

Force feedback och cyber sickness i virtual reality

Av Magnus Johnsson

Sammanfattning

Examensarbetet behandlar användbarheten av force feedback i virtuell verklighet. Jag har begränsat mig till att studera dels om force feedback är till hjälp för att lära sig hitta i en virtuell miljö, dels användarnas upplevelser. Dessutom har jag studerat fenomenet cybersjuka, dvs. symptom som kan uppkomma vid exponering för en virtuell miljö. För ändamålet skapades en virtuell miljö som arton personer fick testa varpå data insamlades och analyserades. Resultatet av inlärningsstudien blev, mot förmodan, att inläringen försvåras av force feedback, kanske för att den tagit uppmärksamhet från navigeringen. Från upplevelsestudien framkom bl.a. att force feedback bidrar till realism, kan vara ett stressande och störande inslag och att meningarna om dess nytta är delade. Studien om cybersjuka bekräftade i stort tidigare studier, dvs. att obehag är vanliga.

Abstract

This master thesis examines force feedback usability in virtual reality. I have restricted my investigations to examining user experiences, and whether force feedback increases learning while trying to find ones way in a virtual environment. In addition I have studied cyber sickness, i.e. symptoms that might arise while exposed to virtual environments. To reach these goals a virtual environment was created, and tested by eighteen persons. Data was collected and then analyzed. The result of the learning investigation was, surprisingly, that force feedback makes learning harder, perhaps because it was distracting to the navigation task. The experience investigation gave mainly that force feedback contributed to realism, might be disturbing and stressful, and that the opinions diverged about its utility. The cyber sickness investigation mainly confirmed previous investigations, i.e. discomfort is frequent.

Förord

Det här examensarbetet har jag gjort på the Flexible Reality Centre, Reality Lab (RE-FLEX), som finns inhyst på Ingvar Kamprads designcentrum i Lund. Att arbeta med virtuell verklighet har varit både spännande och lärorikt, och jag är glad att jag har fått möjlighet till detta.

Jag vill passa på att tacka de människor som under resans gång har varit mig behjälplig. Framförallt vill jag tacka min fru Annika för ett oräkneligt antal diskussioner, stöd och korrekturläsning, och i synnerhet Roy C. Davies på Designcentrum för handledning och inspiration.

Dessutom, ett stort tack till alla som har ställt upp som försökspersoner.

Innehåll

1. Introduktion.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Virtuellt verklighet.....	6
2. Teoretisk bakgrund.....	9
2.1 Att lära sig hitta i virtuella miljöer.....	9
2.2 Upplevelse av virtuella miljöer.....	10
2.3 Cybersjuka.....	12
3. Metod.....	15
3.1 Allmänt.....	15
3.2 En virtuell miljö.....	16
3.3 Inlärningsstudien.....	16
3.4 Upplevelsestudien.....	18
3.5 Obehagsstudien.....	18
4. Teknisk implementation.....	19
4.1 Allmänt.....	19
4.2 3DStudio Viz.....	20
4.3 Nem's Mega 3D Terrain Generator.....	20
4.4 WorldUp.....	20
4.5 DirectX.....	21
5. Resultat.....	23
5.1 Allmänt.....	23
5.2 Inlärningsstudien.....	24
5.3 Upplevelsestudien.....	27
5.4 Obehagsstudien.....	28
6. Slutsatser.....	29
6.1 Inlärningsstudien.....	29
6.2 Upplevelsestudien.....	29
6.3 Obehagsstudien.....	29
7. Diskussion.....	30
7.1 Inlärningsstudien.....	30
7.2 Upplevelsestudien.....	30
7.3 Obehagsstudien.....	31
8. Slutord.....	32
Källförteckning.....	33
Bilaga A: Ordlista.....	35
Bilaga B: Försöksdata.....	36

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

På Designcentrum i Lund finns the Flexible Reality Centre, Reality Lab, där man arbetar med virtuell verklighet (virtual reality) och förstärkt verklighet (augmented reality). Virtuell verklighet i det här sammanhanget kan sägas vara ett system bestående av en modell av en virtuell, dvs. en fiktiv, miljö som representeras i en dator och en användare som interagerar med modellen. Förstärkt verklighet får man genom att till den vanliga verkligheten lägga till virtuella komponenter (se kap. 1.3 för en mer ingående redogörelse för dessa begrepp).

Avsikten med arbetet är bl.a. att forska om och utveckla hjälpmedel för visualisering, inläring, lek, kontroll och design. Ett exempel på det här är ett program som tränar en person med hjärnskada i någon vardaglig aktivitet som t.ex. att ta ut pengar från en bankomat (Wallergård, 2001).

Inom virtuell verklighet har man kommit längst när det gäller att ge användaren verklighetstroga visuella intryck. Men för att användarens upplevelse skall bli så fullständig som möjligt, så är det önskvärt att så många av hans sinnen som möjligt involveras (se kap.2). Därför försöker man även ge honom ljudupplevelser och då framförallt s.k. 3d-ljud, där man upplever att ljudet kommer ifrån olika riktningar. Förutom att ge ljud och synupplevelser ligger det nära till hands att även försöka stimulera användaren taktilt, dvs. ge känselupplevelser.

En form av känselupplevelser är s.k. force feedback som kan ges med hjälp av speciella styrdon som stödjer detta. Detta examensarbete handlar i första hand om force feedback.

En intressant fråga i samband med force feedback är naturligtvis hur användbar den egentligen är. Kan den t.ex. vara till hjälp vid inläring, och vad har den för inverkan på användarens upplevelse av en virtuell miljö (virtual environment)? Vad tycker användaren egentligen om force feedback? Hur upplever hon den?

När det gäller virtuell verklighet rent allmänt, så har det tyvärr visat sig vara så att en del människor får obehag av upplevelsen (se kap. 2). Detta var inget som jag från början hade tänkt studera i mitt examensarbete. Jag fick dock reda på att det var ett problem genom min handledare och via litteraturstudier. Dessutom visade det sig redan före det att jag gjorde några riktiga försök vara så att några av de människor som fick prova på den virtuella miljö som jag byggt upp kände obehag. Jag bestämde mig därför för att ta upp det.

1.2 Syfte

Syftet med det här examensarbetet har varit tre saker:

- Att undersöka om force feedback i en virtuell miljö underlättar för användaren att lära sig hitta i den miljön.
- Att undersöka hur användarna upplever force feedback i en virtuell miljö, och hur användarnas upplevelse av den virtuella miljön påverkas när de får force feedback.
- Som en liten extrastudie har jag också studerat om användarna får obehag av sin upplevelse av virtuell verklighet.

1.3 Virtuell verklighet

Framställningen i detta kapitel bygger om inget annat anges på:
(Davies, 2001) eller (Rheingold, 1992).

Virtuell verklighet är ett begrepp som betyder fiktiv eller konstgjord verklighet. Man kan därför säga att en roman eller en film eller någon annan form av fiktion är exempel på virtuella verkligheter. Vad som oftast avses och det som denna uppsats handlar om är däremot en något snävare tolkning av virtuell verklighet, nämligen konstgjorda världar genererade med hjälp av datorer.

En sådan konstgjord värld kan genereras genom att en användare, som skall uppleva den fiktiva världen, får interagera med en dator med hjälp av lämpliga organ för in- respektive utdata. I datorn måste det då finnas programvara som kan omvandla indata från inorganen till lämpliga förändringar i utdata till utorganen. Användaren upplever alltså en slags verklighet, dvs. ett eller flera av hans sinnesorgan får ta emot information från en dators utorgan, och denna information skapar en illusion av en verklighet. Dessutom ger hans handlingar, dvs. de indata som p.g.a. hans påverkan av inorganen ges till datorn, en återkoppling genom förändring av utorganens data till hans sinnesorgan. Förändringen av utdata uppstår givetvis genom programvarans behandling av indata. Summan av det hela blir att användaren upplever sig vara mer eller mindre innesluten i en värld där han kan förflytta sig eller manipulera olika föremål osv.



Figur 1.1. Huvudmonterade skärmar. (<http://www.vrealities.com/vr8.html>, 2002-12-04).

Man delar in implementeringar av virtuell verklighet i två olika klasser beroende på djupet i upplevelsen. Den första klassen kallas för fördjupad virtuell verklighet (immersive virtual reality). Om ett system för virtuell verklighet ger användaren en upplevelse av att vara fullständigt innesluten i en konstgjord värld, så är detta system ett exempel på fördjupad virtuell verklighet. Detta kan t.ex. uppnås genom att man använder ett par speciella glasögon som består av två miniatyrskärmar, en för vardera ögat. Detta kallas huvudmonterade skärmar (head mounted display), se figur 1.1. Med hjälp av dessa blir användaren i hög grad utesluten från den yttre verkligheten och tillsammans med den stereoskopiska effekt som erhålls med hjälp av de två skärmarna, så blir upplevelsen väldigt övertygande. Att man får en stereoskopisk effekt beror på att man i de två skärmarna presenterar grafiken ur lite olika perspektiv på samma sätt som våra två ögon får bilder med lite olika perspektiv när vi tittar

på någonting. Det är framförallt detta som är upphovet till vårt djupseende. Om användaren istället endast får en partiell upplevelse av att vara i en konstgjord värld, t.ex. genom att grafiken presenteras för honom på skärmen till en vanlig skrivbordsdator, så är detta ett exempel på den andra klassen av virtuell verklighet. Denna klass kallas på engelska för icke-fördjupad virtuell verklighet (nonimmersive virtual reality).



Figur 1.2. Datahandske. (<http://www.vrealities.com/cyber.html>, 2002-12-04).

Virtuell verklighet kan bl.a. användas till t.ex. underhållning, som inlärningshjälpmedel, för att skapa gränssnitt till datorer som är intuitiva och lättförståeliga eller till s.k. fjärrnärvaro (telepresence) dvs. verkan över avstånd. Som exempel på fjärrnärvaro kan nämnas att kunna verka genom en robot i t.ex. farliga miljöer som kärnreaktorer m.m. Inorgan till ett sådant system skulle t.ex. kunna vara en s.k. datahandske med sensorer som känner av rörelser och positioner hos fingrarna och handen, se figur 1.2. Detta skulle med en dators hjälp kunna påverka en robothand att utföra motsvarande rörelser på en annan plats. En videokamera och beröringskänsliga sensorer på robothanden skulle i sin tur kunna tillhandahålla en motsvarande respons i form av en grafisk presentation för användaren av robotarmens fysiska omgivning, samt taktil stimulans med hjälp av små vibratorer m.m. i datahandsken som motsvarar den känsla man skulle fått om man manipulerade de föremål som robotarmen gör med sin egen hand.



Figur 1.3. 3d-glasögon. (<http://www.3dexperience.co.uk/equip.html>, 2002-12-04).

Som exempel på inorgan för att kunna växelverka med en virtuell värld, kan nämnas alltifrån vanliga manöverdon som styrspakar (joysticks), rattar och datahandskar (se ovan) till optiska markörer eller magnetiska sensorer som placeras på användaren så att de olika kroppsdelarnas

position kan detekteras. I framtiden kan man dessutom tänka sig t.ex. artificiell syn som gör att datorn ser och förstår användarens rörelser.

Exempel på utorgan är större eller mindre datorskärmar som antingen används som de är eller, ifall man vill ha ett större djup i upplevelsen, tillsammans med olika typer av glasögon som ger en upplevelse av djup i bilden, se figur 1.3. T.ex. så kan man på datorskärmen växelvis visa bilder med en viss perspektivförskjutning motsvarande den man får hos bilderna i vänster respektive höger öga när man tittar på någonting i den fysiska verkligheten. Genom att låta datorn sända en signal till glasögonen, synkroniserad med bildväxlingarna, så kan man med elektronikens hjälp stänga av synfältet för ett öga i taget. På så sätt uppkommer illusionen av djup i bilden. Ett annat sätt är att som i föregående exempel visa bilder med viss perspektivförskjutning, växelvis, men istället för att sända en signal till glasögonen visa bilderna med ljus som är polariserat i olika plan. Med planpolariserande glasögon får man då motsvarande effekt. Andra exempel på utorgan är tidigare nämnda huvudmonterade skärmar, högtalare eller hörlurar för ljudupplevelser, olika faciliteter för taktil stimulans, t.ex. speciella styrspakar eller rattar med små servomotorer som ger force feedback till användaren, se figur 1.4. Med force feedback menas att det kan skapas upplevelser av att t.ex. stöta emot saker, röra sig över ett visst underlag, känna rekyl vid avfyrning av ett vapen, känna skakningar i en virtuell maskin m.m.



Figur 1.4. Styrspak med stöd för force feedback. (<http://www.logitech.com>, 2002-12-04). Det är precis en sådan här som har använts vid mina försök.

Förutom virtuell verklighet så finns det två närliggande begrepp. Det första är blandad verklighet som på engelska kallas mixed reality och det andra är förstärkt verklighet som på engelska kallas augmented reality.

Som ett exempel på blandad verklighet kan nämnas t.ex. en virtuell miljö av byggnader där man kan flytta runt byggnaderna genom att flytta träklossar på ett bord. När en kloss flyttas så flyttas även den byggnad i den virtuella miljön som den representerar. Detta kan vara fördelaktigt eftersom människor har en intuitiv känsla för att flytta fysiska föremål (Davies, 2002).

Som ett exempel på förstärkt verklighet kan nämnas miljön i vissa jaktflygplans cockpit, där en karta med strategisk information överlagras utsikten över landskapet genom fönstret (Davies, 2002).

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Att lära sig hitta i virtuella miljöer

I det här avsnittet diskuteras vad som är känt sedan tidigare när det gäller att lära sig navigera i en virtuell miljö.

Först ett par definitioner, fritt översatta från engelska av mig:

- Haptik handlar om förvärvande av information och manipulering av objekt genom känseln (Biggs & Srinivasan, 2002).
- Haptiska gränssnitt gör det möjligt för användaren att röra, känna och manipulera objekt som simuleras i en virtuell omgivning (Biggs & Srinivasan, 2002).

Det har gjorts vissa undersökningar angående hur en rikare miljö påverkar inläringen. Man har t.ex. i experiment visat att en väl dekorerad virtuell miljö har effekten att den påverkar hur väl en person lär sig navigera i denna miljö (Munro A. m.fl., 2002). Andra forskningsresultat visar att om man använder detaljerade texturer, så förbättrar även detta hur väl en person lär sig navigera i miljön (Munro A. m.fl., 2002).

Ett allmänt antagande på det här området är att ju större bandbredd det är på den information som en människa tar in i sin hjärna desto bättre blir hennes inläring. Därför är det så att en multimodal presentation av informationen i en virtuell miljö bör gynna inläringen, eftersom flera sinnen kan ta in mer information än ett. Om en människa som försöker lära sig hitta i en virtuell miljö får ta emot information i form av synintryck, hörselupplevelser och känselupplevelser, så befinner hon sig alltså i en rikare inlärningsmiljö än om den virtuella miljön endast gav henne synintryck. Hon kommer därför att lära sig snabbare och bättre och det hon har lärt sig kommer att stanna kvar längre. Det behövs dock mer forskning på området, bl.a. när det gäller haptiska gränssnitt. (Munro A. m.fl., 2002).

Ett viktigt begrepp i sammanhanget är s.k. kognitiva kartor (cognitive maps). En kognitiv karta är en mental representation av den spatiala kunskap som används vid navigering i en omgivning. Alltså en slags bild man har i huvudet. I själva verket är det inte en rent visuell bild, utan snarare en symbolisk representation. Det är inte helt klarlagt hur den spatiala kunskapens struktur ser ut, men det finns modeller för den. (Darken & Peterson, 2002).

Ett annat viktigt begrepp är landmärken. Ett landmärke är en referenspunkt i en omgivning som man relaterar olika objekt i omgivningen till. T.ex. kan en gran i en skog som huvudsakligen består av andra trädslag vara ett landmärke. Om det är en skog som man hittar i, så kanske man t.ex. vet att man skall ta till höger när man kommit fram till granen. Denna kunskap är inte nödvändigtvis medveten. Landmärken är väldigt viktiga för att uppnå en mental representation av en omgivning (Darken & Peterson, 2002).

Den modell för den spatiala kunskapens struktur som har hållit längst kallas för LRS (the Landmark, Route, Survey model). I korthet säger modellen följande: Först extraheras olika landmärken som man känner igen ut ur omgivningen. Dessa är inte kopplade till varandra, men man känner igen sig på olika platser. Efter hand som man blir mer bekant med en omgivning, så kopplas landmärkena ihop med varandra. Man börjar utveckla kunskap om lederna (route knowledge) vilket kan ses som att man börjar förbinda noderna (landmärkena) i en graf med varandra. Slutligen när ens kunskap om lederna har utvecklats så långt att grafen är komplett, så har man utvecklat överblickskunskap (survey knowledge). Vid detta stadium

har man uppnått en kunskapsnivå där man även om man inte har förflyttat sig längs varje väg i omgivningen, kan generera den eftersom man har uppnått förmåga att bedöma avståndet och riktningen mellan två godtyckliga punkter i omgivningen. (Darken & Peterson, 2002).

Om man vill mäta navigationsförmågan hos en person, så kan man fråga sig vad man bör mäta. Följande förslag har jag funnit i litteraturen: Om man vill mäta en persons förmåga att finna ett okänt objekt, så kan söktiden vara ett lämpligt mått. Vill man istället mäta förmågan att finna en känd plats i en komplex miljö så kan den väg personen följer vara ett lämpligt mått. (Darken & Peterson, 2002).

För att få en klarare bild av vad som påverkar en människas prestationer när det gäller navigation, så kan det vara bra att lite noggrannare specificera vad som egentligen menas med begreppet. I litteraturen har jag funnit nedanstående sätt att se på det: Navigation består av att finna vägen och att färdas den. Att finna vägen är den kognitiva delen av navigation. Utvecklingen av en kognitiv karta är en väsentlig del av att finna vägen. Färden är den motoriska delen av navigation. Manövrering är den delmängd av färden som utgörs av små rörelser som inte nödvändigtvis görs för att komma från en plats till en annan. (Darken & Peterson, 2002).

2.2 Upplevelse av virtuella miljöer

Det jag vid mina litteraturstudier har funnit är sådant som handlar om hur användarens upplevelse av en virtuell miljö påverkas om de får force feedback. När det gäller hur användaren upplever force feedback som sådan, så har det inte gått att finna något nämnvärt. Denna del av studien har därför fått bli av en mer explorativ natur.

Det som finns upptaget i litteraturen angående själva upplevelsen av virtuella miljöer är framförallt sådant som har anknytning till närvarokänslan. Först tar jag upp lite allmänt om närvaroupplevelse i virtuella miljöer, och sedan fortsätter jag med en beskrivning av en studie som gjorts tidigare av andra forskare och som handlar om hur force feedback påverkar upplevelsen av närvaro.

I litteraturen har jag funnit följande definition: Med närvarokänsla i en virtuell miljö menas den psykologiska känslan av att vara i, eller existera i denna virtuella miljö (Sadowski & Stanney, 2002).

Den psykologiska känslan av närvaro anses i första hand vara en följd av hur fördjupad (immersive) ens upplevelse är och hur involverad man är i den virtuella miljön. Om man kan öka användarens fokusering på de händelser som spelas upp i den virtuella miljön, så anses det att hennes involvering ökar. Därmed ökar känslan av närvaro. När det gäller fördjupning (immersion), så finns det olika uppfattningar angående vad detta begrepp inbegriper, men i ett försök att sammanfatta det så kom jag fram till följande: Fördjupning kan ses som ett psykologiskt tillstånd vilket kännetecknas av känslan av att vara omsluten av eller inbegripen i den virtuella miljön, samt att man interagerar med miljön och att detta medför en kontinuerlig ström av intryck. Det anses dessutom att ju mer man kan utestänga den fysiska verkligheten från användaren desto mer fördjupad blir hennes upplevelse. Graden av fördjupning anses också bero på antalet sinnen som är involverade i upplevelsen. Ju fler sinnen som är med och upplever den virtuella miljön desto mer fördjupad blir upplevelsen. (Sadowski & Stanney, 2002).

Fördjupningen verkar bero på såväl yttre faktorer som t.ex. vilken hårdvara som används, och inre faktorer som t.ex. vilket sinne som är mest dominant hos användaren i en given situation eller t.ex. olika minnen som användaren har (Sadowski & Stanney, 2002).

Man har identifierat en del olika faktorer som tycks påverka känslan av närvaro. Nedan följer en uppräknig över de viktigaste av dessa:

- Graden av kontroll man har över sina handlingar i den virtuella miljön.
- Hur lätt det är att interagera med den virtuella miljön.
- Realismen hos grafiken.
- Om användaren får en riktig 3d-upplevelse, t.ex. genom att använda 3d-glasögon, så påverkas närvarokänslan positivt.
- Ljud och då framför allt 3d-ljud, dvs. där användaren upplever det som om ljudet kommer ifrån olika riktningar, påverkar närvarokänslan positivt.
- Hur väl utrustningen är utformad i ergonomiskt hänseende. Är det obekvämt så störs närvarokänslan. (Sadowski & Stanney, 2002).

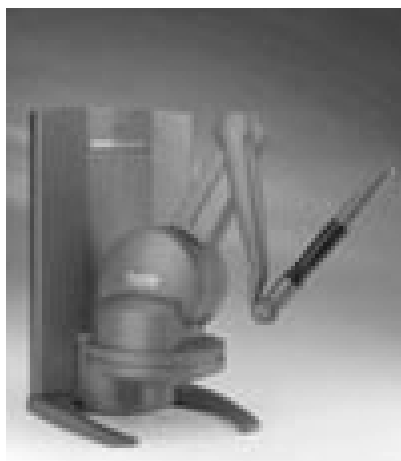
Om man har en virtuell kropp, dvs. om det finns en representation av ens kropp i den virtuella miljön, så påverkar detta närvarokänslan positivt förutsatt att representationen är väl överensstämmande med ens verkliga kropp (Sadowski & Stanney, 2002). I bästa fall utgörs ens virtuella kropp av de delar av kroppen som man kan se i det verkliga livet representerade grafiskt så att man kan se dem ändra läge i enlighet med ens rörelser. Detta kräver då rörelsedetektion. Dessutom kan ens virtuella kropp representeras genom att man får force feedback och annan taktil återkoppling när ens läge i den virtuella miljön är sådant att man borde slå emot eller röra vid olika virtuella föremål. I den virtuella miljö som jag har implementerat för det här examensarbetet representeras ens virtuella kropp med hjälp av force feedback som man får när man går emot olika föremål (se kapitel 4 för detaljer om min virtuella miljö).

En sak som påverkar närvarokänslan negativt är om användaren drabbas av cybersjuka (cyber sickness), dvs. av obehag som liknar åksjuka och sjösjuka (Sadowski & Stanney, 2002). För en närmare beskrivning av cybersjuka, se nästa delkapitel.

I litteraturen har jag också funnit förslag på hur man skall mäta närvarokänsla. Ett sätt som beskrivs är något som kallas subjektiv redovisning. Med denna metod använder man sig av riktade, men öppna frågor för att få fram användarens intryck och upplevelser. (Sadowski & Stanney, 2002). Det är denna metod som jag använde mig av i min studie. Nackdelen med metoden, som jag ser det, är att det blir min subjektiva tolkning av svaren på frågorna som styr mycket av slutsatsen. Att ge sig in på att försöka mäta upplevelsen hos någon är dock inget som är enkelt.

Man kan fråga sig hur viktigt det är med närvarokänsla. Påverkas t.ex. prestationsförmågan i den virtuella miljön av graden av närvarokänsla? Ett antal studier som har gjorts tycks stödja detta. Exempelvis verkar den spatials kunskapen om den virtuella miljön gynnas av en god närvarokänsla. (Sadowski & Stanney, 2002).

En studie har undersökt hur force feedback inverkar på känslan av närvaro i en virtuell miljö. I studien som har gjorts av Eva-Lotta Sallnäs, Kirsten Rasmus Gröhn och Calle Sjöström (Sallnäs m.fl., 2002) undersökte man bl.a. om haptisk force feedback medförde att man upplevde den virtuella närvaron som starkare.



Figur 2.1. Fantomen. (<http://www.sensable.com/haptics/products.html>, 2002-12-04).

Vid studien använde man sig av ett haptiskt gränssnitt som kallas för Fantomen vilket är en produkt från SensAble Technologies, se figur 2.1 (Sjöström, 1996). Fantomen används genom att man sätter ett finger i en fingerborg som är en del av Fantomen. Genom att med fingret påverka denna fingerborg kan man ge signaler till den dator som Fantomen är ansluten till. Fantomen ger i sin tur taktill återkoppling till användaren genom fingerborgen. Man kan även använda sig av flera exemplar av Fantomen samtidigt så att flera fingrar är placerade i vars en fingerborg. Förutom att sätta fingret i en fingerborg kan man hålla i en pennliknande sak som är ansluten till Fantomen.

Under studien använde man sig av en virtuell miljö som gav försökspersonerna audiovisuella intryck. Försökspersonerna som var 28 till antalet, varav hälften var män och hälften var kvinnor, delades in i två grupper. Den ena gruppen fick förutom audiovisuella intryck dessutom haptisk force feedback. Försökspersonerna fick sedan svara på frågor.

Resultatet av studien blev att upplevelsen av den virtuella närvaron var signifikant starkare med haptisk force feedback än utan.

2.3 Cybersjuka

Med begreppet cybersjuka menas en grupp symptom som liknar de man får när man drabbas av rörelsesjuka. Exempel på rörelsesjuka är åksjuka när man åker bil, de symptom man kan få när man åker karusell eller sjösjuka. Cybersjuka uppträder i samband med virtuella miljöer som karakteriseras framförallt av att de inbegriper en terräng och att användaren upplever det som att hon rör sig genom terrängen, dvs. har en illusion av självrörelse (vection). Med cybersjuka menas egentligen inte ett sjukligt tillstånd, utan en tämligen normal fysiologisk reaktion på en ovanlig upplevelse. (Lawson m.fl., 2002).

Cybersjuka är ett problem inom virtuell verklighet och kan i värsta fall bli en nyckelfaktor som begränsar dess spridning och utveckling. (Harm, 2002).

Exakt vilka symptom som man kan få vid exponering för virtuella miljöer är inte helt klarlagt. Det verkar dock som om de följande symptomen är de viktigaste: yrsel, illamående, att man känner sig varm, ansträngda ögon, trötthet, sömnighet, kallsvettning, huvudvärk och koncentrationssvårigheter. I en studie visade det sig att om deltagarna kände några symptom,

men inget illamående, så var de vanligaste symptomen yrsel, lite känningar i magen, huvudvärk och ansträngda ögon. (Lawson m.fl., 2002).

Den forskning som hittills gjorts är begränsad, men det verkar enligt Ben D. Lawson m.fl. som om minst 60 % av de som exponeras för en virtuell miljö kommer att få obehag i större eller mindre omfattning. Minst 5 % klarar inte av att utsättas för en virtuell miljö av det slag som kan ge sådana här problem någon längre stund, och minst 5 % får inga symptom alls. (Lawson m.fl., 2002).

Deborah L. Harm berättar att man i undersökningar kommit fram till följande: Så många som 80 % - 90 % av de individer som utsätts för en virtuell miljö får obehag. Ungefär 5 % - 30 % får obehag som är så kraftiga att de måste avbryta exponeringen. (Harm, 2002).

Det förekommer att individer som utsatts för en virtuell miljö fortsätter att ha obehag även efter det att exponeringen avslutats. I en studie med 17 deltagare var det 3 som tvingades avbryta innan de fullföljt försöket. En av dessa fortsatte att känna symptom liknande åksjuka i flera timmar efteråt. Ett ospecificerat antal av de deltagare som inte avbröt sina försök fortsatte också att känna obehag som inte gav med sig förrän efter flera timmar. De efterverkningar som nämndes var: ”allmänna obehag”, ”svår baksmälla” och ”frånvarokänsla”. (Lawson m.fl., 2002).

Vad är de då som framkallar obehagen? Det har identifierats ett antal faktorer som verkar ha inflytande över obehagens svårighetsgrad. Dessa kommer att diskuteras nedan.

- Ett större synfält ökar risken att obehag skall uppkomma (Lawson m.fl., 2002).
- Det har observerats att en ökning av den tidsfördröjning som alltid finns mellan det att användaren gör en manöver tills dess att skärmen uppdateras i enlighet med denna ger ökade obehag, bl.a. i form av allmän obehagskänsla, sämre balans, svårighet att fokusera, suddig syn, yrsel och illamående. Det verkar som om disharmonin mellan användarens huvudrörelser och förändringarna i den virtuella miljön skapar obehag. (Lawson m.fl., 2002).
- Ju mindre kontroll en användare har över sina rörelser i en virtuell miljö desto starkare blir de obehag som eventuellt uppkommer (Lawson m.fl., 2002).
- Hur mycket och hur snabbt användaren förflyttar sig i den virtuella miljön påverkar graden av obehag som uppkommer. Mycket och snabb förflyttning ökar graden av obehag som uppkommer. Den s.k. spatiala frekvensen påverkar hur svåra obehag användaren upplever. Med detta menas att om användarens rörelse oscillerar, t.ex. genom att hon rör sig fram och tillbaka i sidled medan hon förflyttar sig framåt, så påverkar frekvensen på denna oscillerande rörelse graden av obehag starkt. Det har visat sig att en frekvens på 0,2 Hz, dvs. med 1 cykel var 5:e sekund, är mest obehagsframkallande när det gäller verklig rörelse, och det antas att det går att generalisera detta till virtuella miljöer. Dock har det visat sig vara så att en oscillerande rörelse med mycket låg frekvens (0,02 Hz) ibland är, märkligt nog, mer störande i det virtuella fallet än det verkliga. (Lawson m.fl., 2002).
- Studier som har gjorts talar för att om illusionen av självrörelse är stark, så kan det vara huvudrörelser hos användaren som ger upphov till obehagen. En annan studie som har

gjorts visar också att ju starkare illusionen av själv rörelse är desto större är risken för obehag. (Lawson m.fl., 2002).

- Mängden djupinformation som användaren får kan också vara en faktor som påverkar graden av obehag som hon upplever (Lawson m.fl., 2002). Detta skulle innebära att användning av 3d-glasögon ökar graden av obehag.

3 Metod

3.1 Allmänt

Syftet med det här examensarbetet har ju varit att undersöka hur användarna upplever force feedback i en virtuell miljö, hur användarna upplever en virtuell miljö om den har force feedback och att undersöka om force feedback ger förbättrad inläring vad gäller att lära sig hitta i en virtuell miljö. Dessutom undersökte jag om användarna fick obehag av sin upplevelse. För att kunna genomföra dessa undersökningar har jag byggt upp en virtuell miljö i form av en labyrint av låga häckar och sedan låtit arton försökspersoner testa den (för en beskrivning av implementationen av den virtuella miljön, se kap 4).

Försöken genomfördes i virtual reality-laboratoriet på Designcentrum. Grafiken presenterades med hjälp av en projektor på en stor duk. Försökspersonerna bar under försöken 3d-glasögon (crystal shutter glasses) för att få 3d-upplevelse. En styrspak med stöd för force feedback användes för manövrering.

Som en inledning till försöken med varje försöksperson ställde jag följande frågor:

- Kön.
- Ålder.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med eller utan force feedback.

Varje försöksperson fick följande instruktioner före försöket:

- Förflytta dig från startöppningen till målöppningen i labyrinten.
- Förflytta dig så snabbt du kan.
- Använd så kort sträcka som möjligt.
- Minimera kontakten med häckarna.

Samtliga instruerades också om hur styrspaken fungerade.

Dessutom så försökte jag under försöken observera försökspersonernas beteende och lyssna på deras kommentarer. Detta gjordes för att få en uppfattning om det fanns någonting som störde resultatet och för att se tecken på obehag hos försökspersonerna. Mina observationer har också vägts in i resultatet. Vad jag höll utkik efter var närmare bestämt följande två saker:

- Om de visade tecken på obehag eller gav kommentarer om det. Detta gjordes med anledning av studien om obehag.
- Övriga observationer, t.ex. om de fuskar genom att ta sig rakt igenom häckarna, om de manövrerar dåligt m.m. och om de gav intressanta kommentarer.

Efter det att den sjätte försökspersonen hade avbrutit sina försök p.g.a. kraftigt illamående, så gav jag fortsättningsvis även instruktioner före försöken om att det var tänkbart att obehag kunde uppkomma och att det var tillåtet att avbryta försöken om de blev alltför kraftiga.

3.2 En virtuell miljö

Den virtuella miljön utgörs av en labyrint med två öppningar. Labyrinten består av häckar. Underlaget i labyrinten är av två slag, dels sand och dels kullerstenar och dessutom finns fem gropar utplacerade. Runt labyrinten finns en omgivning av berg och ovanför alltsammans finns en himmel med moln som rör sig.

Man kan förflytta sig i godtycklig riktning längs marken i den virtuella miljön med hjälp av en styrspak. Hastigheten för förflyttningen är beroende av utslaget man gör på styrspaken. Genom att trycka på en av styrspakens knappar, som sitter på sidan av styrspakens bas, kommer man att placeras framför den ena av labyrintens öppningar.

Från den virtuella miljön kan man få fyra olika slags force feedback. Detta möjliggörs av att den använda styrspaken är av en typ som stödjer force feedback. När man förflyttar sig över underlaget av kullersten fås en typ av force feedback som simulerar känslan av att förflytta sig över kullersten. Förflyttar man sig i stället över underlaget av sand så får man en känsla av ett visst motstånd. Passerar man en av groparna så utlöses ett ryck framåt i styrspaken. Om man går in i en av häckarna känner man kraftigt motstånd och kraftig vibration i styrspaken. Det blir alltså en kraftigt markerad känsla när man stöter emot häckarna.

Genom att trycka på en knapp på styrspaken, som sitter på sidan av styrspakens bas, så kan man koppla på respektive koppla från force feedback.

3.3 Inlärningsstudien

Min hypotes när det gäller inlärningsstudien är att om det finns taktila landmärken i en miljö, så bör dessa kunna vara till hjälp för att lära sig hitta i denna miljö (genom att hjärnan undermedvetet och medvetet inregistrerar de taktila landmärkena i den kognitiva karta som byggs upp över miljön). Denna hypotes bygger jag på det som tagits upp i kapitel 2.1. Om hypotesen är korrekt bör det gå bättre att lära sig hitta i en virtuell miljö som ger användaren både visuell och taktil stimulans, än i en virtuell miljö som endast ger visuella intryck.

För att kunna få reda på hur det förhåller sig med detta så har jag låtit 18 försökspersoner förflytta sig från den ena öppningen till den andra i den virtuella labyrinten, som beskrevs ovan, vars fem gånger. Under försöken registreras data som utgör mått på försökspersonens framgång vid förflyttningen mellan de två öppningarna. Registreringen är inbyggd i mitt program och skrivs ut på en fil (se bilaga B). Nedan följer en beskrivning över vad som registreras:

- Tid, dvs. den tid det tog för försökspersonen att förflytta sig från startöppningen till målöppningen.
- Antal steg, dvs. det antal steg som försökspersonen behövde för att ta sig från startöppningen till målöppningen. Ett steg i det här sammanhanget är en viss sträcka i någon riktning.
- Antal steg på rätt väg, dvs. det antal steg som försökspersonen tog på den rätta vägen genom labyrinten. Med rätta vägen menar jag den enda möjliga väg som inte innehåller några avstickare till återvändsgränder.
- Antal steg utanför den rätta vägen, dvs. det antal steg som försökspersonen tog som inte var på den rätta vägen. Det skulle egentligen inte vara nödvändigt att mäta detta, eftersom

det skulle gå att räkna ut med hjälp av övriga mätdata.

- Antal kollisioner med häckarna, dvs. det antal gånger som försökspersonen gick in i någon av häckarna. Detta utgör ett mått på noggrannheten i förflyttningen.

Försökspersonerna delade jag in i två grupper, där den ena gruppen fick force feedback från den virtuella miljön medan den andra gruppen inte fick det.

Efter att samtliga försökspersoner genomfört försöken så räknade jag fram medelvärdet för varje typ av data vid de olika försöksomgångarna för respektive grupp. Med andra ord så räknade jag fram medelvärdet för tiden det tog i första försöket för respektive grupp, medelvärdet för tiden det tog i andra försöket för respektive grupp osv.

De försöksdata som programmet samlade in analyserade jag sedan och jag beräknade statistisk signifikans för skillnaderna mellan grupperna. Nu följer en beskrivning av hur jag har gjort min analys och motivering till varför jag har gjort som jag har gjort.

Om hypotesen att taktila landmärken förbättrar inläringen av en virtuell miljö är riktig, så bör den grupp som har fått force feedback under försöken ha förbättrat sina resultat snabbare än vad gruppen utan force feedback har gjort. Således bör tiden som går åt för att ta sig från startöppningen till målöppningen minska snabbare med antalet försök för gruppen med force feedback än för gruppen utan. På motsvarande sätt bör antalet steg som krävs minska snabbare med antalet försök. Förhållandet mellan antalet steg på rätt väg och antalet steg bör öka snabbare med antalet försök för force feedback-gruppen. Förhållandet mellan antalet steg utanför den rätta vägen och antalet steg bör minska snabbare med antalet försök för force feedback-gruppen.

Antalet kollisioner med häckarna mättes bl.a. för att ge en uppfattning om hur manövreringsförmågan påverkades av force feedback vilket ju i och för sig ligger lite utanför studien, men de utgjorde också ett mått på hur noggrant försökspersonerna förflyttade sig genom labyrinten och detta kunde vara användbart när jag skulle bedöma de andra data som samlades in. Manövreringsförmågan kunde ju t.ex. påverka den tid det tog att förflytta sig genom labyrinten.

För att utröna om det finns någon skillnad på gruppernas inläring, så har jag ansett det vara bäst att undersöka varje variabel för sig. Betrakta nu en av de ovan beskrivna variablerna som en funktion av antalet försök. Det jag då förväntar mig är att funktionen skall förändras fortare i gynnsam riktning för force feedback-gruppen. Men det kan ju dock vara så att förutsatt att man lät försökspersonerna genomföra ett tillräckligt stort antal försök, så skulle funktionsvärdena för force feedback-gruppen och gruppen utan force feedback kanske konvergera. Försökspersonerna skulle då så säga ha nått sin fulla potential med den här träningsmetoden. Hur många försök som skulle krävas för att detta skulle ske är okänt, men det innebär alltså att jag inte nödvändigtvis kommer att få någon skillnad i t.ex. det femte försöket även om inläringen sker snabbare för force feedback-gruppen.

Under de första försöken är miljön okänd för bägge grupperna och de provar sig fram. Därmed är det möjligt att det inte kommer att finnas någon skillnad i de första försöken även om force feedback-gruppen lär sig snabbare.

Så vad jag bör leta efter som en indikation på snabbare inläring hos force feedback-gruppen är skillnader i rätt riktning vid ett eller flera av försöken. Om detta är fallet, så kommer jag att betrakta det som att variabeln i fråga indikerar bättre inläring för force feedback-gruppen.

Om resultatet för de olika variablerna överlag pekar på en förbättrad inläring för force feedback-gruppen, så kommer jag att betrakta det som en indikation på att force feedback har effekt på inläringen.

Vid jämförelsen av medelvärden för de två grupperna för en viss variabel vid ett visst försök har jag beräknat den statistiska signifikansen enligt den metod som kallas för t-test (Carlsson & Röner, 1992, s. 52 – s. 54). Tabell över t-fördelningar har jag hämtat ur Olle Vejdes och Sven Rydberg bok Hur man räknar statistik (Vejde & Rydberg, 1996, s. 240).

3.4 Upplevelsestudien

För att undersöka hur användarna upplevde force feedback i en virtuell miljö och hur deras upplevelse av den virtuella miljön påverkades av force feedback, så lät jag försökspersonerna genomföra vars en sjätte träningsomgång. Den här gången så fick de försökspersoner som haft force feedback tidigare prova utan, och de som inte haft force feedback fick prova med. Detta gjordes för att samtliga försökspersoner skulle få prova bägge varianterna.

Varje försöksperson fick före försöket följande instruktioner:

- Du skall nu på samma sätt som tidigare ta dig från startöppningen till målöppningen med samma villkor som tidigare, men du kommer nu att få force feedback / inte få force feedback från den virtuella miljön.

Sedan fick de beskriva sina upplevelser med respektive utan force feedback.

Frågorna jag ställde var:

- Beskriv din upplevelse utan force feedback
- Beskriv din upplevelse med force feedback.
- Något att tillägga?

Den sista frågan var framförallt avsedd att fånga upp kommentarer om obehag utan att vara ledande, men den fångade även upp en del kommentarer om force feedback.

Försökspersonernas beskrivningar finns i bilaga B. Beskrivningarna har jag sedan använt för att bilda mig en uppfattning om hur användarna upplever force feedback i en virtuell miljö och hur de upplever att force feedback påverkar upplevelsen av den virtuella miljön.

3.5 Obehagsstudien

Metoden för min studie om upplevda obehag bestod helt enkelt i att observera tecken på obehag och att lyssna till försökspersonernas muntliga kommentarer under försöken. Dessutom försökte jag fånga upp kommentarer om obehag med hjälp av frågan ”Något att tillägga”. Sedan sammanställde jag detta för att få fram hur många som upplevde obehag och vilka typer av obehag som förekom.

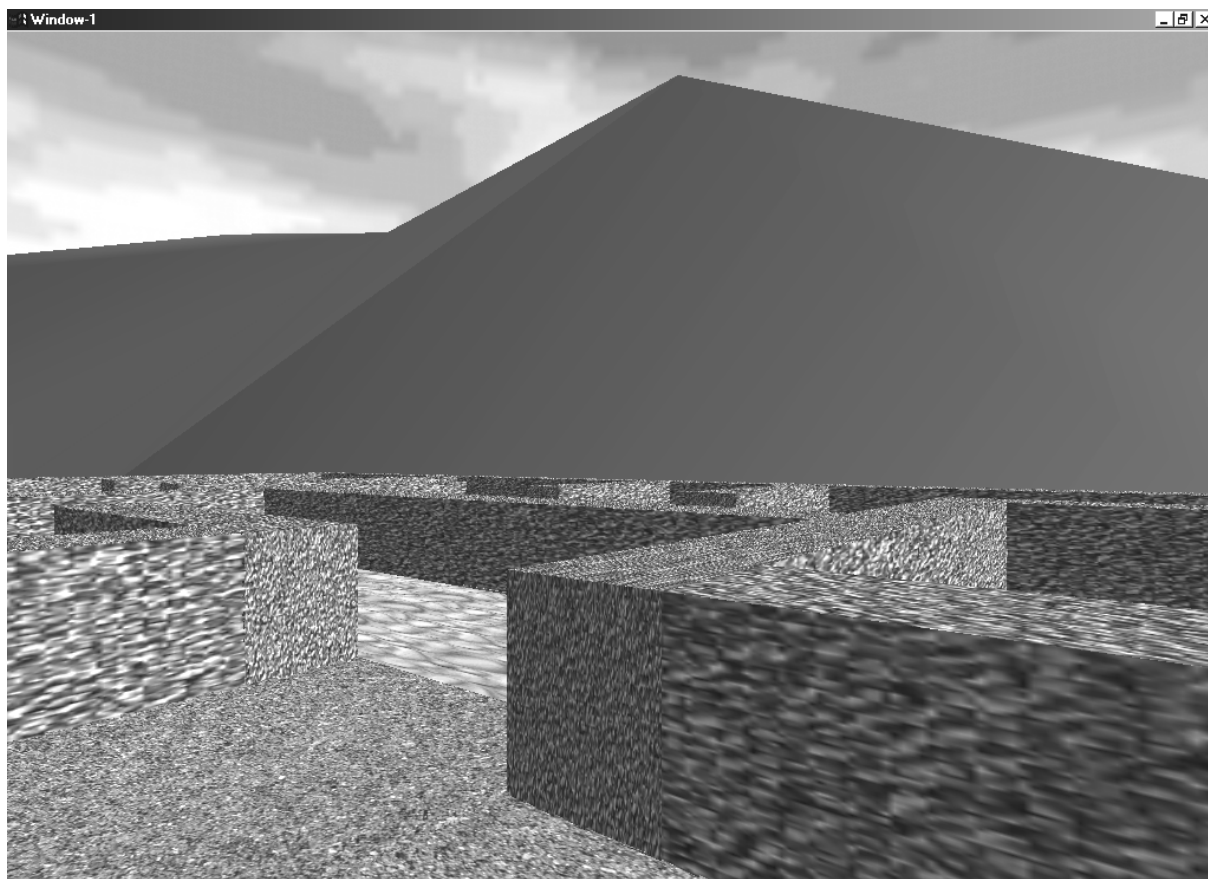
4 Teknisk implementation

4.1 Allmänt

I det här kapitlet beskriver jag min implementation av den virtuella miljön, se figur 4.1, samt ger en orientering om de verktyg som jag har använt mig av.

Först och främst kan nämnas att all utveckling har skett i Windows-miljö.

För att bygga upp själva labyrinten använde jag mig av ett modelleringsprogram som heter 3D Studio Viz R3i som är en produkt från Autodesk. Omgivningen med berg byggdes med hjälp av ett program som på ett enkelt sätt kan generera terränger. Programmet är ett free ware-program som heter Nem's Mega 3D Terrain Generator. Himlen utgörs av ett par sfärer med texturer. Även dessa är gjorda i 3D Studio Viz.



Figur 4.1. Den virtuella miljön.

Dessa tre modeller har jag sedan importerat till ett simuleringsprogram som heter WorldUp och är en produkt från Sense8. I WorldUp kan man knyta olika sorters funktionalitet till olika objekt. Man kan t.ex. knyta utsiktspunkten till ett visst objekt vilket jag har gjort till det objekt som representerar användaren i den virtuella miljön. I den här virtuella miljön utgörs detta objekt helt enkelt av ett rätblock av lämplig storlek. Detta har ingen betydelse för upplevelsen eftersom man aldrig ser det här rätblocket, men det ger en ändå en slags virtuell kropp som kan beröra föremålen i den virtuella miljön. Andra exempel på funktionalitet som man kan knyta till objekt i modellen är detektion av huruvida två objekt skär varandra och förflyttning

av ett objekt med hjälp av en styrspak. Detta behandlas utförligare nedan i delkapitlet WorldUp.

För att kunna få force feedback och göra det möjligt att förflytta sig i den virtuella omgivningen med hjälp av en styrspak, samt för att kunna registrera hur användaren rör sig i modellen har jag även varit tvungen att skriva en hel del C-kod som placerats i en dll (dynamic link library), dvs. ett dynamiskt länkat funktionsbibliotek. Detta har gjorts med hjälp av Microsofts Visual C++ och för att komma åt själva styrspaken har jag använt mig av multimedia-api:et DirectX.

4.2 3D Studio Viz

Som nämndes ovan så är 3D Studio Viz ett modelleringsprogram (Krokstade m.fl., 1998). Det kan användas för att framställa mycket realistiska tredimensionella scener. Detta görs bl.a. genom att man använder sig av s.k. geometriska primitiver t.ex. rätblock, pyramid m.m. som dessutom kan förvrängas på olika sätt t.ex. genom att böja dem eller krusa dem. Dessutom kan man skapa mer komplicerade objekt än de geometriska primitiverna.

De olika objekten kan sedan ges någon form av textur genom att man mappar en bild på dem. Dessa bilder kan man importera till 3D Studio Viz. De texturer som jag har använt: kullersten, löv på häckar m.m. har jag hämtat ute på Internet på web-platser där detta erbjuds gratis.

Modellen kan sedan ljussättas, men det är inget som jag har använt mig av eftersom det kan göras i WorldUp.

I 3D Studio Viz kan man även göra animeringar.

3D Studio Viz har jag använt för att bygga själva labyrinten. Det har gjorts genom att helt enkelt bygga ett antal rätblock och plan som sedan sammanfogats och på vilka jag har lagt olika texturer, dvs. mönster som liknar häckar, sand m.m.

4.3 Nem's Mega 3D Terrain Generator

Nem's Mega 3D Terrain Generator är ett free ware-program skapat av en person vid namn Ryan Gregg (Nem's tools, 2001). Med hjälp av detta verktyg kan man enkelt bygga en terräng. Med hjälp av musen kan man t.ex. dra upp höjder som man vill ha.

Jag har använt det här verktyget för att få fram en omgivning av berg till min labyrint. Anledningen till att jag ville ha detta var att jag ville att den virtuella miljön skulle innehålla visuella landmärken som ger användaren en känsla för hur hon är orienterad.

4.4 WorldUp

WorldUp från Sense8 är ett simuleringsprogram med vars hjälp man kan bygga simuleringar vilka man kan interagera med i realtid (Sense8, 2000). Utvecklingsmiljön i WorldUp är starkt objektorienterad.

Den virtuella miljön bygger man lämpligen med hjälp av något modelleringsprogram som t.ex. 3D Studio Viz. Miljön importeras sedan till WorldUp där man knyter funktionalitet till olika objekt i den virtuella miljön.

Funktionaliteten kan implementeras genom att man skriver skript i ett programspråk som heter Basicskript. Basicskript är syntaktiskt ekvivalent med Visual Basic. Dessa skript knyter man sedan till objekt i simuleringen och skripten exekveras varje gång som en ny bild renderas. T.ex. vill man kanske läsa av en styrspak och förflytta ett objekt i enlighet med styrspakens utslag. Man kan också knyta skript till hela simuleringen, t.ex. s.k. startup-skript och s.k. shutdown-skript vilka exekveras när man startar och avslutar programmet. I dessa skript kan man lämpligen göra initieringar och städa upp efter programmet.

Förutom att använda Basicskript, så kan man implementera en del funktionalitet i andra språk t.ex. C. Då gör man så att man anropar funktioner i ett bibliotek från skriptet. I min simulering har jag implementerat ganska mycket av funktionaliteten i programspråket C. Detta har jag gjort för att lättare komma åt hårdvaran. Således har jag implementerat funktionalitet som att kunna läsa av styrspaken, skapa och utlösa force feedback och samla data om användarens framgång när hon tar sig igenom labyrinten.

4.5 DirectX

För att kunna implementera force feedback och för att kunna styra med hjälp av en styrspak så har jag skrivit en dll i programspråket C. Funktionerna i det här biblioteket använder sig, för att på ett effektivt sätt komma åt hårdvaran, av DirectX. Nedan följer en översiktlig beskrivning av DirectX.

DirectX är ett multimedia-api (application programming interface) för Windows (Dunlop m.fl., 2000). Detta betyder i praktiken att DirectX tillhandahåller ett gränssnitt för att komma åt grafikort, ljudkort, tangentbord, mus, styrspak, force feedback m.m. DirectX medger dessutom en effektiv användning av dessa resurser.

DirectX innehåller ett antal klasser som tillhandahåller gränssnitt till olika sorters multimedia-funktionalitet. Följande klasser finns:

- DirectDraw - Denna klass ger åtkomst till grafikortet och används för 2d-grafik.
- Direct3D - Används för 3d-grafik.
- DirectSound - Ger åtkomst till ljudkortet. Används bl.a. för att skapa 3d-ljud.
- DirectMusic - Används för musik.
- DirectPlay - Används bl.a. till spel över nätverk.
- DirectInput - Används för att på ett effektivt sätt få indata från tangentbord, mus, styrspak, rattar och andra styrdon, utan att gå omvägen via Windows meddelandekö. Dessutom finns stöd för force feedback. Det är DirectInput som jag använder mig av.

I DirectX finns ett begrepp som kallas för COM-objekt (Component Object Model). När man använder DirectX så skapar man COM-objekt för att representera önskade gränssnitt från urvalet ovan. T.ex. skapar man ett COM-objekt för att representera DirectInput om man vill implementera force feedback-effekter. Men detta räcker inte. Man måste dessutom skapa ett COM-objekt som representerar styrspaken och ett COM-objekt som representerar varje effekt.

Med hjälp av DirectInput kan force feedback-effekter skapas. Nedan följer en principiell beskrivning över hur detta går till:

Följande punkter görs en gång under applikationens liv.

- Skapa ett COM-objekt som tillhandahåller ett gränssnitt mot DirectInput, dvs. skapa ett DirectInput-objekt.
- Leta upp ett styrdon som stödjer force feedback och skapa ett COM-objekt som representerar detta, dvs. skapa ett DirectInputDevice-objekt.
- Uteslut andra applikationer från styrdonet, samt kräv att applikationens fönster är aktivt, dvs. SetCooperativeLevel.
- Tala om för DirectInput vilken sorts styrdon som ska användas - det kan t.ex. vara en ratt eller en styrspak - samt tala om hur data skall arrangeras, dvs. SetDataFormat.
- Koppla ifrån styrdonets autocentrering. Autocentreringen hos ett styrdon som stödjer force feedback är inkopplad om man inte explicit kopplar ifrån den, och den är till för att simulera det motstånd som vanliga styrdon ger. Detta är önskvärt om man vill använda det force feedback-stödjande styrdonet som ett vanligt styrdon. När force feedback-effekter skall användas bör autocentreringen dock kopplas ifrån eftersom den kan störa dessa.

Följande punkter görs för varje effekt som skall användas i applikationen.

- Sök efter effekt av önskad typ hos styrdonet, t.ex. periodisk effekt.
- Gör tilldelningar till de datastrukturer som beskriver effekten. Det är här fråga om att definiera sådant som t.ex. hur stark kraft man vill ha, hur varaktig effekten skall vara osv.
- Skapa ett COM-objekt som representerar effekten, dvs. CreateEffect.

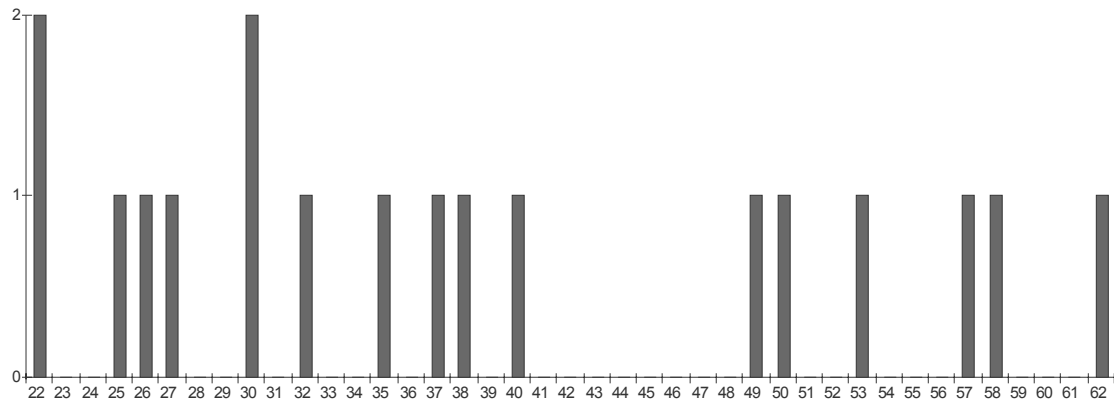
Effekten kan nu startas och stoppas genom att anropa metoderna Start respektive Stop hos COM-objektet som representerar effekten.

Under exekveringen av det program som använder force feedback-effekterna kan man förändra dessa. T.ex. kanske man vill ändra på riktningen och styrkan av en viss effekt. Ändringen görs genom att man uppdaterar de datastrukturer som beskriver effekten och sedan anropar en metod som kallas setParameters.

5 Resultat

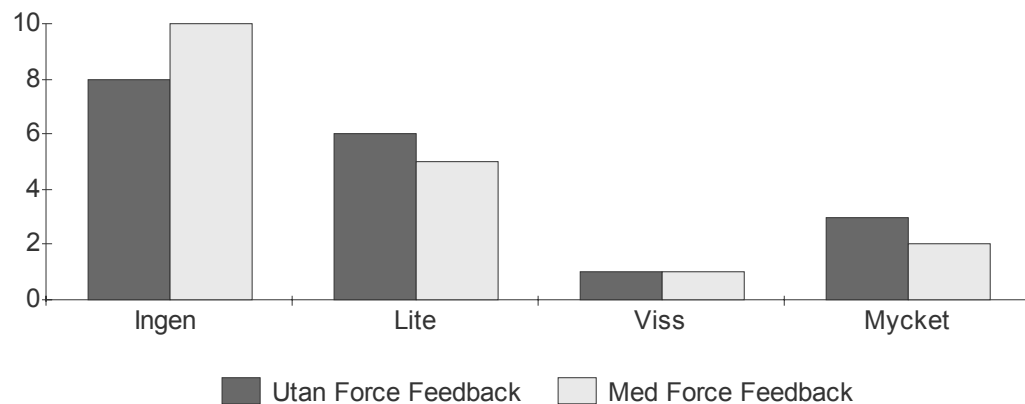
5.1 Allmänt

Av de arton försökspersoner som deltog i försöken var sju män och elva kvinnor. Försökspersonernas åldersfördelningen presenteras i figur 5.1 nedan.



Figur 5.1. Försökspersonernas åldersfördelning.

Försökspersonerna svarade på lite olika sätt på frågan om hur stor deras tidigare erfarenhet av 3d-dataspel var, men grovt sett var resultatet enligt figur 5.2 nedan.



Figur 5.2. Försökspersonernas tidigare erfarenhet av 3d-dataspel. Av diagrammet framgår att de flesta försökspersonerna hade ingen eller liten tidigare erfarenhet av 3d-dataspel, såväl utan som med force feedback.

De observationer jag gjorde under försöken gav framförallt information om tre saker.

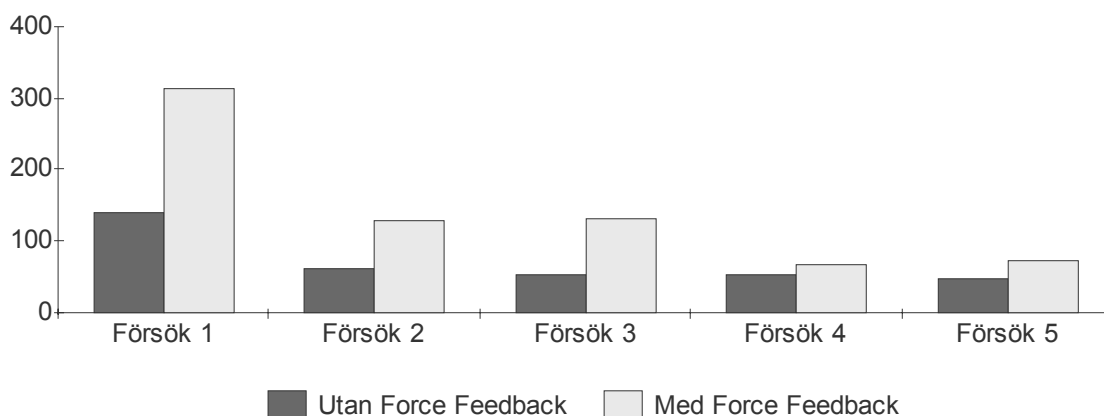
- 1) Obehag, se nedan.
- 2) En del av försökspersonerna hade mer eller mindre problem med manövreringen, dvs. hanteringen av styrspaken. Detta visade sig genom att de gick rakt igenom häckarna ibland, och genom att jag direkt kunde se att de hade svårigheter med manövreringen. Det var sju av de arton försökspersonerna som hade dessa problem.
- 3) Fyra av de arton försökspersonerna råkade aktivera / avaktivera force feedback genom att

komma åt en knapp på sidan av styrspaken. Eftersom jag omedelbart åtgärdade det, så bör det ha haft försumbar inverkan på resultaten.

5.2 Inlärningsstudien

Försök	Mv för grupp utan force feedback	Std. avv.	Mv för grupp med force feedback	Std. avv.	Skillnad	Signifikant $p < 0,05$
1	139,7	59,8	312,6	193,1	-172,9	ja
2	62,3	21,9	129,4	69,2	-67,1	ja
3	52	18,4	132	95,2	-80	ja
4	52	12,8	67	14,6	-15	nej
5	47,8	12,8	72,3	30,5	-24,5	nej

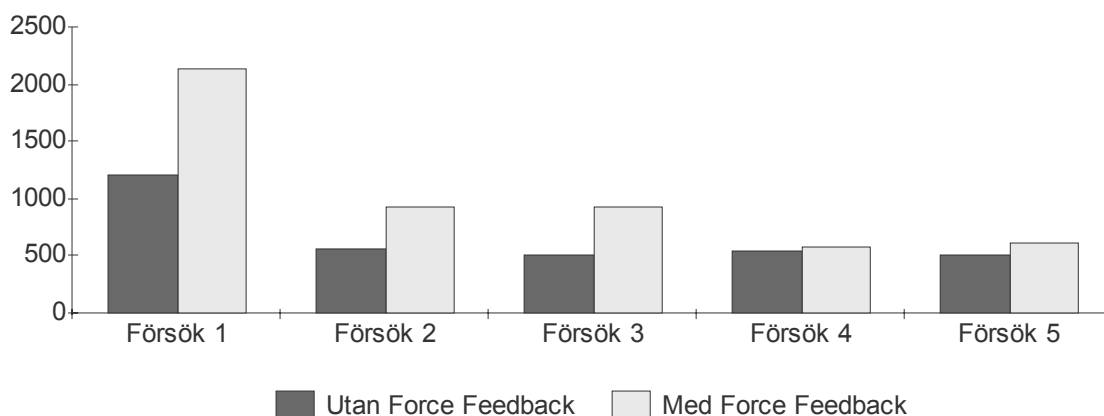
Tabell 5.1. Resultat för variabeln tid.



Figur 5.3. Diagram för variabeln tid. Det framgår att i de första försöken tog det längre tid för force feedback-gruppen att ta sig igenom labyrinten än vad det tog för gruppen utan force feedback. Efter några försök jämnades skillnaden ut.

Försök	Mv för grupp utan force feedback	Std. avv.	Mv för grupp med force feedback	Std. avv.	Skillnad	Signifikant $p < 0,05$
1	1209,4	658,8	2140,7	1177,5	-931,3	nej
2	556	70,4	922,3	358,8	-366,3	ja
3	512,4	55,2	921,6	516,3	-409,2	nej
4	533,9	61,6	574,8	40,8	-40,9	nej
5	508,7	58,7	610,2	70,2	-101,5	ja

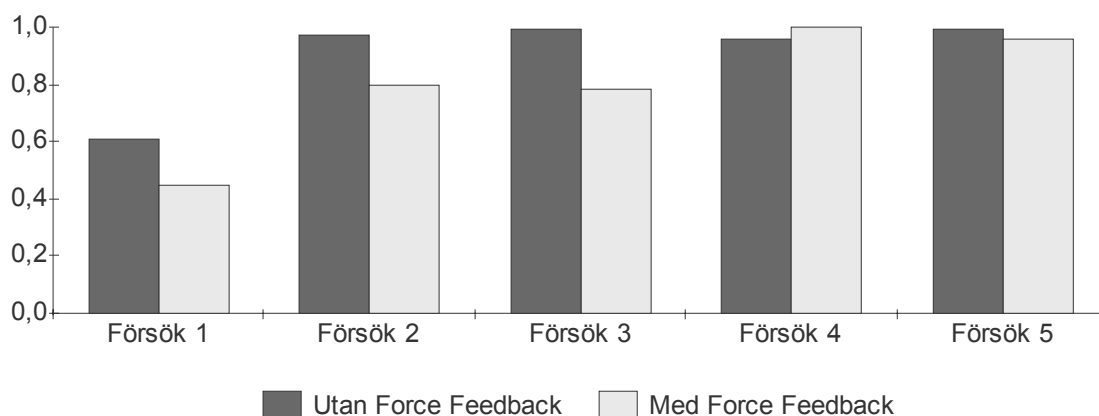
Tabell 5.2. Resultat för variabeln antal steg.



Figur 5.4. Diagram för variabeln antal steg. Under de första försöken använde force feedback-gruppen i genomsnitt en längre sträcka för att ta sig igenom labyrinten än gruppen utan force feedback. Efter några försök jämnades skillnaden ut.

Försök	Mv för grupp utan force feedback	Std. avv.	Mv för grupp med force feedback	Std. avv.	Skillnad	Signifikant p<0,05
1	0,61	0,2	0,45	0,25	0,16	nej
2	0,97	0,05	0,8	0,22	0,17	nej
3	0,99	0,01	0,78	0,21	0,21	ja
4	0,96	0,07	1	0	-0,04	nej
5	0,99	0,02	0,96	0,05	0,03	nej

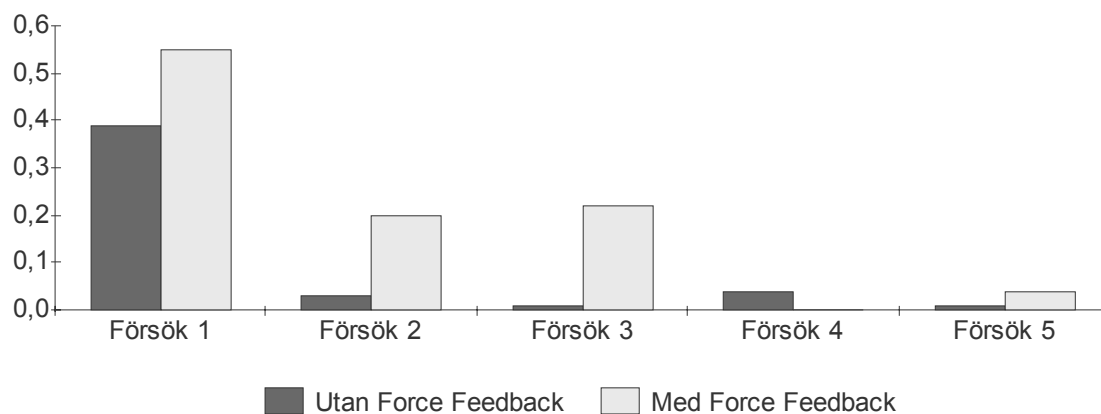
Tabell 5.3. Resultat för variabeln antal steg på rätt väg / variabeln antal steg.



Figur 5.5. Diagram för variabeln antal steg på rätt väg / variabeln antal steg. Av den sträcka som grupperna använde för att ta sig igenom labyrinten så var en större andel förflyttning på rätt väg för gruppen utan force feedback än för gruppen med force feedback under de första försöken. Efter några försök jämnades skillnaden ut.

Försök	Mv för grupp utan force feedback	Std. avv.	Mv för grupp med force feedback	Std. avv.	Skillnad	Signifikant p < 0,05
1	0,39	0,2	0,55	0,25	-0,16	nej
2	0,03	0,05	0,2	0,22	-0,17	nej
3	0,01	0,01	0,22	0,21	-0,21	ja
4	0,04	0,07	0	0	0,04	nej
5	0,01	0,02	0,04	0,05	-0,03	nej

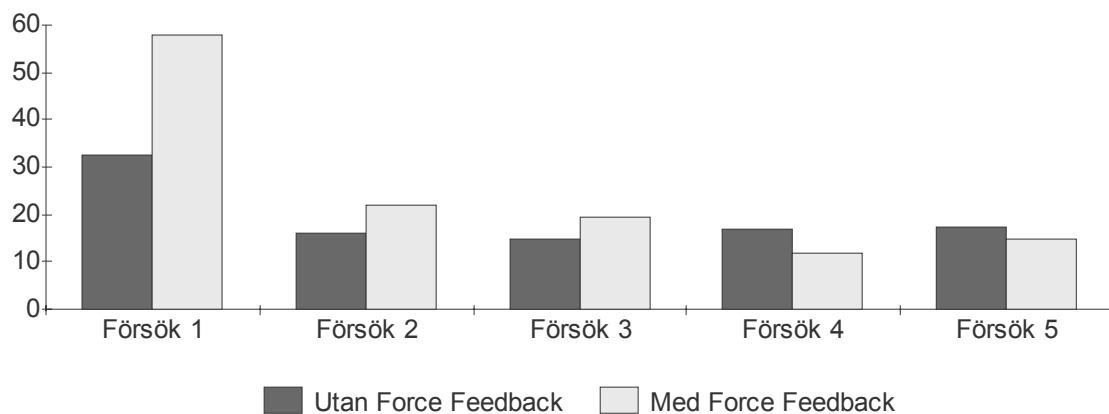
Tabell 5.4. Resultat för variabeln antal steg utanför rätt väg / variabeln antal steg.



Figur 5.6. Diagram för variabeln antal steg utanför rätt väg / variabeln antal steg. Av den sträcka som grupperna använde för att ta sig igenom labyrinten så var en större andel förflyttning på fel väg för gruppen med force feedback än för gruppen utan force feedback under de första försöken. Efter några försök jämnades skillnaden ut.

Försök	Mv för grupp utan force feedback	Std. avv.	Mv för grupp med force feedback	Std. avv.	Skillnad	Signifikant p < 0,05
1	32,6	15,2	58	42,8	-25,4	nej
2	15,9	2,9	21,9	13,6	-6	nej
3	14,7	3,9	19,3	10,6	-4,6	nej
4	16,9	1,7	12	6,4	4,9	nej
5	17,2	3,1	14,7	5,4	2,5	nej

Tabell 5.5. Resultat för variabeln antal kollisioner med häckarna.



Figur 5.7. Diagram för variabeln antal kollisioner med häckarna. Under de första försöken var antalet kollisioner med häckarna större för gruppen med force feedback än för gruppen utan force feedback. Efter några försök blev det tvärtom. Resultaten är dock inte statistiskt signifikanta ($p < 0,05$).

5.3 Upplevelsestudien

Vad gäller användarnas upplevelse av force feedback var det i första hand tre saker som togs upp av försökspersonerna. Dessa beskrivs i tur och ordning nedan.

- Många hade synpunkter på vad force feedback hade för inverkan på hur svårt det var att förflytta sig i labyrinten. Totalt 13 försökspersoner hade åsikter på den här punkten. Det var dock väldigt delade meningar om det här. Vissa tyckte att force feedback mest var ett hinder för dem. Det var 3 försökspersoner som gav uttryck för den uppfattningen. Andra tyckte att den bidrog till att göra det lättare att manövrera och att veta var man har "kroppen". Det var 6 försökspersoner som gav uttryck för den uppfattningen. Ytterligare 4 försökspersoner hade åsikter i frågan, men de var kluvna genom att de tyckte att force feedback gjorde det lättare i vissa avseenden och svårare i andra avseenden. En viss övervikt för de som tyckte att force feedback gjorde det lättare fanns alltså även om den inte var så stor.
- En annan sak som många tyckte var att force feedback upplevdes som störande och stressande. Det var totalt 8 försökspersoner som uttryckte den uppfattningen.
- Den tredje huvudsakliga synpunkten från försökspersonerna var att de tyckte att force feedback gjorde att den virtuella miljön upplevdes som mer realistisk och verklig. Det var totalt 8 försökspersoner som gav svar som jag har tolkat som uttryck för den uppfattningen.

Några andra intressanta synpunkter som togs upp av enstaka försökspersoner var:

- Om force feedback-effekterna varit mer verklighetstroga, så skulle de accepteras bättre av användarna och vara mindre stressande.
- Upplever det som om force feedback gjorde det lättare att minnas vad som finns i labyrinten.

5.4 Obehagsstudien

Elva av försökspersonerna, dvs. 61,1 %, meddelade att de kände obehag under försöken. Obehagen varierade från lätt yrsel till kraftigt illamående. Fem av försökspersonerna fick så kraftiga obehag att de bröt innan de fullföljt alla sina försök. I ett av fallen var dock orsaken att försökspersonen fick känningar i en whip splash-skada. Om man inte räknar med den försöksperson som bröt p.g.a. whip splash-skadan så var det 22,2 % som bröt innan de hade fullföljt sina försök. Flera av försökspersonerna skrev dessutom i frågeformuläret att de blev dåliga av försöken.

De symptom som försökspersonerna nämnde var yrsel, illamående, berusningskänsla, svettningar, åksjuka och att de kände sig snurriga.

6 Slutsatser

Nedan följer de slutsatser som jag har kommit fram till.

6.1 Inlärningsstudien

- När det gäller inlärningsstudien så motsäger resultaten min hypotes om att force feedback skulle göra det lättare att lära sig hitta i en virtuell miljö. I stället verkar det som om det är precis tvärtom, dvs. att force feedback försvårar inläringen. Jag kommer att diskutera detta vidare i nästa kapitel.

6.2 Upplevelsestudien

- Upplevelsen av den virtuella miljön verkar bli mer realistisk med force feedback än utan.
- Force feedback tycks ha en störande och stressande inverkan på många människor, åtminstone på det sätt som jag har implementerat den.
- Man upplever force feedback både som en hjälp, och som ett hinder vid manövrering och förflyttning i den virtuella miljön. Det här upplevs lite olika beroende på person, och vissa personer upplever det som om force feedback är till hjälp i vissa avseenden och till hinder i andra.

6.3 Obehagsstudien

- Ett stort antal människor drabbas av rörelsesjuka när de förflyttar sig i en virtuell miljö. Detta gäller åtminstone när den virtuella miljön är någorlunda fördjupad som t.ex. när grafiken presenteras i storbild och i 3d. I den virtuella miljö som användes i mina försök var det 61,1 % av deltagarna som drabbades av rörelsesjuka i större eller mindre omfattning, och 22,2 % av deltagarna drabbades av så svåra obehag att de avbröt försöken i förtid.

7 Diskussion

7.1 Inlärningsstudien

I den studie som handlade om huruvida force feedback förbättrade människors inläring av en virtuell miljö blev resultatet en besvikelse. Slutsatsen som jag kom fram till säger ju att force feedback försvårar människors inläring av en virtuell miljö. Hur kan detta komma sig? Är det fel på mitt antagande att taktila landmärken skulle underlätta inläringen? Det vet jag ju inte, men jag tror fortfarande på hypotesen. Med utgångspunkt i den teori som jag refererat till i kapitel 2, så tycker jag att hypotesen är fullt rimlig och på något sätt naturlig.

Jag skulle inte ha blivit så förvånad om resultatet jag kom fram till sade att det inte finns någon skillnad, för då skulle jag ha ansett att det berodde på att taktila landmärken förvisso har en positiv inverkan på inläringen, men att denna inverkan är för liten för att kunna påvisas med ett så litet antal försökspersoner. Jag skulle också kunnat tänka mig att de taktila landmärken som finns i min virtuella labyrint var alltför futtiga och dåliga för att det skulle gå att få fram någon synlig skillnad.

Vad jag nu kom fram till var istället statistiskt signifikanta skillnader i åtminstone en av försöksomgångarna för varje variabel som jag mätte, utom när det gäller antalet kollisioner med häckarna, men anledningen till att jag mätte antalet kollisioner med häckarna var ju för att få en uppfattning om det var skillnad på noggrannheten i de två gruppernas förflyttning. Som jag förklarade i kapitel 3, så skulle jag tolka ett sådant här resultat som en indikation på att force feedback-gruppen hade en bättre inläring, men bara om skillnaden varit åt andra hållet. Nu var den inte det, så förutsatt att man är överens med mig angående mitt sätt att analysera de data som samlades in, så är den enda rimliga tolkningen att försöket visat att force feedback försvårar inläringen. Men det tror jag inte på.

Vad jag tror, efter att ha studerat insamlade data och vägt samman dessa med de reaktioner som jag såg hos försökspersonerna, är att det mycket väl kan finnas inlärningsfördelar med force feedback. Jag tror att med tanke på att de flesta försökspersoner hade liten eller ingen tidigare erfarenhet av force feedback, så upplevdes den som ganska sensationell. Många av försökspersonerna uttryckte också att de upplevde force feedback som störande och stressande. Det är framför allt dessa saker som jag tror har orsakat det konstiga resultatet. Antagligen har force feedback-upplevelsorna tagit uppmärksamheten ifrån navigeringen och brutit försökspersonernas koncentration på uppgiften, vilket medfört att man helt enkelt gjorde sämre ifrån sig med force feedback än utan. För att undvika detta borde jag ha haft ytterligare en labyrint där personerna fick vänja sig innan de verkliga försöken började.

7.2 Upplevelsestudien

I upplevelsestudien kom det fram att force feedback bidrar till realism hos den virtuella miljön. Jag är osäker på om detta också innebär att man upplevde en större närvarokänsla. Det är mycket möjligt, men jag vågar inte uttala mig om det för jag anser att bara för att man tycker någonting är realistiskt, så behöver det inte automatiskt innebära att man är så väldigt engagerad i det eller känner särskilt stor närvaro.

Många upplevde force feedback som någonting stressande och störande. Jag skulle tro att detta har med ovana vid force feedback att göra. En annan orsak kan vara att den force feedback som var kopplad till häckarna var ganska kraftig. Jag gjorde den kraftig med avsikt

för att man verkligen skulle reagera när man gick emot häckarna, men det kan ha upplevts som lite onaturligt och chockerande och därmed stressframkallande.

Uppfattningen var varierande angående huruvida man upplevde att force feedback var till hjälp vid förflyttningen i labyrinten eller inte. Jag vet inte varför det var så delade meningar om detta, men det kan kanske ha att göra med att människor menar lite olika med det de skriver, eller att svaren har varit svårtolkade för mig. Hur som helst så är det en fråga som det skulle vara intressant att utreda vidare.

7.3 Obehagsstudien

När det gäller obehagsstudien så tycker jag att resultaten i stort sett bekräftar vad tidigare studier har kommit fram till, så väl vad gäller hur stor andel som fick obehag och hur många som avbröt som när det gäller vilka symptom som uppträdde. Inte exakt förstås, men varje virtuell miljö har sina speciella egenskaper.

Resultatet gav dock en högre andel personer med obehag och svårare obehag än vad jag från början hade trott att det skulle bli, och framförallt så trodde jag inte att någon av mina försökspersoner skulle behöva avbryta försöken. Jag hade nämligen uppfattningen att min virtuella miljö var ganska ”snäll”, därför att den maximala hastigheten som man kunde förflytta sig med inte var så stor. Dessutom var ju underlaget helt plant.

Men efter att ha gått tillbaka till kapitel 2 och studerat teorin igen, så tror jag att jag har funnit de viktigaste orsakerna till att min virtuella miljö ändå gav försökspersonerna så pass omfattande obehag. Nedan följer en uppräknig av dessa orsaker och samtliga påverkar, enligt den teori som refereras i kapitel 2, graden av obehag negativt.

- Att man försöker hitta i labyrinten, som ju är helt okänd för en, innebär att man måste titta sig mycket omkring och därför kan man inte hålla blicken fixerad vilket ökar graden av obehag.
- Avsaknad av dödgång i styrspaken, dvs. att ett visst utslag kring centrum inte förändrar riktningen, verkade medföra en tendens till oscillering i sidled när man förflyttade sig. Man hade alltså en tendens att ta sig fram i ett sicksack- mönster. Det verkar inte orimligt att man oscillerade med ungefär 0,2 Hz, vilket är optimalt för att framkalla obehag.
- Det var många försökspersoner som upplevde att det var svårt att manövrera och i många fall kunde jag tydligt se att de hade det. Om man har liten kontroll, så ökar graden av obehag. Jag fick också ett intryck av att de som hade svårast med manövreringen också var de som var mest benägna för svåra obehag, men det kan ju också bero på att exponeringstiden ökade för dessa personer.

8 Slutord

Som en avslutning ska jag nu diskutera några förslag till vidare forskning, framförallt med tanke på kommande examensarbetare med en liknande intresseinriktning som jag har.

För dem som i likhet med mig fortfarande tror på min inlärningshypotes skulle jag föreslå att man gjorde om min inlärningsstudie men med några viktiga skillnader. För det första så borde man skapa två likartade labrynter, och använda den ena som en övningsbana för att vänja försökspersonerna vid force feedback. För det andra skulle jag rekommendera att man inte tog med alltför kraftiga force feedback-effekter, utan lät dem vara ganska moderata. För det tredje borde man fundera igenom väldigt noga hur man ska placera ut de taktila landmärkena och hur de borde vara beskaffade för att vara till optimal nytta. För det fjärde borde man lägga ner stor omsorg på att minimera de obehag som framkallas hos en del individer vid exponering för virtuella miljöer eftersom de stör deras koncentration.

Ett annat förslag är att studera upplevelsen av närvaro närmare. Närvaron har betydelse för hur bra man presterar i en virtuell miljö. En rekommendation är att lägga stor omsorg på hur man utformar de frågor som man ställer till försökspersonerna. Det är ingen lätt uppgift att få fram i vilken mån människor upplever närvaro i en virtuell miljö, utan att ställa frågor som är ledande.

Cybersjuka är ett annat intressant och viktigt område. Det är viktigt att förstå problematiken så att man kan minimera den. Cybersjuka utgör en bromskloss för utvecklingen och spridningen av virtuell verklighet. Ett förslag till examensarbete är att genomföra en studie som mer ensidigt och fördjupat fokuserar på just cybersjuka.

Källförteckning

Biggs S. J. och Srinivasan M. A. (2002). Haptic Interfaces. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 93. – s. 115. Lawrence Erlbaum Associates.

Carlsson M. och Röner Douhan G. (1992). *Statistik - en introduktion*. Runa förlag.

Darken R. P. och Peterson B. (2002). Spatial Orientation, Wayfinding, and Representation. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 493 – s. 518. Lawrence Erlbaum Associates.

Davies R. C. (2001). Virtual Reality hardware and software: complex usable devices. I: Riva G. och Davide F. (red). *Communications Through Virtual Technologies* (2002-04-02). <http://www.emergingcommunication.com/>.

Davies R. C. (2002). *Flexible Reality Centre at the Ingvar Kamprad Design Centre* (2002-11-22). <http://www.eat.lth.se/realitylab/WhatisVR.htm>.

Dunlop R., Shepard D. och Martin M. (2000). *Sam's Teach Yourself DirectX 7 in 24 Hours*. Sam's Publishing.

Gregg R. (2001). *Nem's tools* (2002-10-21). <http://countermap.counterstrike.net/Nemesis/index.html>.

Harm D. L. (2002). Motion Sickness Neurophysiology, Physiological Correlates, and Treatment. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 637 – s. 661. Lawrence Erlbaum Associates.

Krokståde P., Nordin R. och Pärletun L. G. (1998). *Kom igång med 3D Studio VIZ*. Studentlitteratur.

Lawson B. D. m.fl. (2002). Signs and Symptoms of Human Syndromes Associated with Synthetic Experiences. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 589 – s. 618. Lawrence Erlbaum Associates.

Munro A. m.fl. (2002). Cognitive Aspects of Virtual Environments Design. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 415 – s. 434. Lawrence Erlbaum Associates.

Rheingold H. (1992). *Virtual Reality*. Simon & Schuster.

Sadowski W. och Stanney K. M. (2002). Presence in Virtual Environments. I: Stanney K. M. (red), *Handbook of Virtual Environments - Design, Implementation, and Applications*, s. 791 – s. 806. Lawrence Erlbaum Associates.

Sallnäs E-L., Rasmus-Gröhn K. och Sjöström C. (2002). Supporting Presence in Collaborative Environments by Haptic Force Feedback. Appendix 2 i: Sjöström C. *Non-Visual Haptic Interaction Design*, Doctoral Thesis, Certec.

Sense8, (2000). *Products* (2002-10-21). <http://www.sense8.com/index.html>.

Sjöström C. (1996). *Fantomaten - The PHANToM för handikappade barn* (2002-10-22). <http://www.certec.lth.se/dok/fantomaten1/index.html#beskrivning>.

Wallergård M. (2001). *A Virtual Cash Dispenser For Persons With Acquired Brain Injury*. Institutionen för Designvetenskap (LTH).

Vejde O. och Rydberg S. (1996). *Hur man räknar statistik*. Olle Vejde Förlag.

Bilaga A Ordlista

Audiovisuell Som avser hörseln och synen.

Blandad verklighet (mixed reality) Ett mellanting mellan virtuell verklighet och den vanliga verkligheten, dvs. vissa komponenter är verkliga och vissa är virtuella.

Cybersjuka (cyber sickness) Tillstånd som liknar åksjuka, vilket kan framkallas av virtuella miljöer som bl.a. inbegriper en illusion av självrörelse.

Fördjupad virtuell verklighet (immersive virtual reality) Virtuell verklighet där man upplever sig som höggradigt innesluten i den virtuella miljön och avskärmad från den yttre verkligheten.

Förstärkt verklighet (augmented reality) Erhålls om man överlagrar den vanliga fysiska verkligheten vissa virtuella komponenter.

Huvudmonterade skärmar (headmounted display) Ett slags utorgan som används i samband med virtuell verklighet. Består av två miniatyrskärmar, monterade direkt framför ögonen, som tillsammans ger stereoskopiskt seende.

Icke-fördjupad virtuell verklighet (nonimmersive virtual reality) Virtuell verklighet där man inte är särskilt innesluten i den virtuella miljön eller särskilt avskärmad från den yttre verkligheten.

Kognitiv Avser organisationen av vår varseblivning i vetande och kunskap.

Kognitiv karta (cognitive map) Mental representation av (spatial) kunskap.

Motorisk Som avser rörelse.

Spatial Rumslig.

Statistisk signifikans Att ett resultat är statistiskt signifikant innebär att det är statistiskt säkerställt. Med $p < 0,05$ menas att det finns högst 5 % risk att skillnaden mellan två gruppers medelvärden beror på slumpen.

Taktil Som avser känseln.

Virtuell verklighet (virtual reality) Miljö genererad i en dator som användaren kan interagera med i realtid.

Visuell Som avser synen.

Bilaga B Försöksdata

Nedan följer svaren på de inledande frågorna, de observationer jag har gjort under försöken, samt svaren på frågorna som ställdes till försökspersonerna efter försöken:

Försöksperson 1

- Kön: Man.
- Ålder: 30.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Viss erfarenhet av bilspel med force feedback (ratt). Viss erfarenhet av spel utan force feedback.
- Tecken på obehag: Nej.
- Observationer: Inga.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Kändes traditionellt, dvs. som när man spelar 3d dataspel. Man är van vid att inte få force feedback, så man kör på bara. Tror dock att en människa helt utan erfarenhet av 3d spel hade upplevt det annorlunda, kanske som lite konstigt
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Enbart positiv. Man noterar skiftningarna i den direkta närmiljön bättre, t.ex. underlagets skiftningar. Bättre känsla för var man har ”kroppen”.
- Något att tillägga: Uppfattade inte om det fanns någon force feedback-effekt kopplad till grusunderlaget. Upplever det som om force feedback gjorde det lättare att minnas vad som fanns i labyrinten.

Försöksperson 2

- Kön: Man.
- Ålder: 30.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ganska mycket, både med och utan force feedback.
- Tecken på obehag: Sade muntligen att han mådde dåligt.
- Observationer: Råkade avaktivera force feedback genom att pilla på en knapp som han hade fått explicita instruktioner att inte röra. Detta fördröjde honom lite.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Det var svårt att veta var labyrintens häckar befann sig i förhållande till mig själv. Dock kände jag mig mindre stressad.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Upplevelsen av labyrinten var god. Framförallt fick jag en tillfredställande bild av hur stor jag egentligen var. Jag vill också poängtera att jag kände mer stress då force feedbacken var igång.
- Något att tillägga: Utan force feedback vore som att leva utan väsentliga sinnen i ens vardagliga liv. Men jag tror att en mindre bra force feedback leder till samma svårigheter som t.ex. en hörselskada.

Försöksperson 3

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 27.

- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Knappt någonting.
- Tecken på obehag: Sade muntligen att hon kände illamående.
- Observationer: Gick rakt igenom häckarna ibland. Vid de försöksomgångar där hon ej hade force feedback så tvärade hon väldigt snävt när hon vek av till nya gånger, vilket gjorde att hon stötte emot häckarna. Hon hade ingen känsla för var hon hade kroppen.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Det var svårt att veta när man gick i buskarna. Kändes svårstyrd. Hade ingen riktig koll på hur bra man körde egentligen.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: En helt annan känsla. Man fick mer kontroll var man körde. Det blev lättare att styra.
- Något att tillägga: Det var ganska svårt att styra överhuvudtaget. Den var ganska känslig, det tog en stund innan man fick koll på det. Men så är det kanske när man är ovan som jag är.

Försöksperson 4

- Kön: Man.
- Ålder: 25.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Mycket erfarenhet, både utan och med force feedback.
- Tecken på obehag: Nej.
- Observationer: Inga.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Enkelt och lättmanövrerat. När man hittat vägen en gång var det lätt att springa igenom labyrinten. Grafiken var enkel och lättförståelig.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Med force feedback på blev det svårare för mig. Plötsligt ville joysticken dra åt olika håll vilket gjorde det svårare för mig att bara springa igenom labyrinten som jag gjorde utan force feedback. Jag tänkte mer på att undvika kontakt med buskarna eftersom joysticken gav utslag på detta.
- Något att tillägga:

Försöksperson 5

- Kön: Man.
- Ålder: 22.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Mycket utan force feedback. Lite med.
- Tecken på obehag: Nej.
- Observationer: Irrade runt väldigt mycket i labyrinten. Verkade lite nervös.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Känns enklare att styra utan force feedback. Det känns mer precist. Man går dit man drar joysticken. Det finns dock nackdelar med att inte ha force feedback som t.ex. verklighetsupplevelsen. Som slutsats tycker jag nog att det var enklare utan force feedback.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Kan ibland kännas som någon annan styr åt en. Rätt vad det är så huggar det tag i joysticken. Kändes mer okontrollerat med force feedback.

- Något att tillägga: Jag tror inte att jag hade kunnat hitta lättare genom labyrinten med force feedback de första försöken, däremot tvärtom. Eftersom att det känns som att det tar ”längre” tid med force feedback.

Försöksperson 6

Kön: Kvinna.

Ålder: 38.

- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Hon bröt vid fjärde försöket och sprang iväg till toaletten för att hon mådde dåligt.
- Observationer: Hon hade stora svårigheter. Gick mycket genom häckarna. Verkade inte klara av att manövrera.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback:
- Beskriv din upplevelse med force feedback: It is very real-like. Driving forward, backward, turning left and right. Everything just like I was driving a car and trying to find my way. Unfortunately, I get carsick.
- Något att tillägga:

Försöksperson 7

• Kön: Man.

• Ålder: 32.

- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Knappt någonting.
- Tecken på obehag: Sade att han blev lite snurrig.
- Observationer: Råkade stänga av force feedback vid ett tillfälle. Verkade i stor utsträckning prova sig fram utan att lägga märke till var han varit. Gav intryck av att inte tänka sig för.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Ovisst om man gjorde bra ifrån sig och därmed stressande, men jag inbillade mig att det gick bra. Men som sagt, det vet jag ju inte.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Beskrivande men stressig samtidigt. Buskarnas vidrörande var lite häftig och på något sätt störande därmed. Hade vunnit på att bara ha små vibrationer, eller eventuellt inga alls eftersom det inte finns andra betydande hinder och därmed egentligen inte behöver särskiljas i sitt uttryck. Talade i övrigt bra om när man kom för långt ut. Bidrog till realism.
- Något att tillägga: Bra med ökad feedback desto mera man lutar, trycker, kommer åt något. Minskar stressen. Den mänskliga faktorn är ju oerhört känslig och därmed kunde feedbacken som sagt öka efter hand som man kommer åt något hårdare. Ändra feedbacken efter yta, material vore trevligt.

Försöksperson 8

• Kön: Man.

• Ålder: 22.

- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Väldigt lite. Ingen med force feedback.
- Tecken på obehag: Sade att han kände sig lite snurrig, men bara väldigt lite.

- Observationer: Han lyckades aktivera force feedback två gånger och fick börja om tredje försöket. Detta ger lite missvisande resultat.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Kändes verkligt och det var lätt att leva sig in i miljön. Jag tror att jag har lätt för att leva mig in i miljöer på skärmar, typ tv. Därför tyckte jag att force feedback var riktigt nödvändigt.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Jag kände mig mer stressad när det började hoppa i joysticken och det blev mer ett irritationsmoment än något vägledande. Känslan var att jag ville hålla hårt i joysticken så att den inte rörde sig.
- Något att tillägga: Kände lite yrsel vid de sista försöken samtidigt som det kändes som att springfunktionen hade försvunnit.

Försöksperson 9

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 40.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Sade att hon blev yr. Behövde vila lite mellan de sista försöksomgångarna.
- Observationer: Gick en del genom häckarna. Problem med manövrering. Verkade lite okoncentrerad. Sade att hon tyckte det var jättesvårt att styra. Sade att hon först inte förstod att hon var en virtuell kropp. Stängde av force feedback en gång av misstag.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Efter att ha provat force feedback kändes det bättre utan. Det kändes som jag fick "köra" som jag ville! Och att jag kunde köra fortare. Har dock ingen uppfattning om jag körde på fler häckar. Det gick ju också lättare eftersom jag kört och övat på banan innan.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Den störde mycket. Visserligen hjälpte den till att berätta när jag körde in i häckarna, men hindrade mig nog från att gasa på.
- Något att tillägga: Jag som annars aldrig blir åksjuk kände mig illamående. En klar nackdel!

Försöksperson 10

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 26.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Nej.
- Observationer: Inga.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Efter ett tag tröttnade jag lite, rätt trist med samma labyrint. Ingen känsla av att stöta i häckarna. Svårt veta om jag gjorde det eller ej.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Mycket svårare än utan. Blev lite stressad när jag kände att jag stötte i häckarna.
- Något att tillägga:

Försöksperson 11

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 53.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Lite utan force feedback. Lite med force feedback (haptiska gränssnittet Fantomen).
- Tecken på obehag: Sade att hon kände sig lite berusad. Vilade lite före försöket utan force feedback.
- Observationer: Svårigheter med manövreringen. Gick igenom häckarna några gånger.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: I moved more easily through the maze. It seemed like I was floating. There was less resistance of course, and I didn't grip the joystick as hard. I moved more smoothly and quickly. It was easier to get through, but I had, of course, the learning factor.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: The force feedback seemed to be more of an interfering factor especially in the first go, but then I haven't used a joystick much either. My virtual body felt big and clumsy. I felt that I got better with practice and was not running into the bushes / hedges as much.
- Något att tillägga: I started to feel dizzy by the third go and I felt "drunk" during the fourth. Needed to take a pause after the fourth. I had a hard time seeing the corners until I was right at them. I couldn't stop and look up for orientation.

Försöksperson 12

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 49.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Möjligen något lite utan force feedback.
- Tecken på obehag: Sade att hon blev lite yr. Hon vilade efter fjärde försöket. Hon bröt strax in på femte försöket. Gjorde om femte försöket, men detta är ogiltigt eftersom programmet ej slutade räkna då hon ej fullföljde hela femte försöket innan hon vilade sig.
- Observationer: Samlad och lugn. Duktig på att manövrera och på att hitta.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Svårt att kontrollera hur fort det skulle gå. För lätt att gå igenom en häck i stället för runt om. Svårt att veta om man stötte till en häck eller inte.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Lite lättare att styra. Lite överraskande med övergångarna mellan underlagen, men inte alltid som jag förväntade mig. Det som såg ut som sten kändes inte på samma sätt på de olika ställena i labyrinten. Kändes "verkligare".
- Något att tillägga: Det svåraste var att hitta in. Skulle ta sig igenom på kortast möjliga tid. Lättare utan force feedback, troligen p.g.a. att man egentligen inte visste hur många gånger man fick kontakt, så totalt gjorde man kanske ett sämre resultat. Skulle ta sig igenom med så få kontakter med häckarna som möjligt. Här hjälpte force feedback. Skulle ta sig igenom på kortast möjliga sträcka. Kändes inte som om det påverkades av om man hade force feedback eller ej.

Försöksperson 13

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 57.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.

- Tecken på obehag: Bröt p.g.a. illamående efter första försöket. Därför finns inga försöksdata.
- Observationer: Svårigheter med manövrering.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback:
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Svårt att styra och svårt att veta var man befinner sig. Avbröt p.g.a. illamående. Kändes dock inte omöjligt att lära sig, men motivationen är inte särskilt stor.
- Något att tillägga:

Försöksperson 14

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 62.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Hon sade att hon kände sig väldigt illamående. Hon kände yrsel efter bara några sekunder. Hon kände illamående trots att hon förflyttade sig väldigt sakta och stabilt. Hon bröt under första försöket. Därför finns det inga försöksdata. Hon sade efteråt att hon kände sig alldeles svettig.
- Observationer: Gick genom häcken en gång. Verkade bero på att hon mådde illa och började blunda.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Lite utmanande. Tyvärr motverkades min nyfikenhet av hastigt påkommet illamående. Flimret, joystickens lättrorlighet och hjärnans och kroppens upplevelse blev ”just too much”.
- Beskriv din upplevelse med force feedback:
- Något att tillägga:

Försöksperson 15

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 58.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Hon bröt efter första försöket p.g.a. känningar av en whip splash-skada.
- Observationer: Hon var vänsterhänt, men fick köra med höger hand ändå eftersom styrspaken som är gjord för högerhänta har en fotocell på höger sida som måste täckas över för att force feedback skall fungera. Försökspersonen hade bråttom till ett möte, så därför fanns ingen tid till att skaffa fram t.ex. tejp för att täcka över fotocellen. Hon hade stora svårigheter. Vid ett tillfälle när jag tyckte att hon manövrerade mycket konstigt, upptäckte jag att hon hade styrspakens framåtriktning pekande till höger.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback:
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Går mer på ljudet än på återkopplingen till handen.
- Något att tillägga: Gjorde försöket med höger hand. Jag är vänsterhänt. Problem att få precision. Statisk belastning gav smärta p.g.a. att jag har dåliga diskar och trångt för nerver på höger sida av halsrygg. Joystick-utrustningen halkar runt på bordet. Svårt att hålla den stilla.

Försöksperson 16

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 50.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Sade att hon började må illa under första försöket. Bröt efter tredje försöket. Jag tror att det beror på att hon höll på extremt länge.
- Observationer: Manövrerar bra, men föreföll vara väldigt dålig och osystematisk vad gäller att hitta.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback:
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Det gav en indikation på att jag styr "för häftigt", men det gör mig stressad och det kanske medför att jag gör häftigare utslag med joysticken.
- Något att tillägga: Okänslig joystick. Spelet gör mig illamående.

Försöksperson 17

- Kön: Man.
- Ålder: 35.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Väldigt lite.
- Tecken på obehag: Nej.
- Observationer: Inga.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Behaglig, förutom "problem" med joystickens feedback, i.e. för "slapp" i utslag. Joysticken upplevs som om viss feedback redan finns i den + svårighet att reglera hastigheten på jämnt sätt. Lätthetskänsla, "snabb frihet", "önskvärd" frihet i jämförelse med verkligheten. Framkallar lite slarv, inbjuder till hastighet och viss nonchalans, respektlöshet för den egna 3D-kroppens utbredning.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Ger ökad "volymupplevelse" avseende den egna kroppens utbredning. Det kontinuerliga ljudet ger irritationskänsla och ökar stressfaktorn att "komma loss" för att göra rätt. Ger bra vägledning till ökad noggrannhet vid precisa rörelsemanövrer.
- Något att tillägga: Önskvärt att joystickens justeras för ökad precision enligt ovan. Avseende feedbacken, mer realistiska upplevelser + ljud, relaterade till handlingen skulle accepteras mer av användaren, t.ex. mjukt motstånd för mjukt material / hårt för vägg + feedback vid höjdstigning. I detta experiment dock ingen direkt "vägledning" genom labyrinten eftersom "vägmärkena" utgjordes av texturer + andra visuella ledstänger.

Försöksperson 18

- Kön: Kvinna.
- Ålder: 37.
- Tidigare erfarenhet av 3D dataspel med och utan force feedback: Ingen.
- Tecken på obehag: Nej.

- Observationer: Lite svårt att hitta i början. Manövrerade bra.
- Beskriv din upplevelse utan force feedback: Ansträngde mig mer för att inte åka in i häckarna än med force feedback, dvs. jag tror att jag koncentrerade mig mer på det.
- Beskriv din upplevelse med force feedback: Kul med guppen, men jag släppte koncentrationen på hinderna när jag fick yttre impulser. Lät de yttre impulserna styra.
- Något att tillägga: Nej.