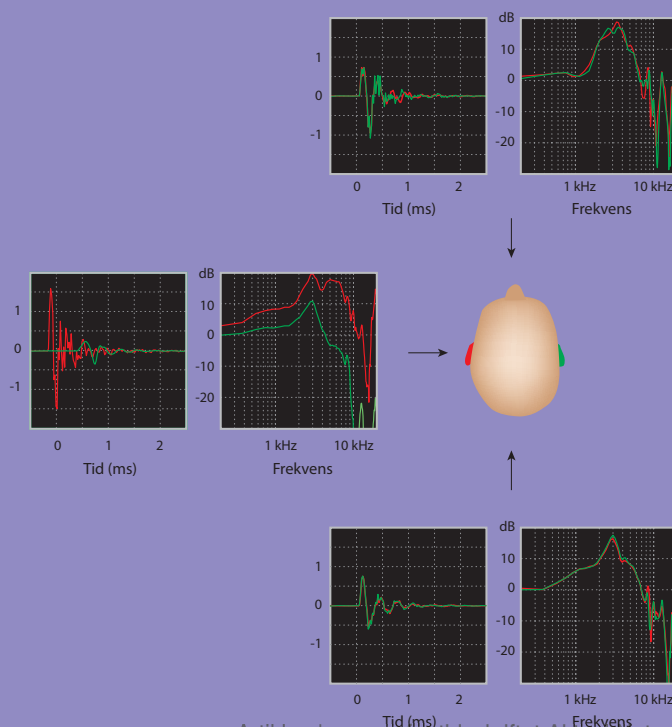
Den autentiske lydoplevelse

For at optage og gengive lyden, så den giver den helt autentiske oplevelse af retning og afstand til lydkilden, skal man principielt optage lyden i ørerne på lytteren selv. I BEAMING (og lignende) projekter vil man derfor kun kunne anvende denne metode, hvis robotten har form og facon som et menneske med rigtige øreflipper og mikrofoner i ørekanalen og

med mulighed for at bevæge sig naturligt. De færreste robotter lever op til disse krav. Desuden vil man i mange situationer ønske blot at visualisere "gæsten" med et holografi eller en anden grafisk repræsentation. Alternativet vil derfor være, at man giver de personer, der rent fysisk er til stede i lokalet headsetts med mikrofoner på, og så lader computersystemet tilføje den rigtige lydretning. Computersystemet henter oplysningerne til processeringen i en database, som rummer beskrivelser af lydtransmissionen til lytterens ører fra – ideelt – alle tænkelige retninger.

Tingene skal passe sammen

BEAMING-projektet er bygget op omkring et netværksprincip, hvor alle de forskellige delementer kobler til og fra gennem en serverstruktur. Dette kender vi allerede i dag fra en del online spil. I BEAMING-konceptet gives adgang til en række informationer om deltagernes positioner, deres bevægelser, video og lydoptagelser m.m., som et andet tilsvarende computersystem kan læse fra. Hvorvidt systemet skal fungere som hjælp for sportsjournalisten eller xylofonlæreren programmeres i princippet på serveren. Serveren må så arbejde med de inputs, den får, i forhold til hvilke stimuli den kan give tilbage til gæst og de øvrige deltagere. Dette setup gør, at teknologierne kan skiftes relativt uafhængigt af hinanden efterhånden som nye muligheder dukker op. I forhold til lyd kender man allerede de mest afgørende principper, og hvorvidt det i sidste ende virker, vil meget ofte afhænge af, hvordan de visuelt orienterede teknologier styres, og om det "passer sammen". De teknologiske udfordringer fremadrettet handler derfor i høj grad om at automatisere de procedurer, som kobler teknologierne sammen på en optimal måde. ■



Figuren viser eksempler på såkaldte Head-related Transfer Functions (HTRF), som er beskrivelser af lydtransmissionen til en lytters ører fra forskellige retninger. Lyden kommer nogle millisekunder tidligere til det øre, der er nærmest lydkilden og lidt senere til det øre, der er fjernest. Når lyden rammer øret, påvirkes det af øreflippernes komplicerede facon. Nogle frekvenser forstærkes, andre dæmpes. Hver retning efterlader derfor et "fingeraftryk" for den retning, den kom fra. Hjernen kender disse karakteristika og kan derfor lokalisere lydkilden. I situationer, hvor mange taler i munden på hinanden, kan man i et vist omfang "tune ind" på den person, som man vil lytte til. Denne evne omtales derfor ind i mellem som cocktail-party-effekten.

HRTF'er for alle retninger indgår i computersystemets databaser, og bruges fx til at give lyden af de lokale mødedeltageres "retning" i forhold til gæstens egen orientering. HRTF'erne udskiftes kontinuerligt i processeringen, fx når personerne i scenarierne flytter sig i forhold til hinanden. Det er uendelig vigtigt, at lyden passer med de signaler, som hjernen får fra led og muskler (det proprioceptive system).

Artiklen kommer fra tidsskriftet *Aktuel Naturvidenskab*: aktuelnaturvidenskab.dk