



Blekinge Tekniska Högskola

Sektionen för planering och mediedesign

VT -2012

Kandidatarbete i medieteknik 30 hp

Binaural ljuddesign i 3D-spel

- En studie om vilka effekter en binaural ljuddesign kan ha i en 3D-spels miljö

Författare: Emil Bergqvist

emil.bergqvist@live.se

Examinator: Peter Ekdahl

Handledare: Pirjo Elovaara

Biträdande handledare: Daniel

Nilsson / Alexander Hansson

Sammanfattning

Detta kandidatarbete handlar om hur spelupplevelsen påverkas av en ljuddesign som är skapad genom en persons öron, en så kallad binaural ljuddesign. I spel och film påverkar ljuddesignen 50% av det man ser och upplever. En stor del av de som spelar spel idag använder sig av hörlurar och headsets för att uppnå den bästa ljudupplevelse och för att de enkelt ska kunna kommunicera via olika röstchatt. Trots detta satsar spelföretag idag på att man ska få det mest kvalitativa ljudupplevelsen via surround-system och för att man enkelt ska kunna höra direktionellt ljud. Detta kan även en binaural ljuddesign återge genom vanliga hörlurar. Detta arbete kommer gå in på vilka effekter en binaural ljuddesign har i spel samt hur den påverkar spelaren både positivt och negativt.

Nyckelord: Binaural ljuddesign, binaural inspelning, 3D-spel, ljudeffekter

Abstract

This thesis describes how a gameplay is affected with a sound design that has been created by a person's ears. In games and films the sound design affects 50% of what you see and experience. A large part of those who play games today uses headphones and headsets for the best audio experience possible and that they can easily communicate with each other through various voice chats. Even so the game companies invest to get the highest quality audio experience via the surround sound system to make it easy to hear directional sounds. This is also available to reproduce with binaural sound design through ordinary headphones. This work will go into the effects of a binaural sound design has in games and how it affects the players both positively and negatively.

Keywords: Binaural sound design, binaural recording, 3D-games, sound effects

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Abstract	2
Innehållsförteckning.....	3
1. Inledning	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Frågeställning.....	5
1.3 Syfte	5
1.4 Mål	5
2. Problemområde	6
2.1 Bakgrund.....	6
2.2 Teori	7
2.2.1 Människans hörsel	7
2.2.2 Binaural inspelning.....	8
2.2.3 HRTF.....	9
2.2.4 Ambiophonics.....	9
2.2.5 Nackdelar och biverkningar	10
2.3 Professionsanknytning	11
3. Tillvägagångssätt.....	12
3.1 Inledning	12
3.2 Inspelningsutrustning	12
3.2.1 Inspelning för speltest I.....	12
3.2.2 Inspelning för speltest II	14
3.3 Growth	14
3.4 Speltest och testgrupp	15
3.4.1 Deltagare.....	16
3.4.2 Speltest	16

3.4.3	<i>Upplägg av frågor</i>	17
4.	Resultat.....	18
4.1	Speltest I.....	18
4.2	Sammanställning av enkäten.....	18
4.2.1	<i>Bakgrund</i>	18
4.2.2	<i>Binaural ljuddesign</i>	19
4.2.3	<i>Attityd gentemot tekniken</i>	19
4.3	Speltest II	20
4.4	Sammanställning av enkäten.....	20
4.4.1	<i>Bakgrund</i>	20
4.4.2	<i>Binaural ljuddesign</i>	21
4.4.3	<i>Attityd gentemot tekniken</i>	21
4.5	Jämförelse mellan binaural ljuddesign och HRTF-teknik.....	22
5.	Diskussion och slutsats	23
5.1	Analys av studien	23
5.2	Analys av resultatet	24
5.3	Slutsats	24
5.4	Vidare forskning.....	25
5.5	Slutord.....	26
	Referenslista.....	27
	Böcker och artiklar.....	27
	Webbkällor och övrigt.....	27
	Bilaga 1	29
	Ordlista.....	29
	Bilaga 2	30
	Frågeformulär I	30
	Frågeformulär II.....	33

1. Inledning

Detta kapitel kommer ta upp studiens frågeställning samt syftet och målet med studien.

1.1 Bakgrund

Binaural ljuddesign upptäckte jag för första gången 2009 när jag studerade på Högskolan Dalarna campus Falun. Jag blev direkt intresserad av tekniken efter jag hört *Virtual Barbershop*¹ men hade då inte möjligheten att experimentera eller arbeta med detta då högskolan inte hade något dummy head (*se kapitel 2.2.2*). Tre år senare fick jag äntligen chansen att arbeta med detta och har i och med min forskning fått ett helt nytt perspektiv kring binaural ljuddesign.

1.2 Frågeställning

Frågeställningen för studien är:

Vilka effekter har en binaural ljuddesign i en 3D-spels miljö?

1.3 Syfte

Syftet med detta arbete är att ta reda de effekter som binaural ljuddesign skapar i digitala spel samt ta reda på om de påverkar spelaren på något sätt. Även ta reda på varför binaural ljuddesign används så lite i spel.

1.4 Mål

Målet med detta arbete är att spela in och skapa en binaural ljuddesign och implementera detta i en spelproduktion för att sedan se om detta påverkar spelupplevelsen. Målet är även att se om denna teknik möjligtvis kan ersätta någon av de ljuduppsättningar som spelare använder idag.

¹ YouTube, Virtual Barber Shop. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA> (2012-02-23)

2. Problemområde

Detta kapitel kommer att handla om studiens problemområde. Kapitlet kommer att gå in på bakgrund samt den teori som kan användas i arbetet.

2.1 Bakgrund

Binaural ljuddesign har existerat i årtionden. Redan på 90-talet så fördes diskussionen om att implementera denna teknik i tv-spel.² Tekniken bygger på människans förmåga att höra skillnaden mellan intensitet samt tidsskillnaden när ett ljud når våra öron. Förr i tiden trodde man att ha två öron var som att ha två lungor, om en sprack så kunde fortfarande den andra fungera. Lord Rayleigh från Cambridge University³ gjorde ett experiment där han kunde visa hur människans öron arbetar tillsammans genom binaural lokalisering. Experimentet gick ut på att Rayleigh blundade medan hans assistenter gick runt honom och pratade och slog på gafflar medan han pekade ut med nästan korrekthet vart ljuden kom ifrån. Reyleighs experiment visade på att människans huvud skapar en så kallad "ljudskugga" vilket innebär att det tar längre tid för ett ljud att nå det ena örat före det andra. Detta hjälper personen att bestämma vart ifrån ett ljud kommer.

I dagens läge finns det ett flertal sätt att efterhärma denna typ av binaural ljuddesign. Tekniken finns både i analog och digital form men är fortfarande inte standard på marknaden. Intresset för binaural ljuddesign har dock ökat på grund av radioteatern *Virtual Barbershop*⁴ som har gjort sig känd genom internet. I och med denna radioteater så har flera diskussioner startats på olika forum om det finns möjlighet att implementera binaural ljuddesign i spel.

²Gehring, B., 1997. Why 3D Sound Through Headphones. Presented at the Computer Game Developers' Conference.

³Everest, F.A., 2001. Master Handbook of Acoustics, 4th ed. McGraw-Hill, New York.

⁴Youtube, Virtual Barber Shop. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagJA> (2012-02-23)

2.2 Teori

I detta kapitel kommer jag redogöra tidigare teorier och empiriska studier som jag anser är relevanta till mitt problemområde. Utifrån detta kommer jag sedan skapa en referensram för mina studier och ge en djupare förståelse i vilka effekter en binaural ljuddesign kan ge i en 3D-spels miljö. Jag kommer bland annat förklara och jämföra de olika analoga och digitala arbetsmetoder och hur man kan arbeta med binaural inspelning och binaural ljuddesign. Från Rumsey och McCormicks (2002) metoder kommer jag även gå in på människans hörsel samt förklara vilka problem som finns inom binaural ljuddesign samt vilka bieffekter den kan ge lyssnaren. Jag är medveten om att en viss del av texten jag använt är gammal men eftersom tekniken ursprungligen är densamma som idag påverkar det inte min forskning inom ämnet. Detta kapitel kommer att ske i löpande text och kommer att gå under följande underrubriker: *Människans hörande, Binaural Inspelning, HRTF, Ambiophonics, Nackdelar och biverkningar*.

2.2.1 Människans hörsel

Människans öra består av tre delar: ytterörat, mellanörat och innerörat.⁵ Ytterörat består av det synliga örat samt hörselgången som leder in till det tympaniska membranet, även känt som trumhinnan. Mellanörat kopplar trumhinnan till innerörat via ett annat membran som kallas för det ovala fönstret. Innerörat består av snäckan som är en vätskefylld spiralformad anordning som leder vidare till ett tredje membran känt som basilar membranet. Strax efter basilar membranet kommer man till en lucka som låter vätskan passera förbi. När en ljudvåg når trumhinnan börjar den vibrera och för vidare vibrationerna via mellan- och innerörat till hjärnan.

Uppfattningen av var ett ljud kommer ifrån bygger på tid- och fasskillnaderna när ett ljud når våra öron. Tidsskillnaden när ett ljud når våra öron kallas för en binaural fördröjning. Tidsskillnaderna i ett ljud är baserade på de låga frekvenserna. Rumsey och McCormick (2002) menar att vid låga frekvenser så arbetar innerörats hårceller regelbundet vid specifika tillfällen i ett mönster men när det kommer till högre frekvenser så påverkas mönstret i hur hårcellerna arbetar slumpmässigt. När det kommer till fasskillnader så påverkas det av frekvenserna samt vart ljudet kommer ifrån. Fasskillnader kan skapa förvirring i miljöer med mycket reflektiva ytor som betongväggar och kan ändra hur fasen i ett ljud når våra öron. Förutom tid- och fasskillnad så påverkas även kvalitén av

⁵Rumsey, McCormick, 2002. Sound and Recording : An introduction, 4th ed. Focal Press, Oxford.

Ljudet hur vi uppfattar avstånd och djup. Detta påverkas av miljön som man hör ljudet i men även av faktorer som hur långt ljudet måste färdas och hur högfrekvent ljudet är. Även faktorer som rumsklang och skillnaden mellan direktljudet och när första reflektionen börjar.

Frekvensinformation i ett ljud skickas till hjärnan via två olika vägar. Låga frekvenser stimulerar hårcellerna i innerörat genom vibrationer och får de att utsöndra elektriska impulser via nervsystemet till hjärnan. Rumsey och McCormick (2002) menar att dessa impulser är synkroniserade med ljudets vågform. Människans ansikte skapar även en skuggning för höga frekvenser men inte för låga. Örats form skapar reflektioner och resonanser och ändrar spektrumet av ljudet vid trumhinnan beroende på vilken vinkel som ljudet kom ifrån. Även axlar och magen påverkar ljudets spektrum. För ljud som kommer bakifrån reduceras de höga frekvenserna i öronen på grund av att formen av våra öron är riktade framåt. Däremot så höjs de höga frekvenserna när ett ljud kommer från sidan.

2.2.2 Binaural inspelning

Binaurala inspelningar bygger på människans sätt att höra.⁶ Inspeknings-tekniken bygger på att man har ett så kallat dummy heads (dockhuvud), där man placerar två stycken rundupptagande mikrofoner⁷ i ett dummy heads öronkanaler för att spela in och fånga upp den ljudskugga som ett mänskligt huvud skapar. Dummy heads finns i flera varianter och vissa är även byggda med axlar och mage. Rumsey och McCormick förklarar att dessa typer av dummy heads kallas för HATS och används för att kunna återskapa en mer verklighetstrogen binaural inspelning. Men, eftersom kroppen är olika byggd på alla människor kan detta skapa förvirring eftersom huvudet inte matchar lyssnarens kropp. Rumsey och McCormick berättar även om en annan teknik som bygger på att man använder mikrofoner som sätts in i en riktig persons öron för att återskapa samma effekt som den inspelning man gör i ett dummy head.

⁶Rumsey, McCormick, 2002. Sound and Recording : An introduction, 4th ed. Focal Press, Oxford.

⁷ Mikrofoner som kan spela in ljud från alla vinklar.

Binaural inspelning används i olika sammanhang. Man kan använda det för både inspelningssyften och för att mäta akustik i olika rum. Skillnaden vid inspelning vid dessa olika användningsområden är att vid inspelningssyften är mikrofonerna inkopplade i ingången på dummy headets öronkanaler, medan för mätningssyften av akustik i rum är mikrofonerna inkopplade vid utgången av dummy headets öronkanaler, ungefär där trumhinnan skulle sitta på en verklig människa.

2.2.3 HRTF

Efter en inspelning eller mätning med ett dummy head kallar man det färdiga resultatet för HRTF (Head Related Transfer Function); man summerar hur dummy headet uppfattade ljud från olika riktningar med hjälp av huvud, axlar och mage. HRTFs mäts i riktningar som höger och vänster men även i förhöjningar som upp och ner.

Denna typ av teknik kan även återskapas digitalt. Tekniken fungerar på det sättet att man genom mjukvara bygger upp ett virtuellt rum där man placerar ut olika ljudkällor. Mjukvaran använder sig av ett programmeringsbibliotek som kallas för OpenAl⁸ (Open Audio Library) som används för att skapa flerkanaligt och tredimensionellt ljud i digitala spel. OpenAl finns inbyggd i flera ljudmotorer och kan mäta ut avståndet och intensiteten på ljud och återskapa det binaurala hörandet en riktig person har. Principen på denna teknik är att kontrollera ljudfältet runt lyssnarens öron så som den skulle vara om lyssnaren skulle befinna sig vid den platsen på riktigt.⁹ Simon M Goodwin (2009) från spelföretaget Codemasters förespråkar att enda sättet idag för att få riktigt tredimensionellt ljud i spel är genom att använda sig av HRTF och hörlurar. Goodwin menar att idag finns tekniken inbyggd i alla spelmotorer redo för att användas.

2.2.4 Ambiphonics

Ambiphonics¹⁰ är en metod av inspelnings/upp spelnings teknik för att kunna återskapa hur en plats låter. Tekniken är framtagen av Ralph Glasgal från Ambiphonics Institute, hans idé var att kunna återskapa en konsert i sitt vardagsrum och få känslan av att man är på konserten. Glasgals idé är att

⁸Goodwin, S., 2009. 3D Sound for 3D Games - Beyond 5.1. Presented at the AES 35th International Conference, London.

⁹Youngtae et al., 2005. New HRTFs (Head Related Transfer Functions) for 3D audio applications. Presented at AES 118th Convention, Barcelona.

¹⁰Ambiphonics 2nd Edition Available at: <http://www.ambiphonics.org/AmbioBook/intro.html> (2012-03-01)

kunna skapa en binaural lyssning utan att behöva använda hörlurar och istället använda helt vanliga stereohögtalare. Glasgal kallar dessa två högtalare för Ambipoles i sin teori. För att kunna skapa en binaural lyssning krävs det att vardera högtalare bara når vardera öra, så att höger högtalare når höger öra och vänster högtalare når vänster öra. För att kunna göra detta blir man tvungen att bygga en ljudabsorbent vägg mellan högtalarna och framför lyssnaren. Glasgal menar även att med denna teknik kan lyssnaren även röra på huvudet utan att förstöra den binaurala känslan i ljudet.

För att kunna få den exakta rumskänslan lägger man även till åtta stycken surroundhögtalare runt lyssnaren. Genom de åtta högtalarna genererar ett datorprogram olika typer av akustisk som Glasgal valt att kalla Ambiovolver¹¹. Programmet är byggt på olika akustiktyper av platser från hela världen som exempelvis konsertsalar och kyrkor. Ambiovolvern skickar sedan ut den valda akustiken i de åtta högtalarna för att skapa reflektioner till det ljudet som spelas upp i Ambipolesen för att skapa känslan att man är i rummet som ljudet eller musiken spelades in i. När det gäller att spela in för Ambiphonics är tekniken byggd likt som en inspelning i ett dummy head. Istället för dummy head så använder sig Glasgal av en huvudliknande boll där han sedan placerar två stycken rundupptagande mikrofoner på varsin sida av huvudet istället för i öronen och riktar dessa uppåt. I konsertinspelningar menar Glasgal att man ska placera inspelningsutrustningen i femte raden i mitten men han menar också att det är en smaksak.

2.2.5 Nackdelar och biverkningar

Inom binaurala inspelningar och digitala HRTF simuleringar finns det ett flertal nackdelar men även biverkningar på personer. Som Rumsey och McCormick (2002) förklarar så finns det ett flertal problem. Till exempel är alla människor unika vilket skapar ett problem i binaural ljuddesign. Eftersom människors huvuden och öron är olika så är det svårt att skapa en binaural ljuddesign för en större grupp personer. Det är även svårt eftersom alla människor har olika bra hörsel vilket gör att vissa har förmågan att kunna lokalisera ljud bättre än andra. Huvudrörelser kan också skapa problem. Eftersom HRTF är uppbyggd efter en position av huvudet så är det svårt att producera upplevelsen efter huvudrörelser. Man kan använda sig av komplicerad teknik med utrustning som läser och skannar av personens huvudrörelser och synkroniserar det med det virtuella rummet. När det kommer till hörlurar så är problemet att det finns ett flertal olika modeller som är olika

¹¹ Ambiphonics 2nd Edition Available at: <http://www.ambiophonics.org/AmbioBook/intro.html> (2012-03-01)

designade vilket kan leda till att distorsion¹² i ljudet vilket kan förstöra den binaurala upplevelsen.

Binaurala lyssningar kan även skapa biverkningar på personer vilket kan leda till att personen som lyssnar kan bli förvirrad av ljud som kommer från olika håll och bli yr och illamående. Cheng och Wakefield (2001) berättar även om resultat där personer har upplevt att ljud kommer inifrån huvudet istället för utanför och att ljud som ska komma framifrån låtit som att det kommer bakifrån istället, speciellt när det inte finns någon visuell bild som referens att se på. Det finns även problem när det gäller dator och ljudkvalité. Cheng och Wakefield förklarar att eftersom virtuella HRTFS fungerar i realtid så är det mycket data som måste sparas, vara åtkomliga och laddas snabbt vilket gör det svårt för datorer i lågpris att kunna arbeta med vilket även sänker kvalitén på ljuden.

2.3 Professionsanknytning

Binaural ljuddesign i tv- och datorspel finns i dagens läge i ett fåtal spel. Det finns några spel som lyckats med att implementera detta som till exempel Iphonespelet *Aves* (Reaction Labs LLC, 2009) som går ut på att man ska jaga fåglar. Spelutvecklare använder sig idag oftast av surroundsystem¹³ för att försöka få en mer verklighetstrogen spelupplevelse för spelaren. Detta tack vare HDMI kabeln. HDMI står för High Definition Multimedia Interface och har på senare tid blivit vanligt för att koppla ihop olika mediaenheter. Via HDMI är det enkelt för konsumenten, att kunna leverera ljud till surroundsystem med upp till åtta stycken högtalare.

Francis Rumsey¹⁴ berättar i sin artikel om hur bland annat företaget Dolby tillsammans med Red Storm Entertainment forskat i hur man i spel har försökt arbetat med att kunna få ljud att röra sig i höjddled. Rumsey förklarar att de tidigare använt binaural uppspelningsteknik i sina spel för att kunna skapa ljud i höjddled men eftersom tekniken är begränsad för hörlurar har de gått över till surroundljud istället.

¹² Förvrängning av ljudsignalerna i ljudet. Det innebär att ljudsignalens toppar klipps av.

¹³ Goodwin, S., 2009. 3D Sound for 3D Games - Beyond 5.1. Presented at the AES 35th International Conference, London.

¹⁴ Rumsey, F., 2011. Audio for Games.

3. Tillvägagångssätt

I detta kapitel kommer studiens metodik delges och hur genomförandet gick till. En redogörelse för vilka tekniker som användes för att kunna slutföra mitt arbete samt berätta om det tillvägagångssätt som valts.

3.1 Inledning

För att få svar på min frågeställning använde jag mig av binaural inspelningsutrustning för att spela in ljud och implementerade det i spelet *Growth* (se kapitel 2.3). Ett spel som jag även är med och utvecklar tillsammans med studenter från kandidatprogrammet Digitala Spel på BTH. För att få svar på vilka effekter en binaural ljuddesign har på en 3D-spels miljö genomfördes två olika speltester på två testgrupper. Den första speltestet handlade om att lyssna på den binaurala ljuddesignen i *Growth*. Speltest nummer två gick ut på att testdeltagarna fick spela *Growth* två gånger, första gången var spelet ljudlagt i stereo och andra gången med binaural ljuddesign. Det andra speltestet handlade alltså om att spelaren skulle lyssna på de olika ambianserna för spelet och hitta ljudkällor över spelbanan medan första handlade om att spelaren skulle lyssna på ambiensen samt lyssna på de punkteffekter föremål hade i spelet. Metodiken som följdes under speltestningen är grundad på metodikten som John P. Davis et. al. tar upp i *The International Journal of Computer Game Research*¹⁵ för speltester.

3.2 Inspelningsutrustning

Inför speltesterna skedde två olika inspelningar. Detta kapitel kommer att gå igenom vilken typ av utrustning som användes och hur inspelningarna gick till.

3.2.1 Inspelning för speltest I

Mikrofonerna som användes vid inspelning i arbetet är Soundman OKM II utvecklade av Soundman¹⁶ själva. Mikrofonerna är utformade som ett par stereohörlurar som man sedan sätter in i

¹⁵Davis, Steury, Pagulayan, 2005. The International Journal of Computer Game Research Available at: http://gamestudies.org/0501/davis_steury_pagulayan/ (2012-04-09)

¹⁶ Soundman, 2011. Available at: <http://www.soundman.de/sv> (2012-05-08)

vardera öra för att spela in ljud (se figur 1). Dessa mikrofoner användes vid inspelning av ambianser¹⁷ och flertal ljudeffekter i spelet *Growth*.



Figur 1. Soundman OKM II med A3 strömadapter

Förutom OKM II användes även mikrofonen Sennheiser MKH 60 vid inspelning av ljudeffekter för att kunna slutföra arbetet. MKH 60 är en så kallad bommikrofon¹⁸ som vanligtvis används vid ljudinspelningar för film och ljudeffekter som foley (se ordlista). Denna mikrofon användes vid inspelning som till exempel tramplyjudeffekter. Eftersom OKM II spelar in ljud i stereo försvårade detta implementeringen av ljuden i spelet. Ljudeffekter som tramp i spel spelas upp efter varandra slumpmässigt för att skapa dynamik så att man inte känner igen ljuden. Detta blev ett problem med OKM II. Eftersom OKM II spelar in i stereo kan effekten bli att det låter som att man tar två steg med högerfoten istället för varannan högerfot varannan vänsterfot.

Inspelningen av skogsambianser till spelet skedde i en skog nära Högadal i Karlshamn. Valet till denna skog var för att man enkelt kunde undkomma ljud från fordonstrafik i vissa delar av denna skog. Vid inspelningen användes OKM II för att kunna spela in ambiensen av skogen. När det kom till inspelning av ljudeffekter skedde detta både i hemmet och i Studio Netport på BTH. I hemmet spelades det in ljudeffekter från trälådor och metallskåp för att kunna använda dessa ljud på de trälådor samt järntunnor som finns i spelet för att kunna lösa olika pussel. I Studio Netport spelades ljudeffekter som tramp, hoppljud in med mera. Detta för att studion har en stor träskiva med olika typer av golvytor limmad på som exempelvis kakel. Denna träskiva användes för att enkelt kunna spela in ytor som matchar de ytorna som spelaren går på i spelet *Growth* (se kapitel 3.3).

¹⁷ Betäckning för atmosfärljud som skogar, städer etc.

¹⁸ Är vanligast en riktadmikrofon som man sätter fast på en bom vid inspelning av dialog eller ljudeffekter. Med hjälp av bommens längd så kan man enklare spela in dialog på exempel filminspelningar.

3.2.2 Inspelning för speltest II

I detta speltest återanvändes mikrofonerna OKM II för att spela in ambiens till Growth. Vid ambiensinspelning användes även två stycken AKG C 451 B mikrofoner för stereoinspelning. Dessa användes även för att kunna göra en stereoinspelning av skogen så att speltestaren skulle kunna jämföra en ljudläggning som används vanligt i spel mot en binaural ljudläggning i spel.

Vid ljudeffektinspelning denna gång användes mikrofonen Neumann TLM 103. Neumann TLM 103 används vanligtvis vid inspelning av sång men är även en bra mikrofon att spela in ljud med inomhus tack vare sitt stora membran. Denna gången användes även OKM II vid ljudeffektsinspelningen. Detta för att spela in ljudeffekter från olika vinklar och sedan sätta ihop detta med den ambiensinspelningen som gjordes med dessa mikrofoner för att se hur speltestarna kom att uppfatta dessa, medan de som spelades med Neumann TLM 103 blev placerade ut som olika ljudkällor i spelet.

Inspelningen av skogsambiansen skedde återigen i samma skog som speltest 1 (*se kapitel 3.2.1*). Dock skedde inspelningarna med AKG C 451 B mikrofonerna och OKM II mikrofonerna på två olika dagar vilket ledde till att i OKM II inspelningen fick mera ljud av vind än vad den andra inspelningen fick. Ljudeffektsinspelningen skedde även denna gång i Studio Netport på BTH. De ljud som spelades in denna gången var ljud från snurrande stålfjädrar och plastslangar samt prasslande löv och fotonegativ som fungerar likvis som löv och gräsljud.

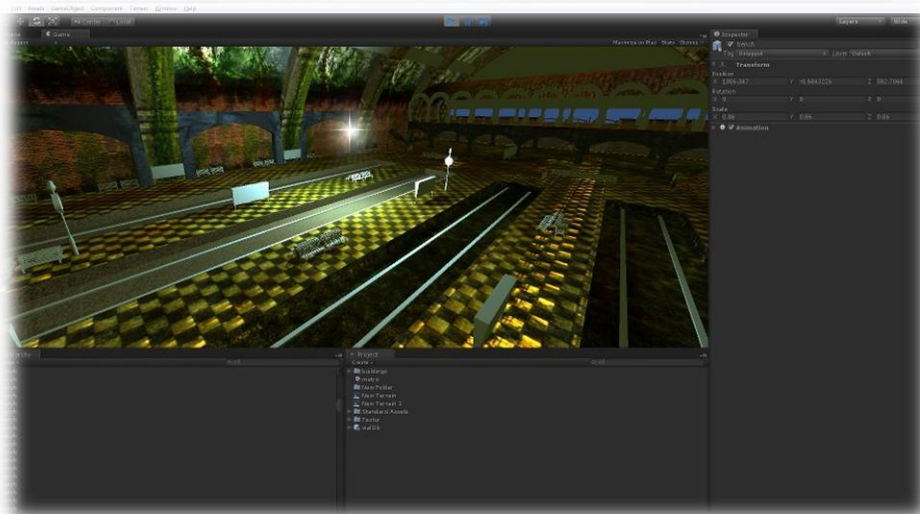
3.3 Growth

Arbetet implementerades i spelet Growth. Growth är ett indie¹⁹/äventyr spel i första persons vinkel²⁰ och utspelar sig i en post-apokalyptisk värld där ingen elektronik längre finns. Spelaren blir placerad på en övergiven nerfallen tågstation där denne måste klara sig igenom spelet genom att lösa olika pussel för att kunna komma vidare. Spelet är utvecklat tillsammans med studenter från kandidatprogrammet Digitala Spel på BTH och är uppbyggt i spelutvecklingsprogrammet Unity

¹⁹ Förkortning för engelskans *independent*. Betäckning på spel som inte är bundna till några utvecklingsvilkor än sin egna.

²⁰ Vinkel där man ser världen genom karaktärens ögon.

3D²¹ (se figur 2) utvecklat av Unity Technologies²².



Figur 2. Snapshot av Growth i Unity 3D

Anledningen till valet av spelutvecklingsprogrammet Unity 3D beror på dess grafiska användarvänlighet. Det är lätt som spelutvecklare att implementera grafik och ljud genom drag and drop- funktionen i programmet. Ljudmotorn som är inbyggd i programmet är Fmod²³ och med hjälp av det gränssnittet så är det enkelt att ändra volym, tonhöjd, panoreringar med mera via parametrar. Ljuden är indelade i två olika grupper i programmet, 2D-ljud och 3D-ljud. 2D-ljud är statiska ljud som till exempel ambiens som låter ständigt. 3D-ljud är dynamiskt ljud som är placerade över spelbanan och påverkas när man kommer nära dem i volym, tonhöjd med mera.

3.4 Speltest och testgrupp

För att få svar på frågeställningen avslutas arbetet med två speltester på en testgrupp, detta för att ta del av deras synpunkter. Upplägget för speltestningen var efter John P. Davis dokumentering i *The International Journal of Computer Game Research*²⁴ för hur man lägger upp speltester. Davis förklarar att vid speltestning bör man välja deltagare som har kunskap inom ämnet. När det gäller antal personer menar Davis att man ska begränsa antalet testdeltagare till speltest på exempelvis sex till tolv testdeltagare.

²¹Unity - Game Engine, 2012. Unity - Game Engine. Available at: <http://unity3d.com/> (2012-04-16)

²²Unity Technologies, 2012. Available at: <http://unity3d.com/company/> (2012-05-08)

²³Fmod, 2012. Available at: <http://www.fmod.org/> (2012-05-08)

²⁴Davis, Steury, Pagulayan, 2005. The International Journal of Computer Game Research Available at: http://gamestudies.org/0501/davis_steury_pagulayan/ (2012-04-09)

Svaren på enkäten blev sedan jämförda med den forskning som Sebastian Brieger och Fredrik Göther på KTH²⁵ gjorde om HRTF (se kapitel 2.2.3). I spel Detta för att kunna se om det fanns några paralleller mellan binaural ljuddesign och HRTF-teknik i 3D-spel. Detta kapitel kommer att ske under följande rubriker: *Deltagare, Speltest och Upplägg av frågor*.

3.4.1 Deltagare

Testdeltagarna var studenter från kandidatprogrammet Digital Ljudproduktion och Digitala Spel på BTH. Valet av testdeltagare är för att kunna få olika synvinklar från personer som både har erfarenhet inom ljud och från personer som har erfarenhet inom spel. Min tanke var att kunna jämföra och se om personer inom ljud och spel upplever ljuddesignen olika. Genom detta kandidatarbete kommer testdeltagarna bli benämnda som *deltagare*.

3.4.2 Speltest

Speltest I genomfördes på följande sätt; deltagarna blev placerade vid varsin dator och blev uppmanade att spela Growth. Alla deltagare fick låna varsitt par hörlurar att lyssna med och fick innan de börja spela instruktioner om vad binaural ljuddesign var samt blev ombedda att lyssna på ljuddesignen noggrant. Efter instruktionerna fick deltagarna spela igenom spelet och försöka klara de pussel som var utplacerade över spelbanan för att kunna komma till spelets slut.

Speltest II genomfördes så att en deltagare i taget blev placerad vid en dator med hörlurar. De fick först spela Growth med vanlig ljudläggning i spel där de skulle gå omkring och söka efter olika ljudkällor. Efter att de hittat ett par stycken så fick de spela om spelet igen med binaural ljuddesign där de fick gå omkring och lyssna på detta i spelet.

²⁵ Brieger, Göther 2011. Spelares inställning till HRTF teknik, KTH.

3.4.3 Upplägg av frågor

Efter speltesten blev deltagarna ombudda att svara på en enkät (*se Bilaga 2*) med flersvars frågor om spelet samt om ljuddesignen. Deltagarna kunde valfritt kommentera alla sina svar på frågorna. Detta var för att kunna se deltagarnas motivering. Frågorna till deltagarna var upplagda efter följande områden:

Bakgrund

För att enklare kunna se deltagarens bakgrund inom ljud och spel utformades frågorna så att det blir enklare att utskilja deltagarnas erfarenhet och kunskap inom området. Frågorna berörde även frågor som vad deltagarna har för ljuduppsättning när de normalt spelar.

Binaural ljuddesign

Frågor ställdes framförallt omkring studiens huvudfråga. För att få svar på hur deltagarna upplevde binaural ljuddesign. Även frågor om effekterna och om de upplevde några av de biverkningar som togs upp i teorin ställdes.

Attityd till tekniken

Detta område undersökte deltagarnas attityd gentemot tekniken. Frågor ställdes om hur deltagarna tyckte att tekniken påverkade spelupplevelsen och om hur de ansåg att byta ut andra ljuduppsättningar mot denna teknik. Även frågor på vad som kan och bör förbättras ställdes.

4. Resultat

Detta kapitel kommer att handla om studiens resultat. Kapitlet kommer att presentera resultatet av det arbete som utförts och vad studien kommit fram till.

4.1 Speltest I

Speltest I genomfördes under två dagar där studenter från kandidatprogrammen *Digitala Spel* och *Digital Ljudproduktion* på BTH fick vara med och delta. Det var totalt tio personer som kom och var med och deltog på speltestet samt svarade på svarsenkäten (se Bilaga 2). Deltagarna fick provspela *Growth* (se kapitel 3.3) under obestämd tid och fick utforska världen och prova på de olika mekanikerna i spelet. Efter det blev de anvisade att besöka spelets Facebook-sida²⁶ där en extern länk fanns till enkäten. De som deltog i speltestet var fyra studenter från *Digitala Spel* samt sex studenter från *Digital Ljudproduktion*.

4.2 Sammanställning av enkäten

Enkäten är uppbyggd på hemsidan *Websurvey*²⁷ vilket är en tjänst för att skapa enkäter. Sammanställningen av enkäten kommer ingå i tre stycken underrubriker såsom enkäten var utformad efter. Dessa underrubriker är: *Bakgrund*, *Binaural Ljuddesign* och *Attityd mot tekniken*.

4.2.1 Bakgrund

På frågan om deltagarna kände till Binaural ljuddesign eller HRTF så var det ungefär 50% som kände till det sedan tidigare; där sju deltagare hade tidigare hört radioteatern *Virtual Barbershop*²⁸. Vid frågan om vad deltagarna hade för ljuduppsättning när de spelar visade det sig att 50% spelar med stereohörlurar, 20% i stereohögtalare och 30% med surroundanläggningar. En del svarade med att valet för stereohörlurar var på grund av att det är enklare att kunna sitta i röstchatt²⁹ med sina vänner. Vid frågan om vilka andra ljuduppsättningar de hade spelat med så visade det sig att alla hade någon gång spelat med stereohögtalare men ingen hade någon gång provat Surround-hörlurar.

²⁶ Growth, 2012. Available at: <http://www.facebook.com/pages/Growth/332948146741874> (2012-05-02)

²⁷ Websurvey, 2012. Available at: <https://websurvey.textalk.se/se/332948146741874> (2012-05-02)

²⁸ YouTube, Virtual Barber Shop. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA> (2012-02-23)

²⁹ Kommunikationsverktyg för att kunna kommunicera med sina vänner från olika datorer.

4.2.2 Binaural ljuddesign

Under denna del fick deltagarna svara på vad de upplevde av den binaurala ljuddesignen. Ungefär 50% upplevde att ljudet kom från runt omkring dem, medan stor del av den andra halvan inte kände av något och visste inte heller vad de skulle lyssna efter. 70% var negativa vid frågan om de upplevde ljuden klarare med binaural ljuddesign dock upplevde 60% att ljuden kändes mer realistiska. Vissa av deltagarna förklarade att det kändes mer naturligt och tyckte att det blev en annan dimension av ljud.

Vid frågan om vilka effekter de upplevde av den binaurala ljuddesignen svarade flertalet att de kändes som surround och tyckte att det blev bättre djup i ljudet. Några fåtal kände även obehagliga biverkningar som att allt kändes väldigt nära. Några deltagare som inte var bekanta med ämnet kände inte av någonting särskilt.

4.2.3 Attityd gentemot tekniken

De sista frågorna i enkäten handlade om deltagarnas syn på vad de tycker om binaural ljuddesign i spel. 50% av deltagarna var positiva till tekniken i spel och tyckte att den förbättrade spelupplevelsen medan resten av deltagarna var likgiltiga eller saknade åsikt om det. De som var positiva till binaural ljuddesign presenterade positiva vinklar, som till exempel hur binaural ljuddesign kunde användas för att lokalisera objekt eller bli upplyst till exempel om faror. En deltagare ville även se detta i skräckspel och tror att tekniken kan få störst plats i den spelgenren. Många pekade även på att det skulle varit lättare om man hade haft någonting att kunna jämföra med i testet.

30% av deltagarna var positiva till att de skulle kunna gå och byta ut dagens ljuduppsättningar med denna teknik medan de andra 70% var antingen likgiltiga eller saknade åsikt om detta. Vid frågan om deltagarna skulle använda tekniken om den fanns som valbar i spel var 20% positiva medan 80% var likgiltiga eller hade ingen åsikt. En av deltagarna svarade med att det skulle fungera olika från spel till spel beroende på vilken genre spelet har men att detta fungerar bäst i FPS-spel³⁰. Många av

³⁰ First person shooter. Spel som går ut på att spelaren ska skjuta personer för att ta sig vidare.

deltagarna svarade att de hade gärna hört mer ljudeffekter för att kunna få bättre bild på vad binaural ljuddesign är.

4.3 Speltest II

Speltest II genomfördes under en dag där studenter från kandidatprogrammen *Digitala Spel* och *Digital Ljudproduktion* på BTH fick vara med och delta. Det var även denna gång tio personer som deltog i speltestet samt svarade på svarsenkäten (se Bilaga 2). Deltagarna fick provspela *Growth* (se kapitel 3.3) under 15 minuter och fick spela spelet två gånger för att jämföra de olika ljuddesignerna. Efter de spelat fick de denna gången svara på enkäten direkt på datorn. De som deltog i speltestet var denna gång sex studenter från *Digitala Spel* samt fyra studenter från *Digital Ljudproduktion*.

4.4 Sammanställning av enkäten

Enkäten var även denna gång uppbyggd på hemsidan *Websurvey*³¹ dock denna gången med mer öppna frågor för att lättare kunna sammanställa vad deltagarna tyckte och tänkte. Sammanställningen av enkäten kommer ingå i tre stycken underrubriker precis så som enkäten var utformad. Dessa underrubriker är: *Bakgrund*, *Binaural Ljuddesign* och *Attityd mot tekniken*.

4.4.1 Bakgrund

Av de som deltog denna gång så var det 60% som hade hört talats om binaural ljuddesign eller HRTF innan. Denna gång kunde dem i frågan om vad de hade för ljuduppsättning när de spelar välja mer än ett alternativ. Resultat blev att; 70% av deltagarna använde stereohögtalare, 50% använde stereohörlurar, 30% använde surroundsystem och 10% använde surroundhörlurar. I frågan i vilka ljuduppsättningar de provat för spel så hade alla någon gång använt stereohögtalare, 90% som använt stereohörlurar, 60% som någon gång provat spela spel med surroundsystem och 30% som någon gång provat surroundhörlurar.

³¹ Websurvey, 2012. Available at: <https://websurvey.textalk.se/se/332948146741874> (2012-05-02)

4.4.2 Binaural ljuddesign

Denna gång fick deltagarna svara med öppna svar på frågorna. I frågan av vilka effekter de upplevde så var alla gemensamma med att hela spelet fick ett helt nytt djup och en helt ny dimension med binaural ljuddesign. De förklarade att de blev helt omslutna av ljudet och att allting kändes nära till skillnad mot det test de fick göra med den speltest de fick göra först med stereo. Många berättade att de fick känslan att de var där i spelet. Det var även en som berättade att han blev illamående och disorienterad vilket han i vanliga fall inte brukar bli när han spelar digitala spel. Vid frågan om hur de upplevde ljud runt om dem så berättade alla hur de upplevde ljud som kom från alla håll, speciellt de ljudeffekter som hade spelats in och lagt ihop med ambiensljudet hade de bland annat märkt den snurrande metallfjädern samt plastslangen som kommit från sidan och bakom. I frågan om de upplevde binaural ljuddesign klarare och mer realistiskt än stereo var alla positiva och berättade att den första ljuddesignen var ”platt” i jämförelse med binaural ljuddesign. I de första speltestet bara kunde höra saker kom höger och vänster medan de kunde uppfatta ljud som kommer från alla vinklar med binaural ljuddesign.

4.4.3 Attityd gentemot tekniken

I frågan om hur de tyckte att spelupplevelsen förbättrades med binaural ljuddesign så tyckte alla att den förbättrade upplevelsen i spelet i och med att de tyckte att det blev djupare och fick känslan av de var på platsen i spelet. Likadant i frågan om man kan byta ut binaural ljuddesign mot de andra ljuduppsättningar i spel så var även här alla positiva och många undrade varför detta fortfarande inte idag finns i digitala spel. I frågan om att ha detta som valbarhet i spel så svarade vissa med att detta skulle fungera olika från spel till spel därde mena att spel i vissa genrer skulle detta fungera bra medan i andra skulle det fungera mindre bra.

4.5 Jämförelse mellan binaural ljudesign och HRTF-teknik

För att få ett bredare resultat jämförde jag resultatet i detta arbete med den forskning som Sebastian Brieger och Fredrik Göther på KTH³² gjorde om HRTF (se kapitel 2.2.3) i spel. De använde sig av HRTF-mjukvaran *Rapture3D*³³ i spelet *Unreal Tournament 3*³⁴ som är ett FPS-spel³⁵ där man utkämpar stider för att överleva. Rapture 3D är ett mjukvaruprogram som kan simulera HRTF i spel och de använde programmet på spelet *Unreal Tournament 3* för att se vad spelare har för ställning till HRTF i spel.

I deras forskning visade det sig att majoriteten av spelare använde sig av stereo hörlurar när de spelar spel. I deras forskning gav det samma resultat som i speltest I (se kapitel 4.1) att flera spelare hade svårt att uppleva den binaurala effekten. Av de tolv spelare som deltog i deras test så märkte ungefär 40% ingen skillnad när de skulle försöka lokalisera ljud i sidled. När det kom till att lokalisera ljud i höjdlid och djupled så svarade majoriteten av deltagarna positivt. I frågan hur om de upplevde ljud mer realistiska med HRTF så svarade majoriteten att de inte märkte någon skillnad. Även i deras forskning visas det att fler tycker att spelupplevelsen förbättras och alla tolv deltagare svarade positivt att de skulle använda HRTF om det fanns valbart i spel.

³² Brieger, Göther 2011. Spelares inställning till HRTF teknik, KTH.

³³ Blue Ripple Sound, Rapture3D Technology. 2011. Available at: <http://www.blueripplesound.com/index.php?target=technology> (2012-05-06)

³⁴ Unreal Tournament 2007, Epic Games.

³⁵ First person shooter. Spel där man ser ur spelarkarakters ögon och går ut på att man ska skjuta folk för att ta sig vidare i spelet.

5. Diskussion och slutsats

Detta kapitel kommer att analysera studiens och resultatets slutsats och även ge förslag på fortsatt forskning.

5.1 Analys av studien

Utifrån tidigare forskning visar resultat på att det har existerat/existerar spelutvecklare och forskare som medger att binaural ljuddesign inte är en omöjlighet att implementera i spel. Det verkar dock som att personer ignorerar det eller vill istället satsa på bättre ljudupplevelse genom andra ljuduppsättningar så som surround system. Det finns en möjlighet att detta kan vara på grund av att binaurala inspelningar är statiska och att de tycker de är lättare att panorera³⁶ ut ett ljud till dess plats. Det är även intressant hur denna diskussion har pågått i över årtionden men att det fortfarande inte lett fram till något större resultat. Anledningen kan vara på grund av den binaurala ljuddesignens bieffekter och att spelutvecklare är rädda att spelare ska avstå från deras spel på grund av att de kan bli illamående eller yra. Ungefär som japanska tecknade filmer har gett barn och ungdomar epilepsiattacker på grund av alla blinkade effekter.³⁷

Även fast det känns som att denna teknik är mer eller mindre bortglömd så verkar den ändå ha stigit sakta men säkert framåt igen på grund av radioteatern *Virtual Barbershop*³⁸. På flera olika fora diskuterar spelare och olika personer som har lyssnat på denna teater och undrar om denna teknik är möjlig att implementera i spel. Det är även intressant att se att personer som Ralph Glasgal³⁹ bygger sin egen teknik för att kunna återskapa en konsert i sitt vardagsrum.

³⁶ Används för att positionera ut ett ljud i olika högtalare

³⁷ Reuters, 1997. Japanese cartoon triggers seizures in hundreds of children. *CNN*. 17 December. <http://edition.cnn.com/WORLD/9712/17/video.seizures.update/> (2012-05-08)

³⁸ YouTube, Virtual Barber Shop. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA> (2012-02-23)

³⁹ Ambiophonics 2nd Edition Available at: <http://www.ambiophonics.org/AmbioBook/intro.html> (2012-03-01)

5.2 *Analys av resultatet*

Resultaten av i vilka effekter en binaural ljuddesign har i en 3D-spels miljö visade sig vara att den skapar mer realism och större djup på miljön i digitala spel än vad stereo gör. I speltesten visar det sig också att deltagarna hade svårt att utskilja vanlig ljuddesign i spel mot binaural ljuddesign om de inte hade någonting att referera till som i speltest I (se *kapitel 4.1*). Detta kan vara för att ljuddesignen i speltest I var för dålig eftersom den var för lågt inspelad mot den som spelades in till speltest II (se *kapitel 4.3*). Det var även intressant att se hur några av deltagarna som vanligtvis brukar spela FPS-spel⁴⁰ berättade att de blev illamående och yra när de spelade med binaural ljuddesign precis som Cheng och Wakefield (2001) berättar om i sin teori.

När det gällde spelarnas attityd gentemot tekniken så var det intressant att jämföra speltest I med speltest II. Där kunde man se att när deltagarna väl uppfattade den binaurala ljuddesignen i speltest II så var alla positiva till tekniken gentemot speltest I där deltagarna hade större problem att uppleva den binaurala ljuddesignen. I speltest II visade det även att alla deltagarna var enhetliga och höll med om att binaural ljuddesign skapade en förbättrad spelupplevelse.

Det var intressant att jämföra denna forskning med den forskning som Sebastian Brieger och Fredrik Göther på KTH⁴¹ gjorde om HRTF (se *kapitel 2.2.3*) i spel. Även om binaural ljuddesign och HRTF är olika saker så bygger båda på att skapa en ljuddesign som efterliknar den mänskliga hörseln. Det var intressant att se på de frågor som var lika varandra hade ungefär en samma svar.

5.3 *Slutsats*

Denna studie visar att binaural ljuddesign i digitala spel inte är en omöjlighet. Samtidigt har arbetet gett mig en större förståelse till varför det förmodligen används så lite i spel som det gör. Om man jämför denna studie med Brieger och Göther (2011) så ser man att flertal personer verkar ha svårt att höra den binaurala ljuddesignen om de inte haft någonting att referera till, vilket kan vara anledningen till varför det används så lite i spelproduktioner. Det var även intressant att se att ingen i de tidigare studierna skrev någonting om detta.

⁴⁰ First person shooter. Spel där man ser ur spelarkarakters ögon och går ut på att man ska skjuta folk för att ta sig vidare i spelet.

⁴¹ Brieger, Göther 2011. Spelares inställning till HRTF teknik, KTH.

När det kommer till att skapa en binaural ljuddesign verkar det som att det är ett flertal aspekter man måste arbeta efter i och med de effekter denna ljuddesign skapar. Bland annat att försöka göra en så vänlig ljuddesign så att lyssnarna inte känner sig obekväma eller illamående, något som vissa av deltagarna beskrev under speltesten. Om man ska arbeta med att bland annat få in ljud så att de låter som att de kommer direktionellt från olika platser i spelet så får man se till att det inte blir för många ljud som låter samtidigt så att lyssnaren blir förvirrad. En annan viktig aspekt som jag lärde mig under inspelningarna är att se till så att det inte låter som att ljuden kommer inifrån huvudet. Eftersom hela ljuddesignen bygger på att det ska låta som att alla ljud kommer runt om lyssnaren så märktes det ibland när man lyssnade med hörlurar att det kändes som att det kom in ifrån huvudet istället för utanför.

5.4 Vidare forskning

Som en av deltagarna nämnde i enkäten så vore det intressant att prova binaural ljuddesign i olika genrer i spel och se hur spelen blir påverkade. Exempel i skräckspel och se hur man kan använda denna teknik för att försöka skrämja spelaren eller i pusselspel för att hjälpa spelaren hitta olika objekt för att kunna komma vidare. Här finns det helt klart någonting att forska vidare i.

Ett annat förslag i vidare forskning är att jämföra denna teknik med andra ljuduppsättningar i spel. Jämföra denna teknik tillsammans med andra ljuduppsättningar som surround (*se ordlista*) och HRTF (*se kapitel 2.2.3*) på testdeltagare för att kunna få en större överblick av vad de tycker är bäst i spel sammanhang.

Ett tredje förslag skulle vara att se vad som händer när man blandar in musik som är mixad i stereo med binaural ljuddesign. Slutar spelaren lägga märket till den binaurala ljuddesignen då och koncentrera sig på musiken? Eller dödar musiken ut frekvenser i den binaurala ljuddesignen så att den förstörs och vad gör man i så fall för att undvika detta?

5.5 Slutord

Om denna teknik skulle komma ut och få större plats på dagens marknad tror jag att om människor får uppleva detta oftare så tror jag att de biverkningar som finns kan minska. Det har även varit intressant att se i den tidigare forskningen hur forskare, spelutvecklare och akademiker har argumenterat kring detta men fortfarande inte kommit längre. Jag kommer efter detta arbete att fortsätta att arbeta med binaural ljuddesign i spel och andra projekt för att se hur man kan ta det hela längre och se hur långt man kan gå.

Referenslista

Böcker och artiklar

- Brieger, Göther, 2011. Spelares inställning till HRTF teknik, KTH.
- Everest, F.A., 2001. Master Handbook of Acoustics, 4th ed. McGraw-Hill, New York.
- Gehring, B., 1997. Why 3D Sound Through Headphones. Presented at the Computer Game Developers' Conference.
- Goodwin, S., 2009. 3D Sound for 3D Games - Beyond 5.1. Presented at the AES 35th International Conference, London.
- Rumsey, F., 2011. Audio for Games. J. Audio Eng. Soc., Vol. 59, No. 5, May
- Rumsey, McCormick, 2002. Sound and Recording : An introduction, 4th ed. Focal Press, Oxford.
- Youngtae et al., 2005. New HRTFs (Head Related Transfer Functions) for 3D audio applications. Presented at AES 118th Convention, Barcelona.

Webkällor och övrigt

- Ambiophonics 2nd Edition Available at:
<http://www.ambiophonics.org/AmbioBook/intro.html> (2012-03-01)
- Blue Ripple Sound, Rapture3D Technology. 2011. Available at:
<http://www.blueripplesound.com/index.php?target=technology> (2012-05-06)
- Davis, Steury, Pagulayan, 2005. The International Journal of Computer Game Research
Available at: http://gamestudies.org/0501/davis_steury_pagulayan/ (2012-04-09)
- Fmod, 2012. Available at: <http://www.fmod.org/> (2012-05-08)
- Growth, 2012. Available at: <http://www.facebook.com/pages/Growth/332948146741874>
(2012-05-02)
- Reuters, 1997. Japanese cartoon triggers seizures in hundreds of children. *CNN*. 17
December. <http://edition.cnn.com/WORLD/9712/17/video.seizures.update/> (2012-05-08)
- Soundman, 2011. Available at: <http://www.soundman.de/sv> (2012-05-08)
- Unity - Game Engine, 2012. . Unity - Game Engine. Available at:

<http://unity3d.com/> (2012-04-16)

Unity Technologies, 2012. Available at: <http://unity3d.com/company/> (2012-05-08)

Unreal Tournament 2007, Epic Games.

Websurvey, 2012. Available at: <https://websurvey.textalk.se/se/332948146741874> (2012-05-02)

Youtube, Virtual Barber Shop. Available at:

<http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA> (2012-02-23)

Bilaga 1

Ordlista

Ambiens: Betäckning för atmosfärljud som skogar, städer etc.

Bommikrofon: Är vanligast en riktadmikrofon som man sätter fast på en bom vid inspelning av dialog eller ljudeffekter. Med hjälpen av bommens längd så kan man enklare spela in dialog på exempel filminspelningar.

Distortion: Förvrängning av ljudsignalerna i ljudet. Det innebär att ljudsignalens toppar klipps av.

Frekvens: Begrepp för antal svängningar per sekund i ett ljud.

Foley: Fotsteg, klädprassel etc. Vid filminspelningar finns det vanligtvis alltid en person som bara arbetar med att spela in foley i en studion och försöker synkronisera den med bilden

FPS-spel: First person shooter. Spel där man ser ur spelarkarakterens ögon och går ut på att man ska skjuta folk för att ta sig vidare i spelet.

Första person perspektiv: Vinkel där man ser världen genom karaktärens ögon.

Implementering: Programmerar in ett objekt i en produktion

Indie: Förkortning för engelskans *independent*. Betäckning på spel som inte är bundna till några utvecklingsvilkor än sin egna.

Panorering: Används för att positionera ut ett ljud i olika högtalare.

Post-apokalism: Begrepp på verk som utspelar sig i en värld efter en katastrof har utspelats, exempelvis ett kärnvapenkrig.

Rundupptagande mikrofon: Mikrofon som kan spela in ljud från alla vinklar.

Surround: Ljuduppsättning där man placerar ut flera högtalare runt lyssnaren för att skapa illusionen av ljud som kommer runt denne. Används mest vanligtvis i biosalonger men finns även i en del hem.

Stereo: Ljuduppsättning med två högtalare.

Bilaga 2

Frågeformulär I

Bakgrund

Namn:				
Program:				
Ålder:				
1. Vad har du för ljuduppsättning när du spelar?				
Stereo 2.0 / 2.1	Stereo Hörlurar	Surround 5.1 / 7.1	Surround Hörlurar	Annat
<i>Kommentar:</i>				
2. Vilka ljuduppsättningar har du provat för spel?				
Stereo 2.0 / 2.1	Stereo Hörlurar	Surround 5.1 / 7.1	Surround Hörlurar	Annat
<i>Kommentar:</i>				

Binaural Ljuddesign

3. Känner du till Binaural ljuddesign eller HRTF?	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	
4. Har du hört Binaural ljuddesign eller upplevt HRTF tidigare? (Exempel: Virtual Barbershop)	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	
5. Vilka effekter upplevde av du Binaural Ljuddesign?	

<i>Svar:</i>	
6. Uppfatta du ljud bättre som kom sidled / fram & bakifrån / höjdlid?	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	
7. Upplevdes ljudeffekterna klarare med Binaural Ljuddesign?	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	
8. Upplevdes ljudeffekterna mer realistiska med Binaural Ljuddesign?	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	

Attityd om tekniken

9. Vad anser du om Binaural Ljuddesign i spel?		
BRA	DÅLIG	INGEN ÅSIKT
<i>Kommentar:</i>		
10. Hur anser du spelupplevelsen påverkas?		
FÖRBÄTTRAS	INGEN PÅVERKNING	FÖRSÄMRAS
<i>Kommentar:</i>		
11. Hur anser du om att byta ut dagens ljuduppsättningar i spel mot denna teknik?		
POSITIV	NEGATIV	INGEN ÅSIKT
<i>Kommentar:</i>		

12. Om Binaural Ljuddesign fanns som ett alternativ i spel, skulle du välja det alternativet?		
JA	NEJ	VET INTE
<i>Kommentar:</i>		
Övrigt:		

Frågeformulär II

Bakgrund

Namn:				
Program:				
Ålder:				
1. Vad har du för ljuduppsättning när du spelar?				
Stereo 2.0 / 2.1	Stereo Hörlurar	Surround 5.1 / 7.1	Surround Hörlurar	Annat
<i>Kommentar:</i>				
2. Vilka ljuduppsättningar har du provat för spel?				
Stereo 2.0 / 2.1	Stereo Hörlurar	Surround 5.1 / 7.1	Surround Hörlurar	Annat
<i>Kommentar:</i>				

Binaural Ljuddesign

3. Känner du till Binaural ljuddesign eller HRTF?	
JA	NEJ
<i>Kommentar:</i>	
4. Har du hört Binaural ljuddesign eller upplevt HRTF tidigare? (Exempel: Virtual Barbershop) (Om JA se underfråga)	
JA	NEJ
Vad har du hört tidigare?	
5. Vad upplevde du för effekter med binaural ljuddesign?	

<i>Svar:</i>	
6. Uppfatta du ljud direktionellt? (Om JA se underfråga)	
JA	NEJ
Vad upplevde du direktionellt?	
7. Upplevdes ljudeffekterna klarare än stereo med binaural ljuddesign? (Om JA se underfråga)	
JA	NEJ
Vad upplevdes klarare?	
8. Upplevdes ljudeffekterna mer realistiska än stereo med binaural ljuddesign? (Om JA se underfråga)	
JA	NEJ
Vad upplevdes mer realistiskt?	

Attityd om tekniken

9. Vad anser du om Binaural Ljuddesign i spel?		
BRA	DÅLIG	INGEN ÅSIKT
<i>Kommentar:</i>		
10. Hur anser du spelupplevelsen påverkas? (Vid svar FÖRBÄTTRAS/FÖRSÄMRAS se underfråga)		
FÖRBÄTTRAS	INGEN PÅVERKNING	FÖRSÄMRAS
Vad förbättrades/försämrades med binaural ljuddesign?		
11. Hur anser du om att byta ut dagens ljuduppsättningar i spel mot denna teknik? Vid svar POSITIV/NEGATIV se underfråga		

POSITIV	NEGATIV	INGEN ÅSIKT
Varför är du positiv/negativ mot att byta ut binaural ljuddesign mot andra ljuduppsättningar?		
12. Om Binaural Ljuddesign fanns som ett alternativ i spel, skulle du välja det alternativet?		
JÄ	NEJ	VET INTE
<i>Kommentar:</i>		
Övrigt:		