

Notifikation genom ljudförändring

s

ERIK BODIN
och VIKTOR HAGERMAN



**KTH Datavetenskap
och kommunikation**

Notifikation genom ljudförändring

ERIK BODIN
o c h VIKTOR HAGERMAN

DM229X, Examensarbete i medieteknik om 15 högskolepoäng
vid Programmet för medieteknik 300 högskolepoäng
Kungliga Tekniska Högskolan år 2012
Handledare på CSC var Kjetil Falkenberg Hansen
Examinator var Sten Ternström

URL: [www.csc.kth.se/utbildning/kandidatexjobb/medieteknik/2012/
bodin_erik_OCH_hagerman_viktor_K12075.pdf](http://www.csc.kth.se/utbildning/kandidatexjobb/medieteknik/2012/bodin_erik_OCH_hagerman_viktor_K12075.pdf)

Kungliga tekniska högskolan
Skolan för datavetenskap och kommunikation

KTH CSC
100 44 Stockholm

URL: www.kth.se/csc

Sammanfattning

I denna rapport redogörs hur ett notifikationssystem för dagens mobiltelefoner kan utformas för att reducera det störande moment notifikationer har vid musiklyssning med hörlurar gentemot befintligt system. Ett kriterium är att märkbarheten för notifikationerna i det framtagna systemet är tillräcklig för att uppmärksammas i naturliga användningsmiljöer med omgivningsljud och distraktioner.

Resultatet är ett system som med hjälp av binaurala ljud och undvikande panorering av musiken ansågs mindre störande än dagens befintliga notifikationssystem. Det framtagna systemets notifikationer ansågs av en fokusgrupp passa bättre in med musiken och ge en reducerad förvanskning av upplevelsen samtidigt som tillräcklig märkbarhet uppfylldes.

Abstract

This report describes how a notification system for today's mobile phones can be designed to reduce the interference from notifications during music listening using headphones compared to today's system. A criterion is that the notability of the notifications in the designed system is sufficient to receive attention in natural environments with ambient noises and distractions.

The result is a system that uses binaural audio and evasive panning of the music which was considered less disruptive than today's existing notification system. The developed system notifications were considered by a focus group to fit in better with the music and reduce the disturbance to the listening experience while maintaining a sufficient notability.

Innehåll

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och målsättning	1
1.3 Problemformulering	1
1.4 Avgränsningar	2
2 Teori	3
3 Metod	7
3.1 Tillvägagångsätt	7
3.2 Förstudie	8
3.3 Fokusgrupp	9
3.4 Reliabilitet	10
4 Genomförande och resultat	11
4.1 Test av koncept	11
4.1.1 Tonhöjdsförändringar	11
4.1.2 Modulationseffekter	11
4.1.3 Begränsningar av panoreringsutrymme	11
4.1.4 Okonventionella panorering	12
4.1.5 Addition av ljud inom ett bandstoppsfiltrerat frekvensintervall	12
4.1.6 Subtraktion i periodiska intervall i tidsdomänen	12
4.1.7 Addition av binauralt ljud	13
4.2 Val av koncept	13
4.2.1 Kontinuerlig bearbetning av musiken med okonventionell panorering samt tremoloeffekt	13
4.2.2 Adderade binaurala inspelningar med undvikande panorering av musik	13
4.3 Användartester i fokusgrupp	14
4.3.1 Fas ett	14
4.3.2 Fas två	15
4.4 Enkät	16
5 Diskussion	18
5.1 Test och val av koncept	18
5.2 Användartester	18
5.3 Vidareutveckling	18
6 Slutsats	20
7 Referenser	20

8	Bilagor	21
8.1	Notifikationsexempel	21
8.2	Fokusgruppens låtval	21
8.3	Enkät	22

1 Inledning

I detta kapitel redogörs bakgrunden till idén, målsättningen med arbetet, samt den problemformulering som arbetet baseras på. Här beskrivs också arbetets avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Du är på väg till arbetet, lyssnar på musik i mobilen i vanlig ordning och tränger dig fram i morgonstressen. Du mottar ett meddelande på din telefon, musiken stoppas, det piper till och musiken fortsätter. Detta kan te sig självklart, men varför krävs det att du, mitt i ditt musiklyssnande, blir mer störd än behövt? Syftet var ju endast att göra dig medveten om att du nu har ett meddelande i din inkorg.

Det som gör att vi uppmärksammar något är att det sticker ut, att mönstret av de elektriska signaler din hjärna bearbetar plötsligt inte stämmer överens med vad den förväntar sig (Hawkins, 2004). Att det i daglig mobilanvändning skall krävas att musiken upphör samt att ett ljud skall spelas upp kan tyckas vara onödigt mycket förändring och vara störande under musiklyssnande. Kanske krävs det mindre? Kanske går det att utforma ett system, som anpassar sig efter situationen för att inte störa dig, men ändå gör dig precis lika medveten om förändringen i din telefon?

Problemet som skall åtgärdas är det störande moment som uppstår då musiken blir sönderklippt endast för att en ring-, SMS-signal eller annan notifikation skall spelas upp. Detta försämrar musikupplevelsen och i detta arbete föreslås en alternativ lösning.

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med detta arbete är att få fram ett system där användaren inte i lika besvärande grad behöver bli störd utav att motta notifikationer under musiklyssnande. Ett krav för det framtagna systemet är dock att notifikationerna skall vara tillräckligt märkbara för att uppmärksammas i de miljöer användare normalt befinner sig i. Andra krav är att användaren endast med en hörlur i örat skall uppmärksamma notifikationen och att systemets implementation skall vara realistisk med dagens teknik och användare.

Målsättningen är att det framtagna systemet skall uppfylla ovan ställda skalkrav samt i betydande utsträckning upplevas mindre störande än befintligt system.

1.3 Problemformulering

Är det möjligt att utforma ett system för att göra en musiklyssnande användare, med hörlurar, medveten om att det skett en förändring på ett mindre störande sätt än befintliga system? Hur kan detta system utformas?

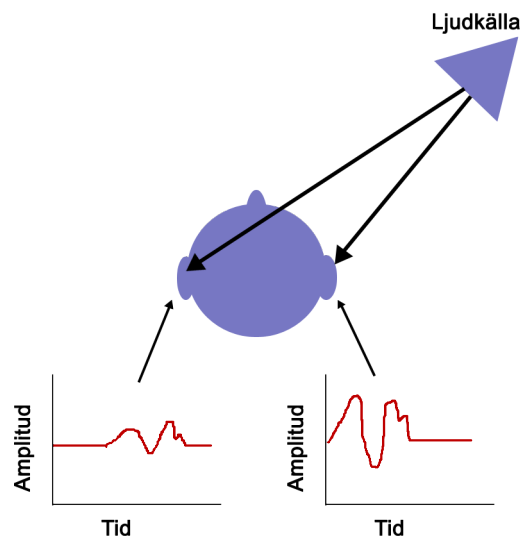
1.4 Avgränsningar

Målgruppen för systemet är användare av smarta telefoner, begränsat till användare i åldern 15-40 år, som lyssnar på musik från hörlurar kopplade till sin mobiltelefon. En begränsning till *smartphones* krävs på grund av kraven på beräkningskraft och för möjligheten att installera tredjepartsapplikationer, samt dess lämplighet i dagens tekniska miljö med stor användarbas av dessa plattformar.

2 Teori

Detta arbete bygger på antagandet om att en användare blir medveten om en förändring, i till exempel ljudbilden, om summan av förändring är tillräcklig stor. Det är den totala förändringen som är kritisk och kan utgöras av en antal mindre förändringar. I detta avsnitt förklaras teori bakom de mest väsentliga koncept och modeller arbetet kretsat kring.

Riktningseffekten på ljud, vilken riktning en åhörare upplever att ett ljud kommer ifrån, bestäms utifrån en mängd parametrar. Dels påverkas amplituden, det registrerade utslaget vid respektive öra, eller med andra ord förhållandet mellan effekt till öronen. En annan parameter som påverkar är den interaurala tidsskillnaden, vilket öra som ljudet når först. Dessa är de parametrar som tillsammans avgör riktningseffekten vid azimuth 0, det vill säga en-dimensionellt, vänster till höger. I Figur 1 återfinns ett exempel där en lyssnare med hjälp av nämnda parametrar lokaliserar ljudkällan till höger.



Figur 1. Ljudkällan ger upphov till en fördröjning i tid vid vänster öra samt ett större utslag i amplitud vid höger öra (bearb. från Yost, 2000).

Ljud som kommer från en given punkt i den tredimensionella sfären runt åhöraren kräver mer information än effektförhållande och anländningstid för att lokaliseras korrekt. Det är här Head-Related Transfer Functions, HRTF:s, kommer in i bilden.

En människas anatomi, med varierande densitet och form på öron och resten av övre torso fungerar som ett filter på inkommande ljud. Beroende på riktning filtreras ljudet olika, vilket hjärnan lär sig känna igen över tid. En viss filtrering och realisering innehåller därav information om dess riktning (Cheng, 2001)

Olika ljud har olika frekvensspektrum där spektrum entydigt kan beskriva ett ljud. Då filtrering påverkar ljudets frekvensband är därför ljud med smala fre-

kvensband, i extremfallet en enskild sinusvåg med enbart en frekvens, svåra att lokalisera då filtret inte har något att filtrera. Här blir det med andra ord tal om effektförhållande samt den interaurala tidsskillnaden nämnd ovan vilka hjälper föga i detta fall vid lokaliseringen av ljudet. Motsatsen gäller bredbandiga ljud, där filtreringen istället medför mycket riktningsinformation i det resulterande spektrumet.

I en av modellerna (se kapitel 3.1) användes ett pålagt ljud som filtrerats med en HRTF. I detta arbete som inte omfattar att skapa en implementerad HRTF som filterar godtyckligt ljud enligt valt mönster, användes en plugin till Logic Pro (se kapitel 7) för att på förhand filtrera de pålagda ljuden. Efter filtreringen är ljudet konverterat till vad som i detta arbete härmed definieras som ett binauralt ljud.

För att användaren skall höra det pålagda ljudet trots hög musik, utan att den totala effekten skall bli för hög eller det pålagda ljudet för påträngande, testades filtrering av musiken med ett bandstoppfilter innan överlagring av det pålagda ljudet. Detta medför att det pålagda ljudet "skär" igenom musiken och en lägre effekt krävs för samma märkbarhet. Problematiken med detta är att om valt ljud är bredbandigt och har mycket överlappande effekt med musiken i frekvensspektrum blir förvanskningen av musiken för påtaglig. Valda ljud kan vara bredbandiga och det med fördel, då bredbandiga ljud generellt ter sig mer behagliga vid samma hörbarhet kontra smalbandiga ljud (Augoyard, 2006). På grund utav denna icke-generabilitet, att vissa valda ljud medför utsläckning av musiken, tillämpades inte bandstoppsfiltrering av musiken.

Användarens fokus är under musiklyssning i normalfallet vid musikens upplevda ursprung mellan öronen. Ett pålagt ljud med, i förhållande till musiken, svag effekt utanför denna ljudbild kan anses mindre märkbar. Med anledning av detta panorerar systemet iväg musiken approximativt till förvald upplevd punkt, där den för den specifika binaurala inspelningen medför minimal maskering. Panoreringen av musiken visade i sig göra att användaren uppmärksammar en förändring, samt att innehållet i den specifika binaurala inspelningen kan indikera på vad som skett. Exempelvis kan en inspelning av gäss som flyger förbi användaren användas vid SMS och en trumpetande elefant indikera att det är användarens tur på ett mobilspel. Dessa valda ljud är något användaren själv enkelt kan välja och lära sig känna igen.

De valbara ljuden för överlagring är utvalda enligt principen för *Decontextualization* (Augoyard, 2006), där ljudet inte hör hemma i användningssituationens miljö. Då ett vanligt scenario är exempelvis musiklyssnande i kommunaltrafik, skall valt ljud inte vanligtvis förekomma i den miljön. Detta gör användaren därav mer uppmärksam på händelsen.

I en testad modell används kontinuerlig bearbetning av det inkommande ljudet när förändringen sker. Musiken, som upplevs komma från huvudets mitt vid noll panorering, panoreras då enligt ett mönster med passande hastighet. Panoreringen sker med hjälp utav både variation av amplitud samt den interaurala tidsskillnaden nämnd ovan, då de tillsammans förstärker effekten av riktningsverkan.

Laborering med musik av olika genre har i utvecklingsarbetets testmiljö visat

på att panorering inte uppmärksammar användaren tillräckligt utan att höja panoreringshastigheten till en störande nivå. På grund utav detta har därför en ljudeffekt lagts på musiken. Ett krav för systemet är att användaren även vid lyssning med endast en hörlur skall bli medveten om notifikationen, då detta är något det befintliga systemet uppfyller. En panorering är inte användbar i denna situation. Det användaren vid panorering med en hörlur kommer att lägga märke till är variationen i volym, undantaget fallet då panoreringen enbart sker med hjälp utav interaurala tidsskillnader, där lyssnaren inte märker någon förändring alls.

Ljudeffekten som löser ovan nämnda problematik är en mycket karaktäristisk tremoloeffekt som är märkbar för användaren trots liten förvanskning av musiken. Denna ljudeffekt i kombination med panoreringen av musiken är enligt antagandet om total förändring ovan tillräckligt stor förändring av ljudbilden för att användaren skall bli notifierad med uppfyllda krav (se kapitel 3.1).

Den pålagda ljudeffekten, vilken framöver i arbetet definieras som tremoloeffekten, är enbart baserad på subtraktion av effekt från signalen. Var effekten skall subtraheras bestäms enbart i tidsdomänen, det vill säga av given sampels position i signalen. Subtraktionen är beräknad med kriteriet att den resulterande signalen inte får medföra tvära amplitudförändringar, då det ger upphov till något användaren kommer att uppleva som störande "klikkljud". Subtraktionsförändringar viktas i givna intervall, som beräkningsfunktionen får angivet som en parameter.

Den kontinuerliga förändringen av musiken kräver här att det finns något att bearbeta då inget ljud är adderat musiken, då det i fall där musiken är tyst medför att användaren inte lägger märke till någon förändring. Den problematiken är i denna modell löst genom att ett bredbandigt brus är pålagd musiken under bearbetningen, det vill säga under notifikationens verkningstid. Bruset är approximativt i samma frekvensintervall som en nedfallande regnskur, vilket enligt (Sonnenschein, 2001) generellt kan anses vara behagligt att lyssna på. Effekten på bruset är vald med kriteriet att vara medvetet hörbar enbart vid tysta partier i musiken, där det då är det regnliknande gaussiska bruset som användaren hör panoreras.

Fördröjningen vid panoreringen av insignalen, musiken, är i samtliga modeller beräknad enligt:

$$d = 0.18 \text{ m (estimat av avståndet mellan öronen)} \quad (1)$$

$$v = 343 \text{ m/s (estimat av ljudhastigheten vid rumstemperatur)} \quad (2)$$

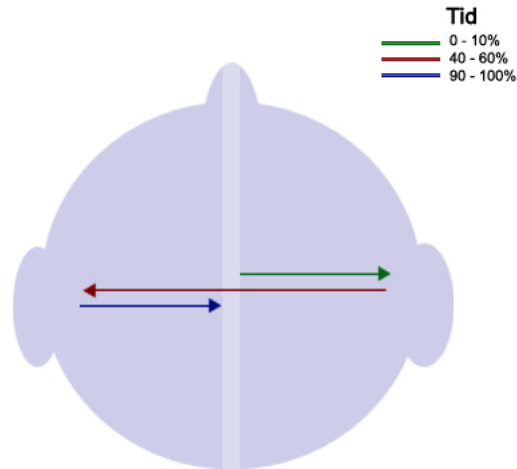
$$fs = 44100 \text{ sampels/sek (samplingshastighet)} \quad (3)$$

$$maxdelay = d * fs/v \text{ sampels (den maximala fördröjningen i sampels)} \quad (4)$$

Fördröjningen för varje sampel i den resulterande signalen interpoleras mellan maximal fördröjning och noll. Den beräknade fördröjningen för vardera sampel adderas till motstående kanal (vänster resp höger), vilket för given tidpunkt ger beräknat inbördes tidsavstånd mellan kanalerna. Utöver den interaurala tidsskillnaden ovan justeras amplitudförhållandena mellan kanalerna för

att återspegla panoreringen. Detta görs genom att en dämpningsfaktor som interpolerats mellan ett och en lägsta nivå multipliceras motsvarande sampel i den resulterande signalen.

Vid modellen med HRTF-filterat pålagt ljud panoreras insignalen i ett utav fallen enligt Figur 2.



Figur 2. Färgkodningen på pilarna anger hur musiken panoreras under notifikationens verkningstid. Övre pilen i figur motsvarar övre i teckenförklaringen osv.

De färgade pilarna med dess procentuella intervall beskriver under vilka delar av den totala notifikationsverkningstiden som respektive panorering av musiken sker. Detta medför att musikens upplevda ursprungspunkt undviker det binaurala adderade ljudet givet att dess positioner är på godtyckliga punkter i vänster huvudhalva under första halvan av verkningstiden, samt på höger huvudhalva under den senare. I de fall där den binaurala inspelningen under hela verkningstiden har sin position på vänster sida panoreras istället musiken enbart till höger sida, där dess stillastående position vid höger öra förlängs med en faktor två och tvärtom om inspelningens samtliga positioner är på höger sida.

3 Metod

I detta avsnitt beskrivs upplägget av arbetets moment samt vardera moments betydelse för arbetet.

3.1 Tillvägagångsätt

Arbetet inleddes med inläsning av litteratur. Inläsningen följdes av framtagande av koncept och idéer för alternativa sätt att göra en användare medveten om en förändring, vilket i detta arbete är begränsat till att ske genom ljudförändringar. Koncepten justerades allt eftersom och sattes samman i passande konfigurationer för att sedan optimeras. Exempel på koncept för ljudförändring som initialt undersöktes:

1. Ändra tonhöjd på musiken.
2. Använda modulationeffekter som sällan förekommer i musiksammanhang.
3. Begränsa musikens tillgängliga panoreringsutrymme till exempelvis ena halvan av huvudet där ett pålagt ljud ges panoreringsutrymme i den andra huvudhalvan.
4. Panorera musiken på i musiksammanhang okonventionella sätt.
5. Addera ett ljud inom ett frekvensband där ett bandstoppfilter filtrerat musiken.
6. Subtraktion i periodiska intervall i tidsdomänen.
7. Addera ett ljud med upplevt ursprung utanför musikens ljudbild.

Följt av konceptframtagande genomfördes utveckling av dessa modeller och delsystem för att kunna testa och utvärdera. Utvecklingen skedde främst i MATLAB och Logic Pro. Otillräckliga modeller uteslöts löpande enligt kriterier nedan. De modeller eller kombination av modeller som återstod efter utvecklingsfasen testades i en fokusgrupp i relevant miljö (se kapitel 3.3). När de vidareutvecklade modellerna hade testats på fokusgruppen i labbmiljö, där konfigurationen och parametrar hade finjusterats, testades modellerna i ett realistiskt scenario och ett resultat erhöles som antingen bekräftade eller motvisade den framtagna modellens överträffande av nollhypotesen, det befintliga systemet.

Kriterier för koncept

Under de första gallringarna bland koncept, som nämnt ovan, agerade utvecklarna själva testdeltagare. Modellerna bedömdes utifrån följande kriterier vilka som skulle behållas för vidare testning:

1. Att förändringen är tillräckligt märkbar vid passivt lyssnande. Det vill säga då användarens fokus inte primärt är på musiken.

2. Att modellen anses vara mindre störande än vår referens, befintliga system, vilket innebär att musiken blir tyst och ett ljud spelas upp.
3. Relativt bättre på ovanstående kriterier än andra testade modeller (endast två skall återstå efter den inledande utvecklingsfasen).

När endast två av koncepten återstår utvecklas dessa vidare och det görs passade konfigurationer som sedan testas på fokusgrupper utifrån samma kriterier, dock nu på fler individer och med bättre simulering av den verkliga situationen. Att endast två koncept utvecklas vidare är en avvägning för arbetets tillgängliga tidsresurser. Dessa simuleringar görs med förinspelade ljudfiler producerade i MATLAB. Testet utförs i naturlig miljö, det vill säga en miljö med mycket omgivningsljud och där användaren ibland krävs lägga fokus på annat än musiken. I dessa tester används redan genererat material, det vill säga musik med adderade notifikationer, då implementation av systemet inte ingår i detta arbete.

3.2 Förstudie

Delar av idén till arbetet har sitt ursprung från hur hjärnan modelleras i Hawkins (2004). Här ses en hjärna som ett system, helt avskuret från omvärlden, som lär sig känna igen mönstret på de elektriska signaler den mottar. Från våra sinnen överförs en stor mängd information till hjärnan för bearbetning i en ständig ström, där till exempel våra ögon överför intensitetsinformation från dess stora antal synceller och hörsnäckorna intensitetsinformation från flimmerhåren. Om man beaktar att hjärnan mottar information från kroppens alla sensorer (sinnesceller) samtidigt är det lätt att förstå att hjärnan behöver mekanismer för att "sälla" bland denna enorma ständiga ström av information. Hjärnan prioriterar bland annat det som dess ägare håller fokus på. Utöver detta prioriterar den förändringar vare sig det handlar om förändring i "input" från sinnesceller i dina fingrar, i dina ögon eller som det här arbetet inriktar sig på, dina öron. Författarna fann inget system som i dagsläget löser problematiken med störande avbrott. Det befintliga systemet, följderna av händelser när en telefon notifierar användaren, kan ha följande konfigurationer:

1. Musiken stängs av, med/utan vibration av telefon.
2. Musiken stängs av, ringsignal/notifikation spelas upp, med/utan vibration av telefon
3. Musiken fortsätter, ringsignal/notifikation spelas upp, med/utan vibration av telefon

I inget av ovanstående fall blir en användare tillräckligt medveten om notifikationen utan att musikupplevelsen påverkas negativt. Detta gäller särskilt i stökiga miljöer, där enbart vibration av telefon ej är märkbart för användaren, till exempel när mobilen ligger i en ficka eller väska. Förslag med alternativa tillvägagångssätt för att skapa en förändring i ljudbilden diskuterades fram. Ett

kriterium var att tillvägagångsättet skall vara realistiskt att genomföra med realtidsberäkning i en mobiltelefon.

Under förstudien delades systemets funktionalitet upp i två fall:

- **Kontinuerlig notifikation.** Används när användaren har ett inkommande samtal. Används vid utlöst alarm i telefonen.
- **Kort notifikation.** Används när användaren mottagit ett SMS, en påminnelse eller annan notifikation från godtycklig applikation.

Tillämpningen avgör hurvida kort eller kontinuerlig notifikation är lämpligast. Att användaren till exempel mottagit ett SMS kräver inte en lång och kontinuerlig förändring av ljudbilden, användaren behöver helt enkelt bara notera att ett SMS mottagits. Vad användaren sedan väljer att göra, att läsa SMS:et eller att vänta med det, är upp till användaren. I fallet då användaren mottar ett samtal används istället en kontinuerlig notifikation. Då situationen är tidsbegränsad bör även notifikationen informera om nuvarande status, att så länge notifikationen är hörbar har användaren till exempel ett inkommande samtal. Då användaren möjligtvis inte har för avsikt att motta samtalet skall inte den kontinuerliga notifikationen störa upplevelsen i någon större utsträckning trots sin längre verkningstid.

3.3 Fokusgrupp

Fokusgruppen bestod av tre personer av manligt kön i åldrarna 21 till 23 av varierande musikintresse och telefonvana. Testerna skedde i två faser och under olika dagar. I den första fasan skedde tester, diskussion och utvärdering i “labbmiljö” (enskilt grupprum) och i den andra fasan testades det slutliga systemet i “naturlig miljö” (på tunnelbanan under rusningstid under pågående resa). Den första fasan av tester utfördes i följande steg:

1. I ett avskilt rum tillsammans med testledarna prövade testdeltagarna att använda befintlig modell av både kort notifikationssignal under musiklyssnande samt kontinuerlig signal under musiklyssnande. Med befintlig modell avses det system som personen i fråga använder i dagsläget. Modellen utvärderades genom diskussion kring hur väl våra kriterier uppfyllts (se kapitel 3.1).
2. Testdeltagarna testade de framtagna modellerna: en modell för kort notifikation och en modell för kontinuerlig notifikation. Olika konfigurationer av modellerna testades, det vill säga samma modell med olika parametrar. Alla konfigurationer utvärderades genom diskussion kring hur väl kriterierna uppfyllts (se kapitel 3.1).
3. Testdeltagarna valde ett musikstycke samt en genre denne ville lyssna på i det mer realistiska scenariot under andra fasan.

Planerad tidsåtgång för testsessionerna var omkring 90 minuter styck. Efter att alla testdeltagarna avklarat den första fasen användes resultatet för att välja ut den modell som kvalificerar sig till fas två med passande parametrar. Under andra fasen lyssnar testdeltagarna på tre musikstycken i rad i en naturlig miljö med omgivningsljud och fokus på annat än musiken. Då implementation i telefon ej är en del av denna studie spelas de upp med inlagda notifikationer i en ljudfil. Underliggande ljudbild i uppspelningsfilen bestod av följande:

- Ett musikstycke testdeltagaren själv har valt
- Ett musikstycke där testdeltagaren själv valt genre
- Ett musikstycke som var tidigare okänt för testdeltagaren

Samtidigt som testdeltagarna lyssnade på musik i den valda realistiska miljön, på resa med tunnelbanetåg, skedde ett antal notifikationer som testdeltagarna noterar att han eller hon blivit varse om. Detta skedde med hjälp av tidtagning där testdeltagarna skrev ner en tidpunkt för en viss notifikation för att säkerställa att skullkravet om uppmärksammande blivit uppfyllt. Efter att testet var utfört diskuterades resultatet med testdeltagarna för eventuell vidareutveckling av erhållna svar. Testdeltagaren fyllde även i en enkät och utvärderade hur notifikationsmodellerna fungerade i “naturlig miljö” relativt befintlig modell(se kapitel 3.3).

Fas två kan sammanfattas i följande steg:

1. Testdeltagarna lyssnade, enskilt och utan testledares närvaro, på musik i naturlig miljö och antecknade alla notifikationer som skedde.
2. Resultatet diskuterades och testdeltagarna utvärderade hur notifikationsmodellerna fungerade i störande miljö jämfört med befintlig modell.
3. Utvärdering som skedde genom diskussion och med hjälp utav en enkät som ifylldes av alla testdeltagare.

3.4 Reliabilitet

En eventuell svaghet med den tillämpade metoden var att inte alla modeller testades i en naturlig miljö. Eftersom det var ett huvudkrav att den vinnande modellen fungerar i en “störande miljö” finns det en viss problematik i att bekräftelse på att detta krav uppfylls inte fås förrän vid de avslutande testen. Anledningen till att alla modeller inte testades i naturlig miljö är att det skulle vara för tidskrävande för att vara realistiskt med detta projekts tillgängliga tid. Istället har det antagits att uppfyllande av detta krav kan förutspås i labbmiljö under utvecklingen.

Fokusgruppen kan eventuellt varit för liten för att få ut ett helt rättvisande, generellt resultat för den målgrupp systemet är utformat för. Argumentet för små fokusgrupper är att det öppnar upp för mer utförliga tester med ökad omfattning på analyserna av projektets modeller.

4 Genomförande och resultat

4.1 Test av koncept

Koncepten i kapitel 3.1 utvärderades en i taget under utvecklingsarbetet för att få en bild av dess potential och begränsningar.

4.1.1 Tonhöjdsförändringar

Första konceptet som testades var tonhöjdsförändringar. En modell där effektspektrumet av den fouriertransformerade signalen linjärt flyttades upp i frekvens testades, där den hörbara effekten blev att musiken lät "metallisk" och förvrängd. Små förskjutningar innebar stora förvanskningar på delar av musiken, där sången tog den största skadan. Då transformering i en realtidstillämpning även är orealistiskt processorkraft- och minneskrävande för en applikation som skall köras i bakgrunden, förkastades modellen.

Vid laboration med professionella mixerbord och cd-spelare med reglerbar "pitch" insågs att tonhöjdsförändringar inte överhuvudtaget går att göra tillräckligt karaktäristiska för att särskilja sig från all professionell musikmixning utan att vara direkt störande. Med maximala tonhöjdsförändringar för utrustningen erhöles inte tillräcklig märkbarhet trots redan överskridande musik förvanskning. Detta koncept blev därmed struket.

4.1.2 Modulationseffekter

Överskridande musikförvanskning trots otillräcklig märkbarhet gäller även modulationseffekter som exempelvis *echo*, *delay*, *chorus*, *flanger* och *phaser* som bygger på addition från ursprungssignalen. Då de används i stor utsträckning i modern musik krävs det för påtaglig förvrängning för att användaren skall kunna särskilja en tydlig förändring. Detta gör att det i förlängningen inte går att notifiera med hjälp av modulationseffekter utan att störa musiklyssnandet. Därav stryktes därmed konceptet med modulationseffekter.

4.1.3 Begränsningar av panoreringsutrymme

Konceptet med begränsning av panoreringsutrymmet för musiken till ena sidan av huvudet där ett adderat ljud får panoreringsutrymme på andra sidan, testades med ett blindtest av en MATLAB-genererad lyssningssituation. Då ett krav för systemet är att notifikationer skall framträda även vid lyssning med endast en hörlur, krävde denna testning panorering med en algoritm med övervikt på interaurala tidsskillnader. Vid stark volympanorering riskerar lyssnaren att missa notifikationen om använd hörlur spelar kanalen ämnad för musiken. Testet visade konceptets potential vilket sparades för eventuell integrering med andra koncept i passande konfiguration.

4.1.4 Okonventionella panorering

Konceptet med notifikation genom okonventionell panorering av musiken testades utförligt på ett spektrum av genrer, allt från rockballader till drum n bass. Målet var att säkerställa dess effektivitet oberoende av musiktyp. Med okonventionell panorering menas sådan panorering, som till skillnad från sedvanlig panorering, inte kan förväntas av musikens ursprungliga mixning. Musik där kraftiga panoreringar använts i mixningen testades särskilt för att säkerställa konceptets märkbarhet. Här visades panoreringens hastighet, mönster och verknings-tid kritisk för märkbarheten, där den med passande parametrar distinkt kunde särskilja sig från panorering använd i musikaliska sammanhang. Användande av enbart detta koncept visade sig dock i fallet med musik innehållandes kraftiga panoreringar ge oacceptabel reaktionstid. Användaren behöver ett antal sekunder för att känna igen den karaktäristiska mönstret under dess verknings-tid, vilket visade på att kompletterande koncept krävs. Då detta koncept visade god potential utöver problematiken ovan, behölls konceptet för vidare konfiguration.

4.1.5 Addition av ljud inom ett bandstoppsfiltrerat frekvensintervall

Konceptet med adderat ljud inom ett frekvensintervall där ett bandstopppfilter filtrerat musiken testades. Filtringen av musiken visade på en förhöjd märkbarhet av det adderade ljudet, dock med en kvalitetsförlust på musiken beroende av vilka delar av musiken som filtrerats, en konsekvens av det adderade ljudets frekvensspektrum. Minimalt överlapp mellan det adderade ljudets och musikens frekvensspektrum resulterar i minimal förvrängning av musiken, där dock frekvensintervallets absoluta gränser är helt avgörande för musikens resulterande kvalitet. Då det visade sig som nämnt i avsnittet teori att bredbandiga ljud är mer behagliga än smalbandiga, förkastades konceptet på grund utav dess enligt de uppställda kriterierna oacceptabla förvanskning av musiken.

4.1.6 Subtraktion i periodiska intervall i tidsdomänen

Subtraktion i periodiska intervall i tidsdomänen, vilket innebär att subtraktionen enbart är bestämd genom sampelplicering i tid, testades. Detta koncept sattes på prov med olika framtagna algoritmer, där ett tremolobesläktat sinusformat viktningintervall med periodlängd, periodavstånd och dämpningsdjup som parametrar visade sig vara en användningsbar modell för att testa dess märkbarhet vid olika genrer. Då mjuka övergångar i subtraktionsintervallen krävs för att undvika störande "knäppljud" som uppstår vid för plötsliga amplitudförändringar var sinusformen en passande form på viktningintervallen. Denna ljudeffekt, i detta arbete definierat som tremoloeffekten, hade en viss märkbarhet oavsett musikgenre. Användning av endast denna effekt visade sig vara otillräcklig för att uppnå tillräcklig märkbarhet utan att förvanska musiken i överskridande omfattning. Detta koncept behölls för integrering i passade konfiguration med andra koncept.

4.1.7 Addition av binauralt ljud

Kvarstående koncept för testning är addition av ett ljud med upplevt ursprung utanför musikens ljudbild. För att ha möjligheten att ge det adderade ljudet en godtycklig upplevd position i det tre-dimensionella rummet används Head-Related Transfer Functions, se avsnittet teori. Då implementation av HRTFs i algoritmerna inte var en del av detta arbete användes ett ljudbearbetningsprogram samt en plugin för att på förhand ge ljuden en bestämd upplevd rörelse i rummet. Detta visade ha en stor potential, dock var märkbarheten inte tillräcklig hög då musiken riskerade att maskera notifikationen. Detta koncept behölls för vidare konfiguration.

4.2 Val av koncept

Testarbetet resulterade i två konfigurationer bestående av koncept med kompletterande egenskaper som uppfyllde samtliga kriterier (se kapitel 3.1). Dessa två konfigurationer testades vidare i fokusgruppen (se kapitel 3.3).

4.2.1 Kontinuerlig bearbetning av musiken med okonventionell panorering samt tremoloeffekt

Denna konfiguration som på grund av sin verkningstid enbart lämpar sig för längre notifikationer som för inkommande samtal, bygger vidare på koncepten med okonventionell panorering och subtraktion i tidsdomänen. Vardera av dessa koncept krävde överskridande förvanskning och störandenivå för att enskilt uppnå tillräcklig märkbarhet. I kombination, genom antagandet om tillräcklig total förändring, uppnåddes tillräcklig märkbarhet utan att förvanska musiken till en otillbörlig nivå och överskrida gränsen för acceptabel störandenivå. För att uppfylla kravet på notifikationsmärkbarhet även vid tysta partier i musiken adderas ett lågbandigt brus, enbart medvetet hörbart vid tysta- eller nästan tysta partier i musiken, som bärsignal av panorering och ljudeffekter.

4.2.2 Adderade binaurala inspelningar med undvikande panorering av musik

Denna konfiguration som har fördelen att lämpa sig för godtycklig notifikation där användaren kan, genom att systemet använder av olika ljud, särskilja olika notifikationer. Ett ljud för applikationsnotifieringar, ett för SMS och ett för inkommande samtal är ett exempel på distinktion. En annan fördel är att modellen inte kräver musik för att fungera optimalt, notifikationerna är tydligt märkbara oberoende av material användaren lyssnar på. Denna modell utgörs av en kombination av adderat ljud med upplevt ursprung utanför musikens ljudbild och en variant av konceptet med en panoreringsutrymmesbegränsning på musiken, se avsnittet teori.

4.3 Användartester i fokusgrupp

4.3.1 Fas ett

Den inledande testfasen med fokusgrupp skedde i labbmiljö, i ett enskilt grupprum. Testdeltagarna ombads lyssna på utvalda musikstycken med pålagda notifikationer som sedan evaluerades. Notifikationen var antingen testdeltagarens befintliga eller ett av de framtagna notifikationskonfigurationerna med valda parametrar. Då musikstyckena var av olika genre diskuterades dessa skillnader, slutsatser togs utifrån dessa och mer generella lösningar arbetades fram.

Först ombads alla testdeltagare testa sina befintliga SMS-notifikationer och det fördes en diskussion om vad de ansåg gällande avstängningen av musiken i samband med uppspelningen av notifikationsljuden. Alla testdeltagare var överens om att det innebar ett störande moment och samtliga ansåg att det förmodligen gick att motta notifikationer på ett bättre sätt. En av testdeltagarna ansåg att momentet ibland var så störande att denne vanligtvis har mobiltelefonen på ljudlös. Vid musiklyssning innebär detta en kort tystnad i musiken vid notifikationer där systemet istället för spela upp notifikationsljud startar vibrationsfunktionen i mobiltelefonen. Tystnad i musiken kan dock uppkomma av andra anledningar än att man mottagit ett textmeddelande eller ett samtal. Till exempel om telefonen mottar strömmande musiken över en kommunikationsförbindelse, via exempelvis Spotifys applikation, kan en tystnad också indikera på att inte tillräcklig datamängd uppnåtts i bufferten för uppspelning. Vid enbart vibration som notifikation finns en överhängande risk att denna sker ouppmärksammat i stökiga miljöer där haptisk notifikation medför otillräcklig förändring för användaren. Denna problematik visade sig vara vanligt förekommande för fokusgruppen. Den ljudlösa inställningen föredrogs trots det i stor utsträckning, i brist på alternativ.

Kontinuerlig bearbetning av musiken, med panorering av musik, pålagd tremoloeffekt samt adderat långbandigt tyst brus testades som modell för notifikation vid exempelvis inkommande samtal. Misstankar om att denna effekt möjligtvis kan förväxlas med musikens egen panorering uppstod. Alla testdeltagare var emellertid överens om att detta kan motverkas genom att systemet använder sig av höga panoreringshastigheter vid musik med lågt tempo och låga hastigheter vid musik med högt tempo. Diverse parametrar för tremoloeffekten, periodlängd på viktningsintervallet och avståndet mellan dämpningsperioderna samt panoreringshastigheten testades för att finna de parametrar som bäst uppfyllde systemkriterierna. Vid diskussion gick det trots optimerade parametrar inte att komma ifrån att denna effekt kan misstolkas som ett fel vid uppspelningen eller i särskilda fall, exempelvis vid viss elektronisk musik med högt tempo, misstolkas som en del av musiken.

Efter detta ombads testdeltagarna lyssna på material med notifikationer genom konceptet med binaurala adderade ljudinspelningar och undvikande panorering av musiken. Detta notifikationskoncept är möjligt att applicera både på kort notifikation och kontinuerlig notifikation. Den spontana reaktionen var mer positiv då notifikationerna upplevdes som tydligare. Framförallt ansåg test-

deltagarna det lättare att skilja notifikationen från musiken. Eftersom hjärnan typiskt skiljer de två ljudbilderna åt, ansåg sig testdeltagarna bli mindre störd av notifikationen, då allt material gick att urskilja oförvanskat. Notifikationen och musiken ansågs med andra ord bli separerbara på ett sätt som gör att de ej inkräktar på varandras territorium och ljudupplevelse. Flera av testdeltagarna efterfrågade möjligheten att välja godtyckligt notifikationsljud, något som inte tagits med i detta arbete för att hålla det inom en rimlig tidsram, men som dock är fullt möjligt både i teorin och i praktiken (se avsnittet Teori). En testdeltagare ifrågasatte det mönster som musiken panorerades på, där denne ansåg musiken panoreras till gränsen på störande långt ut åt sidan och/eller ha för hög panoreringshastighet, något som tas upp i vidare diskussion i avsnittet diskussion. En uppsättning notifikationsljud testades och diskuterades, där de flesta var överens om att ett kort notifikationsljud (en halv till två sekunder långt) skulle vara att föredra vid en kort notifikation, vid exempelvis inkommande textmeddelande eller applikationsnotifiering.

Konceptkonfigurationen med tremoloeffekt samt kontinuerlig panorering av musiken utslöts, då fokusgruppen var överens om den andra konfigurationens överlägsenhet samt på grund utav dess mer generella tillämpningsmöjligheter.

Testdeltagarna ombads slutligen välja varsin låt och varsin genre samt utgöra favoriter av de binaurala notifikationsljud de precis testat som förberedelse inför den andra fasen. Totalt tog hela den första testfasen ungefär tre timmar, vilket var 90 minuter längre än planerat.

4.3.2 Fas två

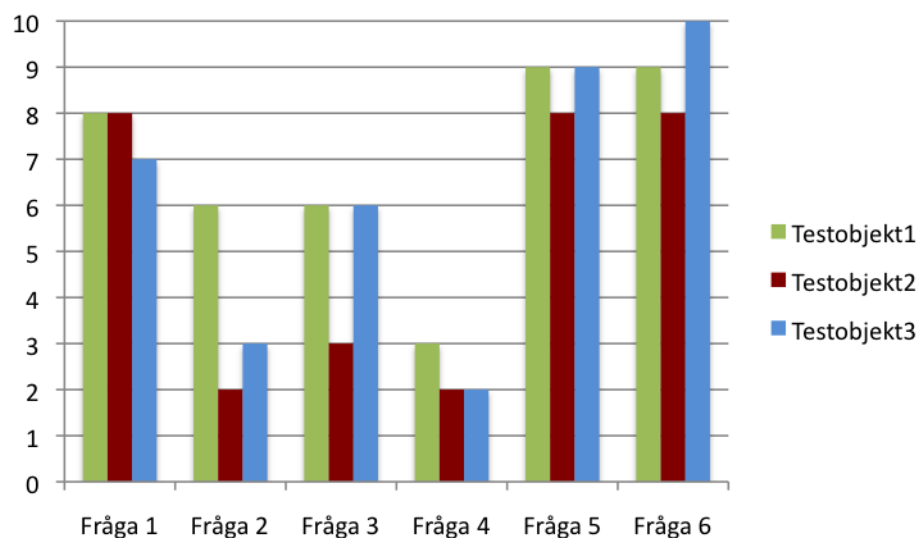
Förberedelserna till den andra fasen bestod av att skapa ljudfiler i mp3-format till var och en av testdeltagarna samt att lägga in dessa på respektive mobiltelefon. Detta eftersom implementation av programvara kompatibelt med mobiltelefonernas operativsystem ej är en del av detta projekt. Dessa ljudfiler var en sammansättning av tre låtar, vilket medförde att vardera ljudfil blev ca 15 minuter lång, se (Bilagor). Musikstyckena var, som redan nämnt under rubriken metod, en låt testdeltagaren själv har valt, en låt där testdeltagaren själv valt genre och en låt som var tidigare okänt för testdeltagaren. Anledningen till att testdeltagarna ombads välja en låt själva var för att testa lyssning av musik som är välkänt av testobjektet samt som denne personligen föredrar. Detta för att få en naturlig spridning på den testade musiken samt ge testdeltagarna en tydlig referens. Att testdeltagarna ombads välja en egen genre för det andra musikstycket är av samma anledningar som ovan, dock med en minskad igenkännlighetsfaktor. Det sista musikstycket valdes så att det var helt tidigare okänt för testdeltagarna, vilket gjordes för att ytterligare minska förutsägbarheten. I musikfilen inkluderades också sex stycken notifikationer av en viss typ, kort eller kontinuerlig, vid en bestämd tidpunkt. Testdeltagarna skickades sedan ner i tunnelbanan tillsammans med en testledare för att utan interaktion med övriga testdeltagare lyssna på ljudfilen i en akustiskt påfrestande miljö, samt där testdeltagarens fokus inte alltid primärt kan hållas på musiken. Där ombads de anteckna alla uppmärksammade notifikationers tidpunkt och typ.

4.4 Enkät

Då testdeltagarna genomgått de två faserna ombads de vid ett senare tillfälle svara på en enkät angående testet. Enkäten, (se kapitel 8), utformades på följande sätt:

Testdeltagarna ombads gradera hur pass störande de, under musiklyssning, upplevde deras befintliga korta notifikation, befintliga kontinuerliga notifikation samt den framtagna korta och kontinuerliga notifikationen. Graderings-skalan var mellan 1 och 10, från inte alls störande till outhärdligt störande. De ombads också gradera hur märkbarheten hos det framtagna notifikationssystemet upplevs, i störande miljö. Graderingsskalan var även här mellan 1 och 10, från inte alls märkbart till mycket märkbart.

Testdeltagarna ombads även i fritext fylla i fördelar med deras befintliga system samt med det framtagna. Utöver detta och de sedvanliga kontaktuppgifterna fanns det utrymme för övriga kommentarer.



Figur 3. Diagrammet visar respektive testdeltagares svar på frågorna nedan.

Fråga 1: Till vilken grad upplever du att det befintliga systemets kontinuerliga notifikation stör musikupplevelsen? Det vill säga hur störande är din nuvarande ringsignal och dina nuvarande alarm då du lyssnar på musik?

Fråga 2: Till vilken grad tycker du att det framtagna systemets kontinuerliga notifikation (dvs ringsignal eller alarm) stör musikupplevelsen? (om ni får välja ljud själva)

Fråga 3: Till vilken grad upplever du att det befintliga systemets korta notifikation stör musikupplevelsen? Det vill säga hur störande är din nuvarande SMS-signal och dina nuvarande app-notifikationer då du lyssnar på musik?

Fråga 4: Till vilken grad tycker du att det framtagna systemet med korta notifikationer (SMS, app-notifieringar etc..) stör musikupplevelsen? (om ni får välja ljud själva)

Fråga 5: Hur märkbar upplevde du det framtagna systemets korta notifikation i störande miljö?

Fråga 6: Hur märkbar upplevde du det framtagna systemets kontinuerliga notifikation i störande miljö?

Enkäten visade på att samtliga testdeltagare ansåg sitt befintliga notifikationssystem mer störande under musiklyssning än det framtagna systemet. Det framtagna systemets notifikationer ansågs bättre passa in i musiken och minska förvanskningen av upplevelsen. Trots detta uppmärksammades samtliga notifikationer under testet i den påfrestande miljön och ansågs av samtliga vara fullt märkbara. Något som ansågs viktigt var möjligheten att själv välja godtyckligt notifikationsljud, något som nämnt inte var möjligt vid testsituationen.

5 Diskussion

5.1 Test och val av koncept

En svaghet med arbetet är den begränsade mängden koncept som arbetet initialt utgått ifrån. Det finns risk för att koncept som skulle kunnat visa potential ej inkluderats. Arbetets disponibla tid var dock begränsad, vilket svårgjorde omfattande förstudier. Kravet på de uppställda koncepteten var generalitet och att de enligt intuitiva principer kan fungera samt vara realistiska för eventuell framtida implementation.

I utvecklingsarbetet kan stundtals diskvalifikationerna av koncept anses sakna tillräcklig grund för dess generella slutsatser, dock krävs uteslutningar utan omfattande empiriska bevis vid ett arbete av denna längd för att inom tillgänglig tidsram ge användbara resultat.

5.2 Användartester

Fokusgruppen bestod av endast tre personer, vilket gör att en representativ bild av målgruppen är svår att erhålla. Detta var dock en balans mellan tid och metod, där en större fokusgrupp ansågs försvåra utförliga tester.

Under fas ett var testledarna ibland ledande i sina frågor, vilket har både för- och nackdelar. Helt fri diskussionsform under fas ett medför att testdeltagarna själva måste hitta och diskutera relevanta problem. Detta fordrar ännu mer tid av testdeltagarna och att de satt sig in i arbetets begränsningar och övriga aspekter. En avvägning mellan mer öppna och ledande frågor gjordes för att säkerställa att en nödvändig mängd information erhöles.

En svaghet med den andra fasen, testet i en naturlig miljö, var att testet endast var ca 15 min, vilket möjliggjorde att testdeltagarna kunde vara mer vaksamma på notifikationer än i många tänkbara användningssituationer. Mellan de sex notifikationerna varierades tidsutrymmet för att minska dess förutsägbarhet. En annan svaghet var, som nämnt i kapitel 4.3.1, att testdeltagarna inte hade möjlighet att enkelt generera nya notifikationer utifrån godtyckliga notifikationsljud, då detta inte implementerats. Testdeltagarna valde istället ifrån ett utbud av på förhand filtrerade ljud.

En testdeltagare, som av misstag inte satt telefonen i "flight mode" enligt instruktionerna, mottog ett riktigt samtal under testet. Detta innebar att testdeltagaren inte i full utsträckning hade samma villkor som de övriga testdeltagarna. Detta är negativt i en testsituation, dock fanns vissa aspekter som kan betraktas som positiva då det inte skedde samtidigt som en av de inspelade notifikationerna. Detta resulterade i att skillnaden mot befintligt system gjordes mer uppenbar för testdeltagaren.

5.3 Vidareutveckling

Implementation av en HRTF som kan filtrera godtyckligt mono- eller stereoljud till att få en tredimensionell bana är något som går och bör genomföras. Detta

öppnar upp möjligheten för användaren att enkelt välja egna notifikationsljud och exempelvis använda sina befintliga sms-ljud på nya sätt.

Panoreringsmönstret av musiken vid det binaurala konceptet är i det framtagna systemet mycket simpelt. Musiken panoreras endimensionellt ut till vänster eller höger sida. Detta är teoretiskt- och praktiskt genomförbart att göra i tre dimensioner med en HRTF. En fördel med detta är den utökade möjligheten att undvika det adderade ljudet med musiken då fler dimensioner gjorts tillgängliga.

Panoreringarna av det adderade ljudet och musiken kan förslagsvis göras enligt ett mönster som är baserat på information om musiken, som exempelvis tempo. Tempo kan förslagsvis erhållas genom analys av tids- och frekvensspektrum då metainformation inte kan antas vara tillgängligt om systemet skall fungera oberoende av musikapplikation. Detta för att göra panoreringsarna mindre störande, då till exempel långsamma panoreringsarna kan upplevas mindre störande än snabba vid musik med lågt tempo osv.

För att det slutliga binaurala systemet skall fungera som kontinuerlig lösning bör med fördel notifikationsljudet upprepas tills dess att användaren väljer att exempelvis svara, givet att det inte redan har en tillräcklig verkningstid. Problematik med en sådan algoritm är att få den att fungera bra vid godtyckligt ljud.

6 Slutsats

Resultatet av arbetet visar på att det är fullt möjligt att utforma ett system för notifikation genom ljudförändringar som är mindre störande än befintligt system.

Ett sätt att utforma ett bättre system är genom adderade binaurala ljud som indikerar på olika förändringar, samt med undvikande panorering av musiken under notifikationens verkningstid.

7 Referenser

Augoyard, Jean François. (2006), *Sonic Experience: A Guide to Everyday Sounds*. McGill-Queens

Cheng, Corey I. Wakefield, Gregory H. (2001), *Introduction to Head-Related Transfer Functions(HRTFs): Representations of HRTFs in Time, Frequency, and Space*. University of Michigan, Department of Electrical Engineering and Computer Science

URL: <http://505606.pbworks.com/f/HRTF.pdf>

Hawkins, Jeff. (2004), *On Intelligence*. Times Books

Händel, Peter. (2002), *Signalteori*. 3 uppl. Sinit

Sonnenschein, David. (2001), *Sound Design*. McNaughton and Gunn

Yost, William A. (2000), *Fundamentals of hearing: An Introduction*. 4 uppl. Academic Press

Longcat Audio Technologies. (2011), *Longcat H3D*. Plugin till Logic Pro.

URL: <http://www.longcat.fr/web/en/prods/h3d-plugin>

8 Bilagor

8.1 Notifikationsexempel

Notifikationsexempel på låten Video Games av Lana Del Rey. Kontinuerlig notifikation vid 00.09. Kort notifikation vid 00.53.

URL: <http://www.speech.kth.se/music/demonstrations/BodinHagerman-exempel.wav>

8.2 Fokusgruppens låtval

<i>Testdeltagare 1</i>	<i>Titel</i>	<i>Artist</i>	<i>Genre</i>	<i>Längd</i>
Låt 1	Needy girl	Chromeo	Electrofunk	03.48
Låt 2	In Trenches	Bermuda	Deathcore	04.06
Låt 3	Girlz	Potential Badboy and MC Fats	Drum n bass	05.38

<i>Testdeltagare 2</i>	<i>Titel</i>	<i>Artist</i>	<i>Genre</i>	<i>Längd</i>
Låt 1	Save tonight	Eagle-Eye Cherry	Alternative rock	04.03
Låt 2	Phantom Pt. II	Justice	Electronic	03.21
Låt 3	Girlz	Potential Badboy and MC Fats	Drum n bass	05.38

<i>Testdeltagare 3</i>	<i>Titel</i>	<i>Artist</i>	<i>Genre</i>	<i>Längd</i>
Låt 1	Video games	Lana Del Ray	Baroque pop	04.47
Låt 2	Rock Me Again and ..	Lyn Collins	Funk	03.26
Låt 3	Girlz	Potential Badboy and MC Fats	Drum n bass	05.38

8.3 Enkät

Notifikation genom ljudförändring

Utvärdering av test i naturlig miljö

* Required

Namn *

Ålder *

e-mail *

Till vilken grad upplever du att det befintliga systemets kontinuerliga notifikation stör musikupplevelsen? Det vill säga hur störande är din nuvarande ringsignal och dina nuvarande alarm då du lyssnar på musik? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte alls

Outhärdligt mycket

Till vilken grad upplever du att det befintliga systemets korta notifikation stör musikupplevelsen? Det vill säga hur störande är din nuvarande SMS-signal och dina nuvarande app-notifikationer då du lyssnar på musik? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte alls

Outhärdligt mycket

Till vilken grad tycker du att det framtagna systemets kontinuerliga notifikation (dvs ringsignal eller alarm) stör musikupplevelsen? (om ni får välja ljud själva) *

framtaget system = binauralt ljud med bortpanorerad musik

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte alls

Outhärdligt mycket

Till vilken grad tycker du att det framtagna systemet med korta notifikationer (SMS, app-notifieringar etc..) stör musikupplevelsen? (om ni får välja ljud själva) *

framtaget system = binauralt ljud med bortpanorerad musik

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte alls

Outhärdligt mycket

Hur märkbar upplevde du det framtagna systemets kontinuerliga notifikation i störande miljö? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte märkbart alls

Mycket märkbart

Hur märkbar upplevde du det framtagna systemets korta notifikation i störande miljö? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Inte märkbart alls

Mycket märkbart

Vilka fördelar ser du med ditt befintliga system (det du använder idag) jämfört med det framtagna systemet för notifikation under musiklyssning? *

motivera

Vilka fördelar ser du med det framtagna systemet jämfört med ditt befintliga system för notifikation under musiklyssning? *

motivera

Övriga kommentarer

Submit

