

Sonifiering av varor i butik

Slutrapport för forskningsprojektet "Sonifiering av varor i butik: en pilotstudie om att minska stölder i detaljhandeln med hjälp av ljud och musik"

HAKON SWENSON
STIFTELSEN

FÖRFATTARE
KJETIL FALKENBERG

RAPPORTNUMMER
2022:01



Fakta om projektet

Studiens namn

Sonifiering av varor i butik: en pilotstudie om att minska stölder i detaljhandeln med hjälp av ljud och musik

Beviljat anslag

1,174 780 kronor

Projektledare

Kjetil Falkenberg, Tekn. Dr., KTH

Projektdeltagare

Kjetil Falkenberg, Docent, KTH,
Sven-Olov Daunfeldt, professor, forskningschef vid
Handelns Forskningsinstitut.
Sandra Pauletto, Docent, KTH,
Martin Ljungdahl Eriksson, Soundmark
Håkan Lidbo, Libido Music

Anslagsförvaltare

Kungliga Tekniska högskolan (KTH)

Projekttid

Juni 2020 – september 2021

Förord

Hakon Swenson stiftelsen

Hakon Swenson stiftelsen gav år 2020 anslag till projektet Sonifiering av varor i butik. Den digitala transformationen berör nästan all verksamhet i butikerna. Även själva varorna digitaliseras genom olika former av märkning för att effektivisera varuflödet och för att ge mer information om innehållet. I detta projekt om att använda ljud och musik för att minska stölder studeras ytterligare en aspekt av handelns och varornas digitalisering.

Hakon Swenson stiftelsen ser att detta projekt har gjort ett viktigt bidrag genom att öka kunskapen om hur man kan använda ljud och musik för att minska stölder i butik. Projektet levererar åtskilliga insikter om hur ljud kan användas för att skapa övervakning utan att vara integritetskränkande och utan att störa shoppingupplevelsen i övrigt.

Vi hoppas att denna rapport ska bidra till att sprida projektets resultat och att både forskare och praktiker ska ta del av den nya kunskap som genererats. Tack Kjetil Falkenberg för ett väl genomfört forskningsprojekt från hela Hakon Swenson stiftelsen! Lena Litens, Ordförande Hakon Swenson stiftelsen



Lena Litens,
Ordförande Hakon Swenson stiftelsen

Förord projektledare

I denna populärvetenskapliga slutrapport presenteras resultat från forskningsprojektet Sonifiering av varor i butik: en pilotstudie om att minska stölder i detaljhandeln med hjälp av ljud och musik. Med projektet önskade vi att undersöka möjligheterna som ges med ljudsättning av händelser i butik för att dels skapa bättre förutsättningar för att låta anställda övervaka lokalen utan att aktivt behöva kika runt, och dels varna möjliga snattare att ens handlingar märks. Syftet är att begränsa utrymmet för snatterier utan att reducera shoppingupplevelsen för andra kunder. Projektet leddes av Kjetil Falkenberg, docent i ljud- och musikbehandling på KTH och involverade en grupp med tre andra forskare från olika områden samt ljuddesigners och studenter. Projektet finansierades helt av Hakon Swenson Stiftelsen och pågick över 18 månader med start efter sommaren 2020.

Jag vill som projektledare tacka alla projektmedlemmar och medverkande studenter som alla har lagt ner mycket jobb under en svår period att bedriva forskning, och även alla anonyma personer som har deltagit i våra studier. Ett stort tack till Hakon Swenson Stiftelsen för allt stöd, förståelse och hjälp: vi beslutade tidigt att ändra planerna om studier i fysiska butiker till en virtuell miljö på grund av utmaningarna från Covid-19-pandemin. Tack till Handelsnytt, Handelsrådet, ICA-Handlarna och Nordic Retail and Wholesale Conference för att ha visat intresse för vår forskning. Jag är stolt över de resultat vi kan presentera och emotser med entusiasm nya användningsområden för ljud och musik i framtiden.

Stockholm, februari 2022
Kjetil Falkenberg
KTH

Sammanfattning

Projektet "Sonifiering av varor i butik" är ett pilotprojekt som utforskar möjligheter som ges för att minska stölder genom sonifiering, eller att ljudsätta rörelsedata. Förlusterna från stölder utgör ett omfattande problem för butiker. I kombination med en minskande acceptans för övervakning innebär det att handeln behöver utforska och hitta nya tekniska lösningar för att minska stölderna. I detta projekt har vi börjat testa att bättre utnyttja hörseln som en möjlig lösning för att begränsa utrymmet för snatterier.

Projektets syfte

Huvudsyftet är att avskräcka och förhindra snatteri genom att spela ljudnotiser i butiker, men utan att störa vanliga kunder eller distrahera anställda. Ljuden får inte minska den totala shoppingupplevelsen. Dessutom föreslår vi att ljuddesign som används bör bygga på en grundlig undersökning av befintliga ljudmiljöer i butiker. I synnerhet försökte vi undersöka hur dessa två förhållanden påverkade hur ofta testdeltagare uppmärksammade ljudhändelser genom att mäta huvudrörelser i riktning mot ljudkällan. Vi testade antagandet att experimentgruppen som är omedvetna om ljudnotiserna inte vänder sig efter ljudkällan och att den ignorerar alla ljud, även de som inte passar in i sammanhanget.

Forskningsmetod

Projektet genomförde en rad delstudier som inkluderade workshops, framtagande av olika typer och riktlinjer för ljuddesign, evaluering av riktlinjerna, samt perceptuella tester i butiksmiljö utförd i två olika virtual reality experiment. För utvärdering användes dels ett kvantitativt tillvägagångssätt kompletterat med halvstrukturerade intervjuer samt att mäta förändringar i känslomässigt tillstånd hos testdeltagarna. Vi har också genomfört icke-strukturerade kortare intervju med personer ur målgrupperna.

Resultat

Riktlinjer för ljuddesign. Ljudnotiser får:

- vara kongruenta med och kontextuellt passa in i miljön där de spelas,
- spelas upp med en relativt låg volym, helst strax under bakgrundsmusikens nivå och vara korta, cirka en sekund,
- ha långsam eller snabb attack och ansats, det spelar ingen större roll,
- vara inkongruenta med miljön, så länge de utformas med omsorg.

Uppmärksamhet kring ljud i den virtuella butiken:

- Deltagare som inte är medvetna om ljud lägger inte märke till dessa,
- Deltagare som är medvetna vänder sig korrekt efter nästan alla ljud

Implikationer för handeln

Designprinciper. Ljudnotiser kan skapas genom att antingen:

- Lägga till ljud på bakgrundsmusiken,
- Filtrera bakgrundsmusiken (mest subtilt),
- Filtrera bakgrundsmusiken och lägga till ljud (mest effektivt)

Övervakning med sonifiering:

- Anställda kan reducera sin kognitiva last genom att händelser i butiken ljudsätts
- Det skapas nya möjligheter för märkesvarauppbyggnad
- Övervakningen verkar inte störande på kunder

Resultat och tolkningen bygger på en preliminär pilotstudie och måste verifieras genom ytterligare fältexperiment.

Innehållsförteckning

Fakta om projektet	2
Förord Hakon Swenson stiftelsen	3
Förord projektledare	4
Sammanfattning	5
Innehållsförteckning	6
1 Inledning	7
Effekter av Covid-19	7
Mål och betydelse	7
2 Bakgrund, syfte och frågeställningar	9
Ljudmiljö och musik i handeln	9
Sonifiering som ljudnotiser	9
Uppmärksamhet och konkreta ljud	10
Perception och ljudlokalisering	10
Den virtuella miljön (VR)	11
Kundnöjdhet och PAD-modellen	11
Syfte och forskningsfrågor	11
3 Studiens uppbyggnad/metod	13
Workshops kring ljuddesign	13
Framtagande och test av olika typer ljuddesign	13
Framtagande av riktlinjer för ljuddesign	13
Styrt perceptionstest i VR-miljö	14
Evaluering av designriktlinjerna	14
Icke-styrt perceptionstest i VR	16
Pad-modellen	18
4 Resultat	19
Designprinciper för ljudnotiser	19
Ljuddesign i butik	19
Uppmärksammande av ljudnotiser	20
Publikationer, presentationer och media	20
5. Implikationer och praktisk betydelse för handeln	24
Framtida forskning	25
6. Referenser	26

1. Inledning

Projektet “Sonifiering av varor i butik” är ett pilotprojekt som utforskar möjligheter som ges för att minska stölder i detaljhandeln genom sonifiering, eller ljudsättning av data från sensorer. Enligt Svensk Handels stöld- och svinnrapport uppgår stölderna från butiker till 6,8 miljarder kronor år 2019 (Svensk Handel, 2019), med över två miljoner stölder årligen (Carlén, 2016). Stölderna från butiker utgör ett omfattande problem i ett läge där de utmanas hårt av digitaliseringen och den växande e-handeln. Fysiska butiker behöver vara både inbjudande, lönsamma och säkra för att möta dagens krav och konkurrens.

Insatser för att minska stölderna i de fysiska butikerna försvåras samtidigt av en minskad personaltäthet och en högre grad av tillgänglighet till varorna (prova-på, öppna förpackningar). I kombination med en minskande acceptans för övervakning (Integritetsskyddsmyndigheten, 2021) innebär det att handeln behöver utforska och hitta nya tekniska lösningar för att minska stölderna. I detta projekt har vi börjat testa sonifiering, ljudsättning av varor i butiken, som en möjlig lösning för att höja säkerheten med befintlig personaltäthet och oförändrade förpackningar. Utgångspunkten är att vår hörsel är gravt underutnyttjad vid användning av dagens tekniska system.

Den tekniska lösningen medför inte betydande investeringar för handlaren eftersom den kan utgå från existerande teknik som RFID/stöldmärkning och högtalarsystem. Även inom automatiserad analys av kundbeteende i den fysiska butiken kan lösningen ge nya möjligheter då den inte bygger på videoövervakning. Detta innebär att tekniken och användandet av ljud och musik också kan öppna upp för en ny marknad, där ljuddesigners, musikkonstnärer och interaktionsdesigners får en större roll i att utforma och göra butiken mer attraktiv för konsumenterna.

Sonifiering definieras allmänt som att ljudsätta data. Ansatsen i projektet är att subtila ändringar av ljudmiljön i butiken, till exempel genom att modifiera bakgrundsmusiken lokalt eller lägga till

ljud när någon lyfter en RFID-märkt vara från butikshyllan, kan påkalla uppmärksamhet både hos den som orsakar ändringen och hos den personal som lyssnar efter sådan variation. Följaktligen antas att övriga kunder som är omedvetna om att något kan förorsaka en ändring i ljudmiljön inte kommer att uppmärksamma detta.

Intentionen är att vi genom dessa förändringar av bakgrundsmusiken och ljudet i butiken kan begränsa utrymmet för att genomföra stölder, samt minska kognitiv belastning hos anställda som inte behöver ägna sig aktivt åt att ha en visuellt översyn över lokalen. Således flyttas övervakningen från att vara en kamera- och skärm-baserad arbetsuppgift med, typiskt, påträngande larmljud till att utnyttja människans förmåga för tolkning av multimodal information, det vill säga olika samtidiga sensoriska intryck. Ytterligare en positiv effekt är att övervakningen i butik blir mindre iögonfallande.

Mål och betydelse

Projektet involverar att designa korta ljudnotiser som fångar uppmärksamheten hos endast en utvald grupp individer. En utmaning och en viktig aspekt är att justera varningarna för att uppnå en balans mellan att märka eller alternativt förbise ljudnotiserna. Det finns alltså flera olika typer av besökare i en butik att ta hänsyn till: 1) medarbetare som hanterar kunder, försäljning och håller koll på lokalerna; 2) snabbare, som kan klassificeras efter deras avsikt (se t.ex. Carlén, 2016; McShane & Noonan, 1993); och 3) de vanliga konsumenterna.

Det övergripande syftet är att underlätta och effektivisera övervakning av en butikslokal för anställda och skapa en mera attraktiv och inbjudande atmosfär för kunderna som beskyddar kundens integritet och därmed undviker ansikts- eller röstigenkänning. Den innovativa användningen av ljudnotiser för ökad säkerhet förväntas få stor betydelse inom många branscher.

Några av de intressanta parametrar vi fokuserar på är uppmärksamhet, kundnöjdhet och

beteendeändringar. Vi har identifierat kunskapsluckor i flera aspekter, till exempel hur snabbt lyssnare reagerar på ljud med huvudrörelser, hur olika typer av ljud skiljer sig åt när det gäller att fånga uppmärksamhet och om upprepad exponering ökar eller minskar uppmärksamheten.

2. Bakgrund, syfte och frågeställningar

Kriminalitet inom detaljhandeln är ett allvarligt problem, och det finns ett dokumenterat behov av övervakning i butiker (Carlén, 2016).

Återförsäljare uppger att snatteri har en betydande negativ inverkan på lönsamheten (Lindblom & Kajalo, 2011), och i en rapport från Svensk Handel från 2019 uppges externa stölder i detaljhandeln orsaka en förlust på 6,8 miljarder kronor. I USA har den ekonomiska förlusten på grund av enbart snatteri uppgått till 10 miljarder dollar årligen (Yamato et al., 2017). Förlusterna från snatteri går att minska och snattare kan avskräckas från att begå brottet, till exempel av utbildad personal och övervakningssystem. Det förefaller dock som att dagens motåtgärder inte är tillräckligt effektiva.

Enligt Ceccato (Ceccato & Armitage, 2018) är fysiska säkerhetsåtgärder mindre effektiva än övervakning. De flesta intervjuade snattare i studien angav "ängslan över att vara övervakad" som det som avskräckte dem. Mänskliga faktorer, som säkerhetsvakter, har visat sig vara de mest effektiva åtgärderna mot snatteri (Lindblom & Kajalo, 2011) men de genererar höga kostnader och är fortfarande inte tillräckligt effektiva. Även rätt butiksdesign och layout har en betydande avskräckande effekt (Carmel-Gilfilen, 2011).

Ljudmiljö och musik i handeln

Ljudmiljön och hur ljud används är en del av butikens design, och för detaljhandeln har det forskats om hur bakgrundsmusiken påverkar kunden och anställda (Carlén, 2018). Musik med långsamt tempo resulterar i en långsammare rörelsehastighet än musik med snabbare tempo, och långsam musik är också korrelerad till högre försäljningsvolym (Daunfeldt, 2014; Milliman, 1986). Okänd musik gör att kunderna upplever sin shoppingtid som kortare än vad den faktiskt var än när de lyssnade på mer välbekant musik (Yalch & Spangenberg, 1990). Musiken som spelas i en vinbutik påverkar kundens val: När tysk musik spelades ökade försäljningen av tyskt vin, och när fransk musik spelades ökade försäljningen av franskt vin (North et al., 1997). Musik påverkar också uppfattningen om kvaliteten

på tjänsten och varan (Sweeney & Wyber, 2002). Aktiv användning av musik kan således möjligen också användas för att påverka en snattares beteende (Hirsch, 2007), och speciellt med auditiva aviseringar som ger en känsla att vara iakttagen.

Ljudnotiser, notifieringsljud eller auditiva aviseringar är redan allstädes närvarande i våra liv: dessa används för kommunikation, interaktion, statusuppdateringar och i säkerhetssituationer, och vi hör dessa ljud från våra mobila enheter och datorer, fordon, hushållsmaskiner och offentliga byggnader, och inte minst i butiker. Dessutom är dessa ljud väldigt olika och sträcker sig från klick och pip till mänskliga röster och musikfraser. Billarm, till exempel, använder ofta signalhornet eller en siren, men det finns också exempel på musikaliskt inspirerade billarm (Sigman & Misdariis, 2014). Butiker har vanligen system med ganska konservativ ljuddesign i form av elektroniska larmljud.

Sonifiering som ljudnotiser

Ljudnotiser kan realiseras med så kallad sonifiering (Hermann et al., 2011), som vanligtvis definieras som att systematiskt översätta data till icke-röstljud, till exempel med att ljudsätta händelser. Dessa kan användas som tillståndsovervakning i en multimodal miljö (som en butik är) för att beskriva interaktionen som äger rum.

Sonifiering har fördelen av att använda det snabbaste av de mänskliga sinnena (Shelton & Kumar, 2010) och kan frigöra kognitiva resurser (Hermann et al., 2011). Hörselsinnet är byggt för att bearbeta samtidiga och överlappande stimuli, men är också påverkad av lyssnarens uppmärksamhet (Carlyon, 2004). En studie visade att sonifiering möjliggjorde för personer i en hektisk miljö att hålla en perifer övervakning (Axon et al., 2018). Vi känner dock inte till några studier som har undersökt hur sonifiering fungerar praktiskt i butiker när det gäller kunduppmärksamhet, användarupplevelse och hur dessa faktorer påverkar kundbeteende. Vi vet dock att

konsumenternas mekanismer kring uppmärksamhet är en nyckelfaktor för att förutsäga konsumenternas val (Chartrand et al., 2008; Otterbring & Shams, 2019).

Dubus och Bresin (2013) kartlade den befintliga forskningen om relationen mellan fysiska egenskaper och ljud inom sonifiering. När en fysisk egenskap är relaterad till rörelse, uppfattas ljudet som en förändring i tonhöjd men framförallt som en förändring av rytm och tempo. Vanligtvis används spatialisering och tonhöjd för att påvisa plats, ljudstyrka och tonhöjd används för avstånd, tonhöjd används för hastighet, och tonhöjd och spatialisering används för rörelse.

Uppmärksamhet och kongruenta ljud

Auditiv uppmärksamhet kan beskrivas som förmågan att exakt och snabbt fokusera sin uppmärksamhet mot ett specifikt ljud i en miljö. Att lägga märke till avvikande ljud har varit evolutionärt mycket viktigt (Fritz et al., 2007). Ett känt exempel på auditiv uppmärksamhet är cocktailpartyeffekten där vi är kapabla att välja vad eller vem man ska lyssna på i en hektisk miljö (Cherry, 1953; Grunert, 1996). Faktum är att information kan behandlas även om den ligger i bakgrunden (Dijksterhuis & Aarts, 2010; Treisman, 1964), vilket innebär att uppmärksamhet beror på en mängd olika faktorer, såsom personliga intressen, tidigare erfarenheter och förväntningar, men också den kognitiva kapaciteten vid en given tidpunkt och de specifika sociala förutsättningarna (Eysenck & Keane, 2005; Kaya & Elhilali, 2017; Salmi et al., 2009). I en ny miljö använder vi tidigare erfarenheter för att förutsäga vilka ljud som sannolikt kommer att höras, och vår uppmärksamhet kontrollerar våra sensoriska system separat (Spangenberg et al., 2005).

Ett kongruent ljud definieras som ett ljud som kontextuellt passar miljön medan ett inkongruent ljud avviker kontextuellt från miljön. Inkongruenta ljud är i allmänhet lättare att upptäcka (Gygi & Shafiro, 2011), delvis eftersom oväntad sensorisk information skapar en osäkerhet som gör att fokus riktas mot att identifiera det inkongruenta (Larsson et al., 2007), och delvis eftersom

kongruenta ljud inte fordrar samma uppmärksamhet från lyssnaren (Bar, 2007). Om ett visst inkongruent ljud upprepas kan vi däremot bli bättre på att ignorera det (Block et al., 1999).

Flera författare har även betonat vikten av design med hög ekologisk validitet (Bergman et al., 2009; Gaver, 1993) för att matcha ljudets tänkta funktion med en händelse.

Det finns samtidigt ett behov av att lyfta blicken från det rent funktionella och designa mer estetiskt tilltalande ljudnotiser (d'Astous, 2000; Vickers, 2005).

Perception och ljudlokalisering

Vår förmåga att lokalisera en ljudkälla bygger på tidsskillnaden och ljudnivåskillnaden mellan ljudvågorna som når öronen, den s.k. presedenseffekten, där ljudets början är viktigare för vår uppfattning än senare delar av ett ljud (t.ex. Oberfeld et al., 2018). Rakerd och Hartmann (1986) föreslog "trovärdighetshypotesen" som ett tillägg till presedenseffekten där den pågående lokaliseringprocessen avbryts efter ljudets början när dessa är osannolika. Tonhöjd och intensitet kan däremot härledas från endast ett öra (Kuwada & Yin, 1987).

För att utforma system med ljudnotiser som effektivt integreras i handeln behöver vi en detaljerad förståelse för hur konsumenterna upplever och interagerar med sina miljöer (McGregor et al., 2002). Flera tidigare studier har fokuserat på perifera aviseringar där ljudsignaler är inbäddade i bakgrundsmusik (se t.ex. Jung, 2010; Jung & Butz, 2005; Jung & Schwartz, 2007). Inom detaljhandeln har till exempel Wahlster och andra (2010) undersökt hur avisering via ljudsignaler kan inbäddas i det omgivande ljudlandskapet. Alexanderson (2004) diskuterar "smooth notification", paradoxen mellan perifer medvetenhet kontra diskreta ljudhändelser, dvs fenomenet att låta ljudhändelser försvinna in i bakgrunden om det inte behövs, men ändå vara tillräckligt tydliga för att informera om en förändring.

Den virtuella miljön (VR)

Virtual reality (VR) är ett datorgenererat gränssnitt som realistiskt simulerar en fysisk miljö. VR upplevs vanligtvis via en huvudmonterad display (HMD) som Oculus Quest. Det finns många fördelar med att använda VR i forskningsstudier, till exempel ökad experimentell kontroll och isolering av testvariabler. Oculus Quest kan spåra kroppsrörelser och huvudrörelser, vilket underlättar att köra mer komplexa experiment än under fysiska förhållanden (Pan & de C. Hamilton, 2018). I VR skyddas användaren perceptuellt från omgivningen med stereohörlurar, stereoskopiskt 3D-seende och dynamisk kontroll av synvinkel. Dessa funktioner skapar en uppslukande upplevelse som matchar en verklig värld med en hög känsla av närvaro och immersion (Servotte et al., 2020).

Flera tidigare studier har undersökt huvudrörelser i VR-experiment med fokus på ljud (se t.ex. Brimijoin et al., 2013; Kim et al., 2013; Valzoghger et al., 2020). Auditiv lokalisering av händelser i en VR-miljö baseras ofta på att mäta huvudriktning, vilket innebär att deltagaren vänder huvudet mot en uppfattad ljudkälla. Metoden som används för att mäta lokalisering har stark påverkan på utfallet (Bahu et al., 2016). Egocentriska metoder, där deltagarens kropp (inklusive huvudet) är riktad mot ljudkällan, har visat sig vara mer exakta än exocentriska metoder, där deltagarna rapporterar upplevd ljudlokalisering med ett grafiskt gränssnitt (Djelani et al., 2000; Gilkey et al., 1995; Pernaux et al., 2003).

Kundnöjdhet och PAD-modellen

PAD-modellen utvecklades av Mehrabian och Russell (Mehrabian & Russell, 1974) för att mäta en persons känslomässiga tillstånd med hjälp av numeriska skalor i tre dimensioner: Nöje eller belåtenhet (Pleasure), upphetsning eller anspänning (Arousal) och dominans (Dominance). Modellen har använts i marknadsförings- och handelsforskning för att analysera kundnöjdhet och känslöförändringar och hur det påverkar kundbeteende (Ratneshwar et al., 2003). Trots att originalmodellen består av tre dimensioner tenderar de två första dimensionerna belåtenhet och anspänning att användas av fors-

kare i större utsträckning än dominans [15]. Belåtenhet handlar om huruvida en individ uppfattar miljön eller omgivningen som njutbar medan anspänning återspeglar i vilken utsträckning individen blir stimulerad av miljön. Den tredje dimensionen dominans relaterar till känslan av kontroll eller begränsning [15]. För att mäta detta har vi använt oss av motsatsord för att återspegla dimensionerna med utgångspunkt i PAD-modellen.

Syfte och forskningsfrågor

Huvudsyftet med vårt projekt är att avskräcka och förhindra snatteri genom att spela ljudnotiser i butiker, men utan att störa vanliga kunder eller distrahera anställda. Ljuden får inte minska den totala shoppingupplevelsen. Dessutom föreslår vi att ljuddesign som används bör bygga på en grundlig undersökning av befintliga ljudmiljöer i butiker.

Några av de forskningsfrågor vi undersöker är:

- Vilken designstrategi för ljudnotiser är att föredra?
- Kommer testdeltagare som har tilldelats en roll som butiksmedarbetare, det vill säga som vet att de kommer att utsättas för ljudnotiser, reagera mer på sådana ljud än testdeltagare som tilldelats en roll som konsument, omedvetna om ljudnotiser?

I synnerhet försökte vi undersöka hur dessa två förhållanden påverkade hur ofta testdeltagare uppmärksammade ljudhändelser genom att mäta antalet huvudrörelser i riktning mot ljudkällan, och hur viktig ljuddesign är för resultatet. Våra antaganden var att de medvetna testdeltagare reagerar oftare än de omedvetna, och att de omedvetna kommer att bli mer störda av ljud som inte passar in i sammanhanget.

- Kommer testdeltagare tilldelat roll som handlande konsument och som kan röra sig fritt i en VR-butik märka ljudnotiserna?
- Finns det en skillnad i märkbarhet mellan kongruenta och inkongruenta ljudnotiser?
- Kommer testdeltagare bli störda av ljuden i testscenariot?

För att utvärdera detta användes ett kvalitativt tillvägagångssätt med halvstrukturerade intervjuer för att besvara de två första frågorna, medan den tredje utvärderades både genom intervjuerna och Pleasure-Arousal-Dominance-modellen för att mäta förändringar i känslomässigt tillstånd hos testdeltagare under testet.

3. Studiens uppbyggnad/ metod

Projektet var tänkt utföras i en fysisk butik, men då det inte blev möjligt genomfördes istället en rad separata, kompletterande delstudier:

1. Workshops kring ljuddesign
2. Framtagande och test av olika typer av ljuddesign
3. Framtagande av riktlinjer för ljuddesign
4. Styrst perceptionstest i VR-miljö
5. Evaluering av designriktlinjerna
6. Icke-styrst perceptionstest i VR

Delstudierna genomfördes efter varandra, och resultaten från en studie hade direkt inflytande på nästa. Momenten 1-2 itererades i två steg och repeterades senare. Även evalueringen (5) repeterades flera gånger. Av delstudierna är de styrda och icke-styrda experimenten i VR-miljö mest omfattande. Under projektets gång har vi också genomfört icke-strukturerade kortare intervju med personer ur målgrupperna.

Workshops kring ljuddesign

Tio professionella musiker och ljuddesigners som alla hade erfarenhet av att jobba i affärer fick i uppgift att designa ett bakgrundsljud som skulle möta två olika typer av lyssnares funktionella och kognitiva behov. Målet var att de skulle designa ljud som skulle uppmärksammas av den potentiella snattaren och av butikspersonalen, dock inte av övriga besökare i butiken.

Deltagarna fick under en halvdags workshop tillsammans med representanter från forskningsprojektet diskutera och utvärdera sina designuppgifter för att bidra med kritiska reflektioner kring kompositionsteknik och lyssningsupplevelse. En mer detaljerad beskrivning av ljudesignen i text, som beskrev materialval och teknik, lämnades in av varje deltagare för att kunna användas i syfte att utveckla ljudesignmetodiken. Materialet analyserades av forskargruppen och resulterade i en designskiss som beskrev designtekniker, ljudeffekter och typer av ljud som var tänkbara att använda vid design av ljudnotiserna.

Framtagande och test av olika typer av ljud-design

I två omgångar har studenter inom ljudesign fått i uppgift att skapa och utvärdera ljudnotiser enligt riktlinjerna som definierades av projektets mål. Arbetet genomfördes i kursen Musikalisk kommunikation och musikteknologi vid KTH, samt som ett examensarbete. Analyser av studenternas ljudfiler och inlämnade texter som beskrev designutförandet och motiveringar av designval utfördes dels för att undersöka hur designuppgiften blev tolkad och utförd baserat på riktlinjerna och dels för att få en förståelse för hur ljudnotiserna uppfattades.

Framtagande av riktlinjer för ljudesign

Med utgångspunkt i analyserna från workshopen och studentuppgifterna kunde vi konstatera att det var möjligt att ta fram konceptuell ljudesign för validering i efterföljande tester.

Designriktlinjerna grundades i antagandet att ljudnotiserna som skulle designas hade som syfte att fånga uppmärksamhet utan att vara störande i den virtuella miljön. Därför kunde de inte vara för utpräglat inkongruenta vilket skulle motverka syftet. Den här typen ljudesign där ljud som ska höras utan att vara för kognitivt krävande har undersökts i en tidigare studie (Eriksson et al., 2017). I studien konstateras att den här typen av ljudnotis måste smälta in i bakgrundsmiljön och samtidigt innehålla karaktärsdrag som subtilt lockar till uppmärksamhet utan att vara påträngande.

Den mest effektiva designstrategin för att förmedla information är inte nödvändigtvis att använda naturtroga inspelningar eller realistiska ljudsimuleringar med hög ekologisk validitet, vilket framgår av forskningslitteraturen om ljudobjekt och tecknad film (Avanzini et al., 2003). Istället har modeller som genererar syntetiska ljud som inte alltid är naturtroga, men som följer fysiska lagar visat sig vara effektiva, och kontextuell koppling bör därför vara en viktig designparameter. Vårt antagande för studien var att ljud med större kontextuellt avstånd från ljud förekommande i butiksmiljö skulle väcka mer uppmärksamhet men också skulle uppfattas som

mer störande än ekologiskt giltiga ljud.

Styrt perceptionstest i VR-miljö

För att studera vilken effekt våra ljudnotiser hade utfördes ett styrt perceptionstest i VR-miljö med Oculus Quest head-mounted display (HMD) och hörlurar, men utan handkontroller. Totalt 16 deltagare (9K, 7M, 24-53 år) deltog i experimentet. Experimentet gick ut på att spåra en deltagares huvudrörelser i en virtuell butik och matcha huvudriktningen till ljud som initieras av avatarer som interagerar med objekt i butiken. Den virtuella butiken var rymlig, c:a 700 kvadratmeter, bestående av tre rum, se bild 1, med hyllor, bord och bänkar. Bord och hyllor innehöll plagg och tillbehör, mestadels skjortor, byxor, hattar, ryggsäckar, bälten och handväskor. Vi lade till bakgrundsmusik i form av en generisk deep house-låt som spelades från en uppsättning högtalare i taket på en konstant ljudnivå. Förutom musikspåret mixade vi in ett ljudspår av omgivande butiksljud med kassaljud, entrésignaler, mumlande, skoskrapning, m fl ljud

som inte alltid är naturtrogna, men som följer fysiska lagar. Dessa har visat sig vara effektiva, och kontextuell koppling bör därför vara en viktig designparameter. Vårt antagande för studien var att ljud med större kontextuellt avstånd från ljud förekommande i butiksmiljö skulle väcka mer uppmärksamhet men också skulle uppfattas som mer störande än ekologiskt giltiga ljud.

Vi programmerade totalt 25 interaktioner med varierande avstånd från deltagarens rörliga avatar, med tidsintervaller mellan 11 till 35 sekunder. Ljuden spelades bara aningen starkare (några dB) än bakgrundsmusiken. Var och en av de sex ljuden spelades mellan 3-5 gånger. I två fall upprepades samma ljudnotis, det vill säga spelades från samma plats två gånger i rad (men med ett liknande tidsintervall som alla andra händelser). Testdeltagare använde samma par Audio-Technica ATH-M50X hörlurar.



Bild 1: Interiör och avatarer i VR-butiken.

Sex förprogrammerade avatarer (fyra kvinnliga och två manliga karaktärer) agerade kunder som gick runt i butiken och av och till steg fram till olika föremål. När en avatar närmade sig ett objekt på en hylla spelades en ljudnotis från den

positionen. Sex olika platser, var och en med sitt eget ljud, arrangerades enligt bild 2.



Bild 2: Översiktsvy av VR-butiken. De sex cirkelarna visar var ljuden spelades upp.

De sex olika ljuden var mellan 0,5-2,5 sekunder och grupperades efter att vara antingen kongruenta eller inkongruenta. De kongruenta ljuden påminde om att dra ett plagg med galge längs stativet. Två ljud var riktiga inspelningar av en klädhängare, och ett ljud var ett "cartoonified" (överdrivet karakteristiskt), svepande ljud. De inkongruenta ljuden var tydligt annorlunda: fågelsång, ett manipulerat svepljud och perkussionsinstrumentet vindspel (wind chimes), alla valda på grund av deras kontextuella avskiljning från butiksmiljön. Vi inkluderade fågelsången som det mest utpräglade inkongruenta ljudet, men det är fortfarande ett vanligt förekommande ljud i vardagen, samt vindspel som är distinkt och igenkänningsbart men inte ovanligt i musik.

I studien var vi främst intresserade av reaktioner på ljud som utlöses av avatarer som rör sig runt deltagaren och vi beaktade bara deltagarens huvudrörelser som direkt kunde kopplas till ljudnotiser. För att skapa en jämförbar upplevelse för deltagarna var avatarernas rörelser och handlingar identiska mellan försöken. Dessutom kunde deltagaren inte bestämma var 3D-figuren man befann sig i skulle förflytta sig, utan leddes runt längs en bana i butiken för att simulera upplevelsen av att följa med kroppen till antingen en butiksanställd eller strosande kund, beroende på instruktioner. Däremot var deltagaren fri

att vända huvudet och kroppen obegränsat, och det var denna horisontella rotation vi mätte och analyserade.

Deltagarna informerades om att de skulle delta i ett informellt spel eller en upplevelse där du inte kunde vinna eller förlora, och där huvudsyftet var att se sig omkring och uppleva VR-butiken. Vi delade slumpmässigt upp i två grupper, medvetna och omedvetna om att avatarerna utlöste ljudnotiser när de "rörde" vid saker. Den medvetna gruppen blev instruerade att, om de ville, titta efter när avatarer rörde vid saker. Den omedvetna gruppen fick vilseledande information om att vi testade maskininlärningsalgoritmer för avatarinteraktion, men alltså ingenting om ljudmiljön.

Testet i VR-miljön varade i 10 oavbrutna minuter, varpå deltagarna intervjuades kort. Huvudrörelser sparades i Oculus Quest och analyserades för att upptäcka eventuella skillnader mellan experimentgrupperna medvetna och omedvetna. I analysen definierade vi händelsen "träff" när deltagarens huvud-orientering matchar riktningen för en avisering direkt efter avspeling. Sedan definierade vi "träfffrekvens" som förhållandet mellan det totala antalet träffar och det totala antalet ljudhändelser. Vi använde t-tester och Chi-square-tester med 5% signifikansnivå. Även om urvalsstorleken i testet är liten när det gäller det absoluta antalet delta-

gare, är det värt att nämna att med tanke på den upprepade exponeringen för aviseringar och den stora mängd ytterligare rörelsedata som samlats in mellan dessa aviseringar, så bidrog varje deltagare med många datapunkter. Trots den lilla urvalsstorleken baseras alltså jämförelserna mellan de två experimentella förhållandena på hundratals observationer per tillstånd, vilket ger studien tillräckligt styrka.

Icke-styrt perceptionstest i VR

För att testa uppmärksamhet och om ljudnotiser-na upplevdes distraherande fick tio nya test-deltagare (2K, 8M, 27-37 år) i uppgift att på egen hand strosa i butiken och köpa femton kläder och tillbehör som angavs på en virtuell inköpslista. Varje gång en deltagare eller en av de sex avatarerna tog ett föremål spelades en avisering.

Vi designade och implementerade en ändrad version av miljön för det styrda VR-testet, där vi inkluderade förutom fri rörelse också handkontroller för att greppa och navigera. Väggarna, taket och möblerna fick fysiska materialegenskaper (trä) så att ljud spelades upp i lokalen med simulerad rumsakustik. Dessutom gjordes objekten (kläder och accessoarer) interaktiva så att deltagaren kunde ta tag i dem med sina virtuella "händer" i simuleringen med en viss realism: föremålet påverkas av gravitation och skulle falla till golvet om det släpptes. För att greppa en vara förde deltagaren sin avatar fram till hyllan och tog efter den, varpå den "fastnade" i handen. För att köpa varan fick avataren helt enkelt gå fram till kassan: när varan kom tillräckligt nära skrivbordet aktiverades köpfunktionen som avlägsnade varan till kassabiträdet, och ett generiskt ljud av mynt som skramlar i en kassa utlöstes automatiskt. Vi beslöt att de irrelevanta varorna i butiken, dvs, de som inte fanns på handlelistan, inte skulle vara interaktiva för att dels förenkla experimentet och dels för att minimera möjliga obetydande användarfel. Genom fönstren (som inte man såg i den styrda versionen) lades det till en vy av en piazza i Bologna för att öka realismen.

Med utgångspunkt i de föreslagna designrekom-

mendationerna som kom från de tidigare experimenten i projektet designades sex nya ljudnotiser: tre kongruenta och tre inkongruenta. De kongruenta ljuden utformades enligt riktlinjerna för att passa ljudlandskapets tema men stack ändå ut tillräckligt för att kunna höras och användas som varningar. Enligt riktlinjerna ställdes nivåerna något lägre än bakgrundsljudet. Längden reducerades från 1,2 sekunder till 0,8 sekunder (standardavvik 0,23s). Av de inkongruenta ljuden var två designade för att sticka ut och inte passa den övergripande ljudbilden. Detta gjordes mer subtilt än i förra experimentet genom att använda organiska, röstliknande, melodiska kvaliteter, och var målmedvetet off-pitch i förhållande till bakgrundsmusiken. Det tredje inkongruenta ljudet liknade en viskning. De inkongruenta ljuden var inte kopplade till ljud från mänskliga interaktioner som hördes i ambiens-spåret.

Platserna för de femton föremålen deltagaren kunde hämta agerade som ljudkällor och var placerade så att hela butiken blev utforskad. Sex av dem placerades mycket nära platserna där avatarerna startade uppspelningar för att öka chansen att deltagarna tydligt hörde avatarutlösta ljud och även visuellt lägga märka till avatarernas interaktioner med varorna, se bild 3.

Ljudkällorna för de kongruenta och inkongruenta ljuden var kopplade till sju objekt vardera, men ett av objekten var "tyst" (hade inget ljud kopplat) för att se om testdeltagare ens märkte frånvaron av interaktionsljud. Avatarerna rörde sig i individuella 10 minuter långa loopade "banor" och utlöste ljud 25 gånger tillsammans per loop.

Ljudbilden i butiksmiljön bestod som tidigare av ett loopat bakgrundsmusikspår och kontextuell brus/stämning som simulerade en klädbutik. Bakgrundsljuden var allestädes närvarande, icke-spatialiserade och spelades därmed på samma nivå i hela miljön som om ljudet kom från butikens högtalarsystem. Ljudnotiser-na var helt rumsliga och spatialiserade och spelades från en specifik virtuell högtalare vid varje ljudkälla. För deltagarutlösta ljud placerades källan "på" de faktiska föremålen som skulle plockas upp, och de

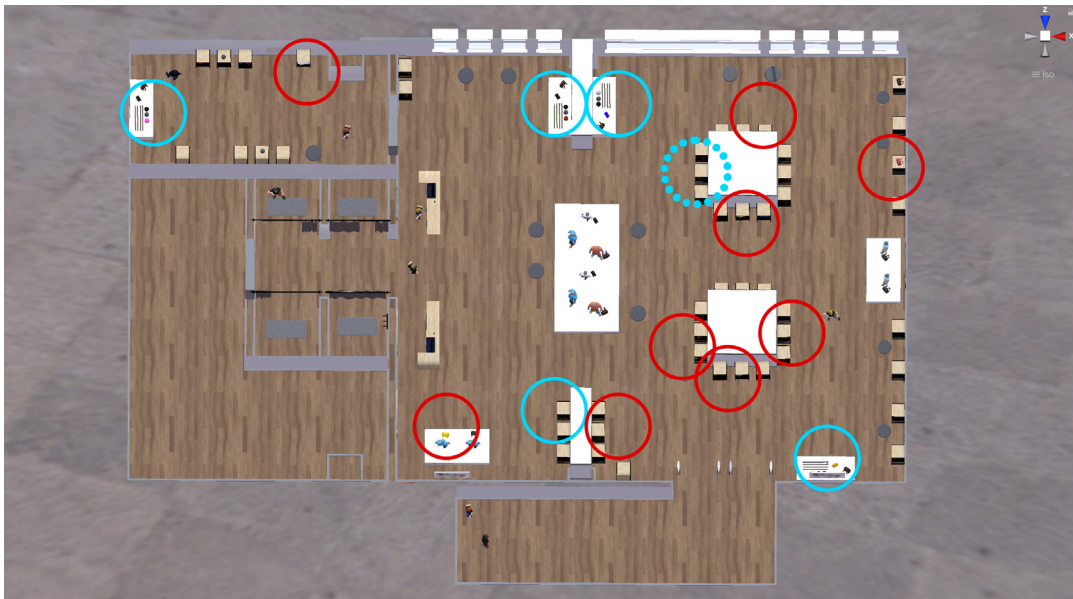


Bild 3: Översiktsvy över placeringen av de femton föremålen som var ljudsatta.

avatarutlösta ljudkällorna placerades på klädstäl-
len eller hyllorna där animationen ägde rum.
Ljudnivån på bakgrundsmusiken och
atmosfären ställdes in på en realistisk lyssnings-
nivå som verifierades och testades i tre
pilottester och hölls sedan konstant. De
avatarutlösta ljudnotiserna presenterades cirka 3
dB tystare än bakgrundsljuden nära interaktio-
nen, och från cirka 25 meters avstånd maskerades
ljudnotisen helt av bakgrundsljudet. Testdeltag-
arna använde igen Audio-Technica ATH-M50X
hörlurar.

Testet började med att testledaren läste in-
struktioner från manus. Deltagaren svarade på
bakgrundsfrågor och den första omgången av
PAD-frågor. Deltagaren tog sedan på sig
Oculus HMD och hörlurar och gick in i en
enklare övningsmiljö för att bli bekanta och
bekväma med kontrollerna och känslan av att
vara i en VR-miljö. Efter att ha övat tog deltaga-
ren av båda HMD och hörlurar och svarade på
PAD-frågorna igen. När de kände sig redo sattes
HMD och hörlurar åter på plats och avataren
styrdes genom en dörr från övningsmiljön som
ledde dem in i butiken och till huvudtestet.

Deltagarnas uppgift var att köpa de femton artik-
larna på inköpslistan i vilken ordning som helst.

Föremålen skilde sig tydligt från de andra före-
målen i butiken efter färg, t.ex. om testdeltagare
skulle köpa en "blå skjorta" så var just den här
skjortan i en helt annan nyans av blått än andra
blå föremål. Testdeltagarna ombads att bara
hämta en vara i taget och fick inga
beskrivningar av butikens layout eller var man
kan hitta de olika varorna. Efter att ha köpt tre
föremål hade testdeltagarna instruerats att gå in i
ett omklädningsrum och pausa simuleringen. Där
kunde testledaren ställa PAD-frågorna utan att
behöva ta av HMD eller hörlurarna. Detta uppre-
pades i fem omgångar tills alla femton föremålen
hade köpts. Den sista omgången av PAD-frågor
ställdes med HMD och hörlurar borttagna. Test-
deltagarna blev uppmanade att försöka leva sig in i
situationen efter bästa förmåga och agera som om
de befann sig i en riktig butik, och de försäkrades
om att det inte var någon brådska och att det inte
fanns några rätt eller fel sätt att slutföra testet.

Under sessionerna samlades fyra typer data in: 1)
bakgrundsinformation om deltagarna och deras
egna uppskattning av musikylyssnande och erfa-
renhet av spel, VR och detaljhandel, 2) PAD-mät-
ningar, 3) VR-interaktionsdata och 4) intervjuer.
Testdeltagare rapporterade sitt känslomässiga
tillstånd och nivå av illamående sju gånger under
testet: en före övningsomgången, en direkt efter,

sedan fyra gånger inne i VR-miljön och en sista efter att simuleringen slutförts. PAD utfördes muntligt för att kunna behålla HMD på.

Frågorna som ställdes i intervjun efter simuleringen formulerades så öppna och generella som möjligt för att inte styra samtalet i någon speciell riktning, utan låta dem tala fritt om deras upplevelse i butiken. Att det spelades ljud avslöjades inte förrän den allra sista frågan, eftersom syftet var att se om deltagarna skulle nämna ljud på egen hand och i så fall i vilken egenskap, sätt och sammanhang. Intervjuerna bestod av följande frågor:

- Hur känner du dig just nu?
- Har du några allmänna tankar om simuleringen du var med om?
- Var det något speciellt du tänkte på?
- Kände du dig distraherad på något sätt? (Om ja, varför och/eller hur?)
- Hur bestämde du dig för i vilken ordning du gjorde inköpen?
- Fanns det några föremål eller typer av föremål som du tyckte var särskilt tillfredsställande att få tag på och köpa? (Om ja, varför?)
- Tänkte du på några ljud? (Om ja, beskriv dem.)

Testdeltagarna uppmuntrades att tala fritt och utveckla alla frågor, och följdfrågor ställdes när det var lämpligt. Intervjuernas öppna struktur skulle möjliggöra att undersöka ljudens märkbarhet. Datat analyserades med kvalitativ innehållsanalys (Graneheim et al., 2017) enligt följande: De kompletta transkriberade intervjuerna lästes upprepade gånger för att få en helhetssyn på innehållet. Meningar eller fraser som innehöll information som var relevant för frågorna extraherades. Utdragen förkortades för att reducera textmängden men lite kringliggande text behålls för att inte tappa sammanhanget. De sammanfattade meningarna kodades och kategoriserades, och slutligen formulerades teman för att lyfta fram innehållet i intervjuerna.

PAD-modellen

Metoden för att skatta känslomässiga tillstånd enligt PAD-modellen består av ett antal sju-punkts skalor av motsatta befinnande: Olycklig-lycklig, irriterad-belåten, sömnig-vaken, matt-uppspelt och missnöjd-nöjd. Dessa slogs senare samman i de tre dimensionerna nöje eller belåtenhet (Pleasure), upphetsning eller anspänning (Arousal) och dominans (Dominance). Förutom dessa parametrar mätte vi också illamående/yrsel på en liknande punktskala (från Ingen till Svårt illamående/yrsel).

PAD-modellen användes i de andra VR-experimenten för att övervaka testdeltagarnas förändringar i humör och känslomässiga tillstånd i VR-miljön. Eftersom vi inte studerar kundbeteende används modellen som ett övervakningsinstrument för att se hur upplevelsen påverkade testdeltagarna över tid. Eftersom ett av målen med simuleringen var att göra den så realistisk och uppslukande som möjligt förväntade vi oss bara små variationer i stämningen under testets gång, medan stora fluktuationer skulle vara oönskade.

4. Resultat

Projektresultaten är som en konsekvens av studiens uppbyggnad med flera separata moment av olika karaktär och kan delas in i två kategorier:

- Designprinciper för ljudnotiser i butiksmiljö
- Uppmärksammande av ljudnotiser i butiksmiljö

Här redovisar vi resultaten med störst koppling till forskningsfrågan och störst implikation för framtida studier. För detaljerade rapporter hänvisar vi till de publicerade artiklarna listade under rubriken Publikationer, presentationer och media.

Resultaten är ömsesidigt beroende av varandra då syftet med projektet är att skapa ljud som nästan inte ska uppmärksammas. Om ljudnotiserna designas att vara för hörbara eller spelas för starkt så blir uppmärksamheten högre än önskvärt, och på samma vis om ingen uppmärksammar ljuden så är design eller ljudnivå inte tillräckligt bra anpassade.

Designprinciper för ljudnotiser

Från experimentet med att ta fram ljudnotiser skapade åtta deltagare en ljuddesign vardera, som mixades in med tre olika bakgrundsmusikspår. Deltagarna beskrev alla ljud fritt med adjektiv samt skrev reflektionstexter om designprocessen. Vi kunde extrahera följande tre sonifieringsstrategier från textdokumentationen:

- att ändra bakgrundsmusiken,
- att addera ett annat ljud till bakgrundsmusiken, eller
- att ändra+addera som kombinerar båda strategier.

Strategin att ändra inkluderar att ändra själva bakgrundsmusiken genom att till exempel lägga till ett filter för att dämpa eller förstärka ett visst frekvensområde eller förvränga ljudet. Strategin att addera inkluderar att lägga till ett notifieringsljud ovanpå bakgrundsmusiken och mixa dessa. Strategin att ändra+addera kombinerar dessa genom att till exempel ändra bakgrundsmusiken med ett filter och sedan lägga till ett annat ljud ovanpå den. Ljudet behöver

tas fram med hänsyn till önskvärda egenskaper såsom att det är noterbart men även behagligt att lyssna på, både sporadiskt och under en längre tid. Detta för att ljudet ska uppfylla sitt syfte att minska stölder, men samtidigt inte försämra shoppingupplevelsen.

Uppmärksammande av ljudnotiser

I projektet utfördes experiment i en butiksmiljö i VR genom två perceptionstester där deltagarna upplevde en shoppingsituation i en simulerad ljudmiljö bestående av musik, bakgrundsljud som vanligtvis finns i en klädbutik samt ljudnotiser. Ljudnotiserna testades på två grupper av deltagare, en grupp som var medvetna om förekomsten av ljudnotiserna och en grupp som inte var det. Resultaten som baserades på hundratal observationer visade att ljudnotiser kan utformas med subtilitet samtidigt som de fortfarande är märkbara. Detta då sättet att lyssna påverkar hur ljud uppfattas. Det var till exempel en skillnad när det gäller hur starka interaktionsljuden uppfattades av butiksbesökarna, beroende på om deltagarna var medvetna om att det fanns ljudnotiser kopplade till händelser i butiken kontra om de inte var medvetna om denna aspekt av ljudmiljön.

Från intervjuerna framkom att inkongruenta ljud uppmärksammades av testdeltagarna men kontextuella ljud uppfattades enbart av ett fåtal personer. Alla hade hört de inkongruenta ljuden men endast tre testdeltagare kunde minnas att de hört de kontextuella ljuden. En nämnde inte ljud alls under de första delarna av intervjun, inte heller några distraktioner. Men vid en direkt fråga om ljud nämnde deltagaren omedelbart de kongruenta ljuden:

Det hördes ett slags swishljud när jag tog tag i saker. Typ som... Jag vet inte om jag kan imitera det men lite som, tja... Swish-ljud.

Det var tydligt att deltagarna i allmänhet inte kopplade de ljud de hörde till de handlingar som utlöste dem. Åtta gjorde en koppling till sina egna

interaktioner på olika sätt, men endast med de inkongruenta ljuden, och det utan att konsekvent eller korrekt redogöra för när eller varför ljuden hade spelats:

[...] det var den där lilla hissmusiken, eller har jag föreställt mig detta? Jag tänkte att det fanns någon sorts bakgrundsmusik. Och så var det det här vackra [härmar körliknande ljud] och så var det något annat som nästan lät som en clowntuta, och ett [härmar kassaljudet]. Annars reflekterade jag inte... De andra ljuden var alltså mer subtila. Det var säkert fler ljud men inget jag kan... Det var de jag reflekterade över och minns.

Huvudrörelser som mått på uppmärksamhet

Vi kunde mäta reaktioner på ljud från deltagarnas huvudrörelser, där de två grupperna skilde sig åt i signifikantester. Gruppen som var medveten hade en signifikant högre huvudrörelseaktivitet än gruppen som var omedveten, både vad gäller hastighet och hur långt de vred huvudet. Vi fann också en signifikant högre aktivitet under ljudhändelser för den medvetna gruppen jämfört med den omedvetna gruppen.

De medvetna deltagarna gjorde nästan dubbelt så många huvudrörelser när en ljudnotis spelades jämfört med när inga ljudnotiser spelades, medan de omedvetna deltagarnas huvudrörelser var likartade för båda tillstånden. I genomsnitt reagerade den ovetande gruppen genom att titta i riktning mot ljudkällan vid 30% av alla ljudhändelser, medan den medvetna gruppen reagerade på 67% av ljudhändelserna. Alla utom en deltagare i den medvetna gruppen lokaliserade ljudkällorna bättre än de ovetande.

Ljudnotisernas varaktighet hade ingen signifikant effekt på huvudrörelserna för den vetande gruppen. Vi observerade dock en skillnad i den ovetande gruppen där ljud längre än 2,5 sekunder resulterade i nästan dubbelt så många huvudrörelser i genomsnitt, jämfört med ljud som var kortare än 1,5 sekund.

Den höga hastigheten i uppmätt huvudrotation i kombination med en hög förmåga att lokalisera var ljudnotiserna kom ifrån, i genomsnitt över 67% hos den medvetna gruppen, visade att medvetna deltagare oftast kommer att vända sig och titta direkt mot ljudkällan och inte åt andra håll.

Upplevelsen av ljudnotiserna

Enbart ett av klädesplaggen var ljudlöst när deltagarna interagerade med det. Trots detta var de flesta övertygade att flera klädesplagg var ljudlösa vid interaktion. En sa att alla kläder aktiverade ljudnotiser, men var ganska säker på att det var samma ljud:

[...] det var som [härmar en klockspel]. Som att samla ett mynt i 'Super Mario'. [...] Ja, jag kände att det var [samma ljud] på [alla föremål]. [...] Jag reflekterade över det.

Det bör nämnas i sammanhanget att inga klockliknande ljud användes. Deltagaren syftade heller inte på kassaljudet (rasslande av mynt i en kassaapparat) eftersom detta senare beskrevs mycket detaljerat som ett separat ljud. Detta kunde också observeras hos andra, då många av dem verkade ha upplevt ljud som inte fanns där samtidigt som de inte kom ihåg de faktiska ljudnotiserna. Alla uttryckte förvåning när de under intervjun blev uppmärksammande på att alla utom en interaktion med föremål aktiverade ljudnotiser, och särskilt förvånade blev de över att även avatarerna utlöste ljudnotiser ibland. Avatarernas påverkan på ljudet missades av samtliga testdeltagare, och inga kopplade uppspelade ljudnotiser till avatarerna även om en deltagare (felaktigt) trodde att den hade hört ljud vid kollisioner med avatarerna:

Det kändes som det var när jag gick in i en avatar, det var ett litet ljud, ungefär som "plong!" [härmar dörrklockans ljud]. Eller något... Ett litet ljud.

Liksom klockljudet som "hördes" ovan spelades det aldrig något ljud när avatarer krockade. Ett inkongruent ljud, ett melodiskt körliknande ljud, beskrevs dock av nästan alla och sex deltagare

kunde imitera detta. Även de två som inte gjorde någon koppling mellan ljud och interaktion hörde och imiterade kör ljudet men kunde dock inte säga varför eller när det aktiverades:

Jag vill minnas att det var något slags tjutande ljud. Något i stil med [härmar kör ljudet]. [...] Jag trodde först att det kom utifrån och inte hörde till simuleringen men sedan slutade jag helt enkelt tänka på det. Så jag kom ihåg det först nu när vi pratar.

Ett annat, ett clowntalikhande ljud, beskrevs tydligt och imiterades av tre deltagare som också beskrev det som "fult". En trodde till och med att den hade greppat tag i "fel" föremål första gången clowntutan hördes:

Första gången jag tog upp något som lät lite "dåligt" var jag rädd att jag hade gjort något fel. Det var när jag tog tag i den röda väskan.

Detta kan tolkas som ett tecken på att ljudnotisen kunde vara distraherande, men det togs inte upp av någon av deltagarna när de tillfrågades om det. Istället, i likhet med de flesta, uppgav en att avatarerna var den främsta distraktionen. Flera andra uppfattade ljudnotiserna som deskriptiva och instruerande. Vissa upplevde ljuden som en återkoppling på att något bra eller dåligt hände, "något läser upp":

Jag blev glad när jag hittade bältet, och jag fick den där fina lilla melodin då också. Det kändes verkligen som att en högre makt ville att jag skulle ha det bältet.

Testdeltagarna upptäckte i högre grad inkongruenta ljud men hade i allmänhet svårare att upptäcka kongruenta ljud:

Jag försöker komma ihåg om det var ett ljud när jag plockade upp ett föremål, jag menar ett "naturligt" ljud men jag... Jag har inget minne av det, så de [körliknande och clowntutan] är de enda jag kan minnas.

Dessutom observerades några intressanta fynd från intervjuerna angående ljudnivån: även om ljudnivån var densamma för alla deltagare, nämnde hälften av de i gruppen omedvetna att ljudnivån var för låg, medan alla i gruppen medvetna indikerade att ljudnivån var bra. Detta tyder på att det är både möjligt och fördelaktigt att anpassa hur enkelt ljudnotiserna ska kunna upptäckas, beroende på vem som hör dem (butikspersonal eller kund), för att uppnå en bra balans mellan att uppmärksamma och förbise dem, och att varningarna kan utformas för olika omständigheter och behov.

När det gäller reaktioner på ljuddesignen av de stimuli som används i testerna fick vi några oväntade resultat. Ett slående exempel är att få lade märke till vindspelsljudet, som vi förväntade oss vara det lättaste ljudet att lägga märke till. Eventuellt förväxlades detta ljud med ljudet av dörrklockan som spelades upp i bakgrunden. Ytterligare tester krävs därför för att öka detaljnivån i designriktlinjerna. Resultaten tyder på att ingen av deltagarna heller distraherades av några ljud, och varningarna hade ingen som helst uttrycklig effekt på testdeltagarnas upplevelse eller hur de betedde sig i butiken, det vill säga i vilken ordning de gjorde inköpen. Istället blev de distraherade och till viss del störda av de andra avatarerna i butiken.

Metodkritik

I projektets olika studier har både kvalitativa och kvantitativa studier genomförts. Det är svårt att i en kvalitativ studie utvärdera vad att vara "distraherad" faktiskt innebär. De exakta definitionerna och betydelserna av olika ord är interpersonella och även om man kanske inte känner sig distraherad, är det därför fördelaktigt att kvantitativt utvärdera denna aspekt, t.ex. genom att spåra huvudrörelser som gjordes i en av de kvantitativa studierna. Resultaten rörande deltagarnas distraktion visade sig dock vara likvärdiga i både de kvalitativa och de kvantitativa testerna.

Eftersom testerna gjordes i VR-miljö är det också möjligt att konnotationer till tv-spel skulle kunna påverka deltagarnas upplevelser. Deltagarnas relativt unga ålder och erfarenhetsnivå av att spela tv-spel är en faktor att ta hänsyn till vid utvärdering av resultaten. Det är inte osannolikt att de kongruenta ljuden verkligen hördes av många men förbisågs på grund av testets "gamifierade" natur. Ett annat potentiellt problem med resultaten är svaren är beroende av deltagarnas förmåga att uttrycka och beskriva sina minnen av händelser. Två av de inkongruenta ljuden var huvudsakligen melodiska och det är också de ljud som de flesta minns och imiterar. Det är svårt att hitta orsakerna till detta men en rimlig förklaring är att de var de mest inkongruenta av ljuden och därför lättare att lägga märke till och komma ihåg.

Sammanfattning

Målet med designen av ljudnotiserna var att kunder inte ska uppleva att bli utsatta för varningar när de interagerar med varor. Eftersom nästan alla omnämnanden av ljud i testerna handlade om inkongruenta ljudnotiser, verkar det som om vi är på rätt väg. Man skulle kunna hävda att det i det avseendet inte spelar någon roll om inkongruenta ljud är distraherande eller fångar uppmärksamhet eftersom studierna i detta forskningsprojektet indikerar att man inte behöver använda dem.

Även om resultaten tyder på att deltagarna inte märkte kongruenta ljud, kvarstår dock fortfarande frågan om dessa ljudnotiser fångar uppmärksamheten hos potentiella snattare i en verklig butiksmiljö, och hur längre tids exponering påverkar personer som befinner sig i ljudmiljön. Studier i fysiska butiker måste därför utföras och för dessa experiment föreslår vi en första uppsättning designriktlinjer för korta ljudnotiser i en butiksmiljö. Dessa riktlinjer för design ska inte anses generella, utan är framtagna och verifierade inom ramen för experimenten beskrivna här ovan.

Ljudnotiser kan:

- vara kongruenta med och kontextuellt passa in i miljön där de spelas,

- spelas upp med en relativt låg volym, helst strax under bakgrundsmusikens nivå
- vara korta, cirka en sekund,
- ha långsam eller snabb attack och ansats, det spelar ingen större roll,
- vara inkongruenta med miljön, så länge de utformas med omsorg.

Publikationer, presentationer och media

Projektet har både presenterat och publicerat resultat från delstudierna på konferenser och seminarier, samt deltagit i medier med intervjuer.

Projektet har presenterats i populärvetenskapliga sammanhang:

- Forskardagen 2020, ICA-handlarna
- Uppstartsseminarium januari 2021, Handelsrådet
- Flera tillfällen för kollegor och studenter vid KTH och Konstfack.

Resultat från projektet har presenterats vid fem internationella akademiska konferenser:

Anindita, P. P., & Falkenberg, K. (2021). Design Approaches to Alert Sounds for Interactions in Shops. Nordic Sound and Music Computing Conference. Artikel: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5724377>. Videopresentation: <https://youtu.be/clp9e2uzLY0?t=1918>

Arfvidsson, G. F., Eriksson, M. L., Lidbo, H., & Falkenberg, K. (2021). Design considerations for short alerts and notification sounds in a retail environment. Proceedings of the Sound and Music Computing Conference.

Artikel: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5040527>
Videopresentation: <https://youtu.be/DD7f1Ehbrk8>

Falkenberg, K., Eriksson, M. L., Frid, E., Otterbring, T., & Daunfeldt, S.-O. (2021). Peripheral auditory notifications in a virtual retail environment. Proceedings of ICAD 2021.

Artikel: https://icad2021.icad.org/wp-content/uploads/2021/06/ICAD_2021_2.pdf
Videopresentation: <https://youtu.be/ndSWWh-5PJHQ>

Frid, E., Eriksson, M. L., Otterbring, T., Falkenberg, K., Lidbo, H., & Daunfeldt, S.-O. (2021). On Designing Sounds to Reduce Shoplifting in Retail Environments. Nordic Retail and Wholesale Conference. (Bara sammanfattning)

Kursen Sound in Interaction: Sound Art, Sound Architecture and Sound Design vid Konstfack, ljuddesignuppgift och workshop

Holmqvist, S., Falkenberg, K., Otterbring, T., & Eriksson, M. L. (2021). Evaluating pleasure, arousal and customer satisfaction from sound notifications. Nordic Retail and Wholesale Conference. (Lång artikel)

Projektet har uppmärksammats i tre intervjuer:

KTH-nytt, 20 november 2020. Varor som låter ska förhindra stölder. <https://www.kth.se/aktuellt/nyheter/varor-som-later-ska-forhindra-stolder-1.1030209>

Handelsnytt, 25 november 2020. Kan musik sätta stopp för butiksstölder? <https://handelsnytt.se/2020/11/25/kan-musik-satta-stopp-for-butiksstolder/>

Modern Psykologi, nr 9 2021. Specialnummer: Hjärnan, så funkar den. Toner mot snatteri. <https://www.pressreader.com/sweden/modern-psykologi/20211027/282050510260818>

Flera studentarbeten har ingått i projektarbetet, antingen som självständiga studier eller kortare experiment:

Gustav Frisk Arfvidsson, KTH, examensarbete, <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1598011>

Puspita Parahita Anindita, KTH, examensarbete
Sebastian Holmqvist, KTH, examensarbete
Matilda Rydén och Johanna Nilsen, KTH, kandidatexamen, <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1583223>

Kursen Musikalisk kommunikation och musikteknologi vid KTH, ljuddesignuppgift
Kursen Mänsklig perception för informationsteknik vid KTH, perceptionsexperiment

5. Implikationer och praktisk betydelse för handeln

(och ev. andra intressenter)

Resultaten antyder att projektets ansats verkar gå att realisera: uppspelning av ljudnotiser när butiksbesökare interagerar med varor kan

- uppmärksamma butiksanställda om och vart något händer,
- varna snabbare att de övervakas,
- låta övriga kunder förbli ostörda.

För att det ska fungera behöver dock ljudnotiserna utformas specifikt för detta ändamål, något som är en komplex utmaning. Med bakgrund från samtalen med målgrupperna och från branschrapporter och akademisk litteratur vet vi att det finns ett behov för att skapa bättre funktionsanpassning och estetiskt mer tilltalande miljöer med hänsyn till både besökare och personal.

Innan man introducerar nya ljudnotiser påstår vi därför att forskning om design av ljud för fysiska butiker måste utgå från en noggrann kartläggning av befintliga ljudmiljöer. Det inkluderar att undersöka vilka ljud som redan finns i detaljhandelsmiljön, hur dessa används, vilken roll de många ljuden har och hur det påverkar lyssnaren. Därför anser vi att det är nödvändigt att ta fram en taxonomi över ljud och musikanvändning för detaljhandelsmiljön, och att en sådan taxonomi kan användas i framtida empiriskt arbete kring ljuddesign för butiker och i utformningen av nya ljudmiljöer, vilket har stöd i tidigare forskning (Alexanderson 2004).

En sådan arbetsinsats bör möjliggöra en mer nyanserad förståelse av huruvida och hur ljud-design kan påverka de kognitiva, affektiva och beteendemässiga reaktionerna hos anställda, vanliga kunder och butikstjuvar. Dessutom kan en berikad förståelse för vilka typer av ljud som är karakteristiska för detaljhandelsmiljön öppna nya möjligheter för varumärkesbyggande, där funktionella ljud som används för ljudnotiser

kan utformas i linje med ett varumärkes tonalitet och anpassas till de aktiviteter som äger rum i en sådan kontext. Vilket kan bidra med mervärde i form av påverkan på konsumentbeteenden.

Även om vi anser att våra metoder kan generaliseras och fungera i många olika kontexter, så har varje butik unika förutsättningar som måste tas hänsyn till. Det inkluderar vilka typer av varor som säljs, personaltäthet, akustik, varumärken, befintliga säkerhetssystem, arkitektur, interiör och belysning, kundgrupp och mycket annat. Vi hävdar dock att en ljudbaserad lägesövervakning genom spatialiserade ljudnotiser placerade runt i lokalen inte kommer innebära en komplett eller den enda lösningen för att begränsa utrymmet för att genomföra stölder, men att det kan implementeras även i mindre skala, t.ex punktvis på viktiga platser in butiken. Ett sådant system har också potential att bidra med en stödjande funktion genom att minska butikspersonalens arbetsbörda samt kognitiva belastning.

Ljudskapare, musiker, interaktionsdesigner och akustiker är exempel på professioner som kan gynnas av att skifta fokus i butiksovervakning från det visuella till det auditiva och samtidigt reducera förekomsten av störande larmljud. Designrymden för varumärkesbyggande ljud är i stort utforskad. Vidare bidrar projektet med samhällsrelevant kunskap inom akustisk design genom att utveckla strategier och metoder för att dynamiskt modulera och förbättra en arbetsplats ljudmiljö utifrån ett funktionellt och estetisk perspektiv. Genom att öka förståelse av ljudnotisers inverkan på människors uppmärksamhet, och människors preferenser på ljudnotiser bidrar projektet också med kunskap applicerbart på arbetsmiljöutveckling. Slutligen ger projektets insikter kunskaper relevanta för arkitektur och ljudmiljöforskning. Det finns också goda möjligheter att undersöka alternativa ljuduppspelningssystem

med till exempel distribuerade små högtalare, riktade högtalare, line array-högtalare eller olika typer av icke-störande, personligt ljud för personen som benledande öppna hörlurar.

Framtida forskning

De resultat som hittills genererats kan bidra till insikter om vilka parametervärden som bör användas på sonifiering i en butik när en kund lyfter på en vara. Det finns idag ingen tillämpad teori om hur sonifiering ska utformas för att i förväg veta om den kommer vara lämplig för en specifik uppgift. Det finns stort utrymme att undersöka vidare vad som anses vara lämpliga ljudnotiser under en längre tid än vad som undersöktes i studierna. Vidare studier kan också göras på en större och mer varierad mängd deltagare för att undersöka om det finns skillnader mellan exempelvis ålderskategorier, musikalisk bakgrund eller yrkesområde. Även uppspelningsvolym på sonifiering är ett intressant område att undersöka vidare i verkliga miljöer.

Fortsatt forskning bör undersöka om resultaten är replikerbara i miljöer med högre grad av ekologisk validitet, såsom i verkliga butiker (Cialdini, 2009; Otterbring, 2021). Detta är viktigt för att testa i vilken utsträckning sonifiering kan påverka verkligt, observerbart beteende (Baumeister et al., 2007; Pham, 2013). I det här projektet fokuserade vi primärt på att få djupare insikter i personers tankar och reflektioner kring sonifiering som ett möjligt instrument inom handeln, liksom hur implementerandet av sonifiering i kontrollerade miljöer påverkar människors självrapporterade responser under omständigheter som visat sig ha hög grad av ekologisk validitet (t.ex. i VR-miljöer). Det bör dock nämnas att studier baserade på självrapportering i form av enkätsvar och liknande inte alltid leder till resultat som är direkt överförbara på människors faktiska beteendemönster, delvis på grund av att det kan finnas en diskrepans mellan vad som sägs eller uttrycks i text, å ena sidan, och hur någon faktiskt agerar, å andra sidan - vi lever inte alltid som vi lär (Nisbett & Wilson, 1977; Otterbring et al., 2020). Somliga

av studierna i föreliggande rapport inkluderade emellertid beteendedata i form av kroppsrörelser. Sådana rörelser överensstämmer med konceptualisering i miljöpsykologisk teoribildning, där närmande (t.ex. en konsument som rör sig mot en butikshylla) kan ses som en indikator på intresse och villighet att spendera tid och pengar medan undvikande (t.ex. en konsument som rör sig bort från en given butiksyta) kan tolkas som det motsatta (Donovan, 1994; Russell & Mehrabian, 1978). Det är dock viktigt att fortsatta studier undersöker i vilken grad resultaten från detta projekt är generaliserbara och hur sonifiering påverkar såväl konsumenter som anställda i verklig butiksmiljö.

6. Referenser

- Alexanderson, P. (2004). Peripheral awareness and smooth notification: *The use of natural sounds in process control work*. 281-284-281-284.
- Avanzini, F., Rath, M., Rocchesso, D., & Ottaviani, L. (2003). *Low-level models: Resonators, interactions, surface textures*. *The Sounding Object*, 137-172-137-172.
- Axon, L. M., Alahmadi, B., Nurse, J. R. C., Goldsmith, M., & Creese, S. (2018). *Sonification in security operations centres: What do security practitioners think?* ArXiv:1807.06706 [Cs, Eess]. <http://arxiv.org/abs/1807.06706>
- Bahu, H., Carpentier, T., Noisternig, M., & Warusfel, O. (2016). *Comparison of Different Egocentric Pointing Methods for 3D Sound Localization Experiments*. *Acta Acustica United with Acustica*, 102(1), 107-118. <https://doi.org/10.3813/AAA.918928>
- Bar, M. (2007). The proactive brain: *Using analogies and associations to generate predictions*. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 280-289. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.005>
- Baumeister, R. F., Vohs, K. D., & Funder, D. C. (2007). *Psychology as the Science of Self-Reports and Finger Movements: Whatever Happened to Actual Behavior? Perspectives on Psychological Science*, 2(4), 396-403. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00051.x>
- Bergman, P., Sköld, A., Västfjäll, D., & Fransson, N. (2009). *Perceptual and emotional categorization of sound*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(6), 3156-3167. <https://doi.org/10.1121/1.3243297>
- Block, J., Frank E., Nuutinen, L., & Ballast, B. (1999). *Optimization of alarms: A study on alarm limits, alarm sounds, and false alarms, intended to reduce annoyance*. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 15(2), 75-83-75-83. <https://doi.org/10.1023/a:1009992830942>
- Brimijoin, W. O., Boyd, A. W., & Akeroyd, M. A. (2013). *The contribution of head movement to the externalization and internalization of sounds*. *PloS One*, 8(12), e83068-e83068.
- Carlén, S. (2016). *Stöld och snatteri—Hur ser handelsanställda på stölder och snatterier i butik?* <https://handels.se/globalassets/centralt/media/pressrum/rapporter/2016/stold-och-snatteri.pdf>
- Carlén, S. (2018). *Musik i butik. En studie av hur musik påverkar handelsanställdas arbetsmiljö*. 2018:5. <https://handels.se/globalassets/centralt/media/pressrum/rapporter/2018/musik-i-butik.pdf>
- Carlyon, R. P. (2004). *How the brain separates sounds*. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(10), 465-471-465-471. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.08.008>

- Carmel-Gilfilen, C. (2011). *Advancing Retail Security Design: Uncovering Shoplifter Perceptions of the Physical Environment*. *Journal of Interior Design*, 36(2), 21–38. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1668.2010.01057.x>
- Ceccato, V., & Armitage, R. (2018). *Practical Challenges and New Research Frontiers in Retail Crime and Its Prevention*. In *Retail Crime* (pp. 405–423). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73065-3_16
- Chartrand, T. L., Huber, J., Shiv, B., & Tanner, R. J. (2008). *Nonconscious Goals and Consumer Choice*. *Journal of Consumer Research*, 35(2), 189–201. <https://doi.org/10.1086/588685>
- Cherry, E. C. (1953). *Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975–979.
- Cialdini, R. B. (2009). *We Have to Break Up*. *Perspectives on Psychological Science*, 4(1), 5–6. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01091.x>
- d'Astous, A. (2000). *Irritating Aspects of the Shopping Environment*. *Journal of Business Research*, 49(2), 149–156. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(99\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(99)00002-8)
- Daunfeldt, S.-O. (2014). *Musikens effekter på konsumenternas beteende: En forskningsöversikt [Report]*. HUI Research. <http://handelsradet.se/wp-content/uploads/2016/01/2014-Musikens-effekter-pa-konsumenternas-beteende.pdf>
- Dijksterhuis, A., & Aarts, H. (2010). Goals, Attention, and (Un)Consciousness. *Annual Review of Psychology*, 61(1), 467–490. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100445>
- Djelani, T., Pörschmann, C., Sahrhage, J., & Blauert, J. (2000). *An Interactive Virtual-Environment Generator for Psychoacoustic Research II: Collection of Head-Related Impulse Responses and Evaluation of Auditory Localization*. *Acta Acustica United with Acustica*, 86(6), 1046–1053.
- Donovan, R. (1994). *Store atmosphere and purchasing behavior*. *Journal of Retailing*, 70(3), 283–294. [https://doi.org/10.1016/0022-4359\(94\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0022-4359(94)90037-X)
- Dubus, G., & Bresin, R. (2013). *A Systematic Review of Mapping Strategies for the Sonification of Physical Quantities*. *PLoS ONE*, 8(12), e82491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082491>
- Eriksson, M. L., Atienza, R., & Pareto, L. (2017). The Sound Bubble: A context-sensitive space in the space. *Organised Sound*, 22(1), 130–139. <https://doi.org/10.1017/S1355771816000418>
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2005). *Cognitive psychology: A student's handbook*. Taylor & Francis.
- Fritz, J. B., Elhilali, M., David, S. V., & Shamma, S. A. (2007). *Auditory attention—Focusing the searchlight on sound*. *Current Opinion in Neurobiology*, 17(4), 437–455.

- Gaver, W. W. (1993). *What in the World Do We Hear?: An Ecological Approach to Auditory Event Perception*. *Ecological Psychology*, 5(1), 1–29. https://doi.org/10.1207/s15326969eco0501_1
- Gilkey, R. H., Good, M. D., Ericson, M. A., Brinkman, J., & Stewart, J. M. (1995). *A pointing technique for rapidly collecting localization responses in auditory research*. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 27(1), 1–11. <https://doi.org/10.3758/BF03203614>
- Graneheim, U. H., Lindgren, B.-M., & Lundman, B. (2017). *Methodological challenges in qualitative content analysis: A discussion paper*. *Nurse Education Today*, 56, 29–34–29–34.
- Grunert, K. G. (1996). *Automatic and Strategic Processes in Advertising Effects*. *Journal of Marketing*, 60(4), 88–101–88–101. <https://doi.org/10.1177/002224299606000408>
- Gygi, B., & Shafiro, V. (2011). *The incongruency advantage for environmental sounds presented in natural auditory scenes*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(2), 551–565. <https://doi.org/10.1037/a0020671>
- Hermann, T., Hunt, A., & Neuhoff, J. G. (2011). *The sonification handbook*. Logos Verlag Berlin.
- Hirsch, L. E. (2007). *Weaponizing Classical Music: Crime Prevention and Symbolic Power in the Age of Repetition: Weaponizing Classical Music*. *Journal of Popular Music Studies*, 19(4), 342–358. <https://doi.org/10.1111/j.1533-1598.2007.00132.x>
- Integritetsskyddsmyndigheten. (2021). *Integritetsskyddsrapport 2020: Redovisning av utvecklingen på it-området när det gäller integritet och ny teknik*. <https://www.imy.se/globalassets/dokument/rapporter/integritetsskyddsrapport2020.pdf>
- Jung, R. (2010). *Non-intrusive audio notification in emotion classified background music*. 9(1), 050001–050001.
- Jung, R., & Butz, A. (2005). *Effectiveness of user notification in ambient soundscapes*. 47–56–47–56.
- Jung, R., & Schwartz, T. (2007). *Peripheral notification with customized embedded audio cues*. *International Conference on Auditory Display (ICAD2007)*.
- Kaya, E. M., & Elhilali, M. (2017). *Modelling auditory attention*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1714), 20160101–20160101. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0101>
- Kim, C., Mason, R., & Brookes, T. (2013). *Head movements made by listeners in experimental and real-life listening activities*. *Journal of the Audio Engineering Society*, 61(6), 425–438–425–438.
- Kuwada, S., & Yin, T. C. T. (1987). *Physiological Studies of Directional Hearing*. In W. A. Yost & G. Gourevitch (Eds.), *Directional Hearing* (pp. 146–176). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4738-8_6

Larsson, P., Västfjäll, D., Olsson, P., & Kleiner, M. (2007). *When what you hear is what you see: Presence and auditory-visual integration in virtual environments*. 11-18-11-18.

Lindblom, A., & Kajalo, S. (2011). *The use and effectiveness of formal and informal surveillance in reducing shoplifting: A survey in Sweden, Norway and Finland*. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 21(2), 111-128-111-128. <https://doi.org/10.1080/09593969.2011.562677>

McGregor, I., Crerar, A., Benyon, D., & Macaulay, C. (2002). *Soundfields and soundscapes: Reifying auditory communities*. *International Conference on Auditory Display (ICAD2002)*.

McShane, F. J., & Noonan, B. A. (1993). *Classification of Shoplifters by Cluster Analysis*. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 37(1), 29-40-29-40. <https://doi.org/10.1177/0306624x9303700104>

Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. the MIT Press.

Milliman, R. E. (1986). *The Influence of Background Music on the Behavior of Restaurant Patrons*. *Journal of Consumer Research*, 13(2), 286-286. <https://doi.org/10.1086/209068>

Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). *Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes*. *Psychological Review*, 84(3), 231-259. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.3.231>

North, A. C., Hargreaves, D. J., & McKendrick, J. (1997). *In-store music affects product choice*. *Nature*, 390(6656), 132-132-132-132. <https://doi.org/10.1038/36484>

Oberfeld, D., Hots, J., & Verhey, J. L. (2018). *Temporal weights in the perception of sound intensity: Effects of sound duration and number of temporal segments*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(2), 943-953. <https://doi.org/10.1121/1.5023686>

Otterbring, T. (2021). *Evolutionary psychology in marketing: Deep, debated, but fancier with fieldwork*. *Psychology & Marketing*, 38(2), 229-238. <https://doi.org/10.1002/mar.21453>

Otterbring, T., & Shams, P. (2019). *Mirror, mirror, on the menu: Visual reminders of overweight stimulate healthier meal choices*. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 47, 177-183-177-183. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.11.019>

Otterbring, T., Sundie, J., Jessica Li, Y., & Hill, S. (2020). *Evolutionary psychological consumer research: Bold, bright, but better with behavior*. *Journal of Business Research*, 120, 473-484. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.010>

Pan, X., & de C. Hamilton, A. F. (2018). *Why and how to use virtual reality to study human social interaction: The challenges of exploring a new research landscape*. *British Journal of Psychology*, 109(3), 395-417-395-417. <https://doi.org/10.1111/bjop.12290>

Pernaux, J.-M., Emerit, M., & Nicol, R. (2003, March). *Perceptual Evaluation of Binaural Sound Synthesis: The Problem of Reporting Localization Judgments*. *Audio Engineering Society Convention 114*. <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=12529>

- Pham, M. T. (2013). *The seven sins of consumer psychology*. *Journal of Consumer Psychology*, 23(4), 411–423. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2013.07.004>
- Rakerd, B., & Hartmann, W. M. (1986). *Localization of sound in rooms, III: Onset and duration effects*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80(6), 1695–1706. <https://doi.org/10.1121/1.394282>
- Ratneshwar, S., Mick, D. G., & Huffman, C. (2003). *The why of consumption: Contemporary perspectives on consumer motives, goals, and desires* (Vol. 1). Psychology Press.
- Russell, J. A., & Mehrabian, A. (1978). *Approach-Avoidance and Affiliation as Functions of the Emotion-Eliciting Quality of an Environment*. *Environment and Behavior*, 10(3), 355–387. <https://doi.org/10.1177/0013916578103005>
- Salmi, J., Rinne, T., Koistinen, S., Salonen, O., & Alho, K. (2009). *Brain networks of bottom-up triggered and top-down controlled shifting of auditory attention*. *Brain Research*, 1286, 155–164–155–164. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.06.083>
- Servotte, J.-C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). *Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cyber-sickness*. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). *Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times*. *Neuroscience and Medicine*, 01(01), 30–32–30–32. <https://doi.org/10.4236/nm.2010.11004>
- Sigman, A., & Misdariis, N. (2014, September). *Alarm/will/sound: Perception, characterization, acoustic modeling, and design of modified car alarms*. *ICMC - International Computer Music Conference*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01546060>
- Spangenberg, E. R., Grohmann, B., & Sprott, D. E. (2005). *It's beginning to smell (and sound) a lot like Christmas: The interactive effects of ambient scent and music in a retail setting*. *Journal of Business Research*, 58(11), 1583–1589. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2004.09.005>
- Svensk Handel (2019). *Stölder och svinn i detaljhandeln 2019*. <https://www.svenskhandel.se/globalassets/dokument/aktuellt-och-opinion/rapporter-och-foldrar/ovriga-rapporter/stolder-och-svinn-i-detaljhandeln-2019.pdf>
- Sweeney, J. C., & Wyber, F. (2002). *The role of cognitions and emotions in the music-approach-avoidance behavior relationship*. *Journal of Services Marketing*, 16(1), 51–69–51–69. <https://doi.org/10.1108/08876040210419415>
- Treisman, A. M. (1964). *Verbal cues, language, and meaning in selective attention*. *The American Journal of Psychology*, 77(2), 206–219–206–219.
- Valzolgher, C., Verdelet, G., Salemmé, R., Lombardi, L., Gaveau, V., Farné, A., & Pavani, F. (2020). *Reaching to sounds in virtual reality: A multisensory-motor approach to promote adaptation to altered auditory cues*. *Neuropsychologia*, 149, 107665. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107665>

Vickers, P. (2005). *Ars Informatica – Ars Electronica: Improving Sonification Aesthetics. Understanding and Designing for Aesthetic Experience: workshop at HCI 2005: The 19th British HCI Group Annual Conference*.

Wahlster, W., Feld, M., Gebhard, P., Heckmann, D., Jung, R., Kruppa, M., Schmitz, M., Spassova, L., & Wasinger, R. (2010). *The shopping experience of tomorrow: Human-centered and resource-adaptive*. In *Resource-Adaptive Cognitive Processes* (pp. 205-237-205–237). Springer.

Yalch, R., & Spangenberg, E. (1990). *Effects of Store Music on Shopping Behavior*. *Journal of Consumer Marketing*, 7(2), 55–63. <https://doi.org/10.1108/EUM00000000002577>

Yamato, Y., Fukumoto, Y., & Kumazaki, H. (2017). *Proposal of shoplifting prevention service using image analysis and ERP check*. *IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, 12(S1). <https://doi.org/10.1002/tee.22427>