KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN

TRITA-NA-E03045 ● CID-223 ● ISSN 1403-0721 ● Department of Numerical Analysis and Computer Science

Ett naturligt stöd för navigering i virtuella omgivningar: identifierbarhet och memorerbarhet av landmärken och riktningar.

Spiros Tsiroyannis

CID, CENTRE FOR USER ORIENTED IT DESIGN

Spiros Tsiroyannis

Ett naturligt stöd för navigering i virtuella omgivningar:
identifierbarhet och memorerbarhet av landmärken och riktningar.

Report number: TRITA-NA-E03045, CID-223
ISSN number: ISSN 1403 - 0721 (print) 1403 - 073 X (Web/PDF)
Publication date: March 2003

Reports can be ordered from:

CID, Centre for User Oriented IT Design
NADA, Deptartment of Numerical Analysis and Computer Science
KTH (Royal Institute of Technology)
SE-100 44 Stockhom, Sweden
Telephone: + 46 (0) 8 790 91 00
Fax: + 46 (0) 8 790 90 99
E-mail: cid@nada.kth.se
URL: http://cid.nada.kth.se

Sammanfattning

Syftet med detta arbete var att försöka undersöka några aspekter kring navigering (wayfinding) i datorgenererade virtuella omgivningar. Jag har framförallt arbetat med metoder för att underlätta navigering utan att införa sådana som kan verka onaturliga för användaren och som därmed kan tänkas störa användarens känsla av närvaro. Jag har framförallt tittat på metoder för att applicera effekter eller objekt som stödjer användaren när det gäller att navigera i virtuella omgivningar, men som samtidigt ger sken av att vara en del av själva omgivningen. Jag har i mitt arbete framförallt arbetat med landmärken. Jag har i samband med dessa försökt att utreda ett antal aspekter kring deras statiska utformning. Dessutom har jag försökt att utreda betydelsen av dynamiska egenskaper hos dessa. Jag har närmare bestämt arbetat med följande aspekter:

- Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt
- Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning
- Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten

Utöver aspekter kring landmärken har jag även tittat på betydelsen av dynamiska effekter i omgivningen. De aspekter som jag nämner ovan har alla undersökts separat med hjälp av sådant testmaterial som jag själv har skapat. Slutligen har jag även utfört en undersökning där resultaten från samtliga tidigare undersökningar testas tillsammans. Detta gjorde jag i en interaktiv omgivning där testpersonerna fick utföra en riktig navigationsuppgift. Resultaten ifrån mina undersökningar talar, enligt min tolkning, för att de hypoteser jag hade med stor sannolikhet var sanna. Det vill säga:

- Karakteristiska former hos landmärken har en inverkan på möjligheten att identifiera landmärken oberoende av betraktelsepunkt i virtuella omgivningar.

- I fall av hög visuell komplexitet minns vi människor endast en förenklad bild av det aktuella objektet. (Detta objekt skulle exempelvis kunna vara ett landmärke i en virtuell värld.)

- Eftersom virtuella omgivningar ofta är ganska statiska i förhållande till verkliga innebär dynamiska egenskaper hos landmärken förbättrade möjligheter för användaren att både identifiera och memorera själva landmärkena.

- Dynamiska egenskaper i en virtuell omgivning kan förmedla en referensriktning till användaren. En sådan referensriktning är ett bra stöd för användaren med avseende på navigering.

Jag har baserat mitt arbete med detta projekt på en litteraturstudie av tidigare forskning inom området. En sammanfattning av denna litteraturstudie finns därför med som en del i denna rapport där jag definierar de begrepp som jag har arbetat kring samt presenterar sådana fakta eller forskningsresultat som jag antingen direkt har utnyttjat eller som relaterar till mitt arbete med detta projekt.

A Natural Support for Navigation in Virtual Environments: Ability to Identify and Memorize Landmarks and Directions

Abstract

The purpose of this study was to evaluate some aspects for supporting navigation in computer generated virtual environments. The idea was to do so without involving things that could be perceived as unnatural and therefore disturb the feeling the user gets of being present. I have been working mainly with implementing effects and objects that should appear to be a part of the actual environment.

I have during my work mostly been working with landmarks. In working with these landmarks I have been trying to evaluate a number of aspects concerning their static appearance and their dynamic properties. I have more specifically been trying to evaluate the following concerning landmarks:

- Possibility to identify the landmark, not depending on the point of view
- Complexity in the visual appearance of a landmark
- Dynamic properties to support memorization and identification

I have also been looking at the importance of dynamic effects in the environment. I have more specifically been looking at the ability of the dynamic effects to show a constant direction. The aspects mentioned above have all been examined separately based on different formats such as pictures, animations as well as a computer generated interactive environment. I have also done an evaluation where all the aspects were implemented in an interactive environment where the subjects were given actual navigation tasks. The results of my work show that all of my hypotheses probably are correct. That is:

- Characteristic shapes of landmarks make it easier to identify them, whichever the viewpoint, in computer generated virtual environments.
- Humans only remember a simplified picture of an object, in case of a high complexity. Such an object could for example be a landmark.
- Dynamic properties of landmarks, makes it easier for a user to identify and remember them. Especially since virtual environments often are quite static.
- Dynamic properties in a virtual environment can show a fixed direction in that environment, which could be used as a reference.

My work with this project is based on a literature study of earlier research. A summary of this study is therefore included as a part of this report.
In this summary I define most of those concepts that is related to my work. I also present the facts and results of earlier research that I have used or that at least are related to my work.

Förord

Det arbete som dokumenteras i denna rapport är ett examensarbete utfört vid Nada på KTH i Stockholm. Arbetet har utförts i nära samarbete med Björn Thuresson som har varit handledare för detta projekt. Jag vill därmed tacka honom för det stöd han givit mig under mitt arbete. Jag vill dock även tacka alla de personer som har ställt upp som testpersoner för de undersökningar som jag har baserat mitt arbete på. Utan dem hade jag naturligtvis inte kunnat utföra mina undersökningar.

1 Inledning **1**
2 Bakgrund **1**
3 Syfte/Problembeskrivning **2**
4 Litteraturstudie **2**
4.1 Navigationsprocessen 3
4.2 Landmärken 4
4.2.1 Identifierbarhet 4
4.2.2 Synlighet 4
4.2.3 Skalbarhet 5
4.2.4 Förhållande till andra landmärken 5
4.2.5 Visualisering av relativa vinkelförhållanden 6
4.2.6 Memorerbarhet 7
4.2.7 Distinkta landmärken 7
4.2.8 Täthet av landmärken 8
4.3 Passager och geografiska avgränsningar 8
4.4 Navigationsförmåga 9
4.4.1 Utforskning 9
4.4.2 Dead reckoners 10
4.4.3 Studier av kartor 10
4.4.4 Passiv eller guidad inlärning 11
4.5 Riktningar och referenssystem 12
4.5.1 Allocentriska och exocentriska referenssystem 12
4.5.2 Egocentriska referenssystem 13
4.5.3 Externa referenssystem 13
4.6 Melodiska egenskaper 14
4.7 Naturliga val 14
4.8 Distrikt 15
4.9 Naturliga sätt att vägleda 16
4.9.1 Constraints 16
4.9.2 Affordance 16
4.9.3 Mappning 17
4.10 Text och ljud som informationskälla 17
4.11 Kartor 18
4.12 Avstånd 20
4.13 Närvaro 20
4.14 Interaktion 22
5 Hypoteserna bakom mina undersökningar **23**
5.1 Statiska egenskaper 24
5.1.1 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt 24
5.1.2 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning 25
5.1.3 Avståndsbedömningar 25
5.2 Dynamiska egenskaper 26
5.2.1 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten 26
5.2.2 Dynamiska egenskaper som anger riktning 27
6 Testmetoder **27**
6.1 Generella testmetodiken 27

6.2 Fördelning av testpersoner mellan de olika undersökningarna 28
6.3 Undersökningar 28
6.3.1 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt 29
6.3.2 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning 30
6.3.3 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten 32
6.3.4 Dynamiska egenskaper som anger riktning 34
6.3.5 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning 35
6.4 Val av målgrupp 36
7 Testmaterial 36
7.1 Verktyg 36
7.2 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt 37
7.3 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning 38
7.4 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten 41
7.5 Dynamiska egenskaper som anger riktning 43
7.6 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning 45
8 Resultat samt analys/tolkning 46
8.1 Allmän bedömning av tillförlitligheten i resultaten 46
8.2 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt 47
8.3 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning 48
8.4 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarhet och identifierbarhet 50
8.5 Dynamiska egenskaper som anger riktningar 52
8.6 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning 54
8.7 Resultatsammanfattning 56
9 Rekommendationer 56
10 Litteraturförteckning 57
11 Appendix 60

1 Inledning

Människans kropp, sinnen och hjärna har under lång tid utvecklats och anpassats för att agera och allmänt fungera i den fysiska värld vi lever i. Det har dock i takt med den tekniska utvecklingen mer och mer vuxit fram ett intresse för att på teknisk väg försöka efterlikna den fysiska världen. Den närmast oändliga komplexiteten gör dock uppgiften i det närmaste omöjlig. Ambitionen är i stället att försöka skapa världar som stimulerar och hanterar våra sinnen och vårt intellekt på ett sätt som får oss människor att agera och känna oss som om vi vore i en verklig värld.

En av förutsättningarna för att människor skall känna sig och agera som om de vore en del av den virtuella världen är naturligtvis att de klarar av att orientera och navigera i den. Man har hitintills inte riktigt lyckats med detta trots många års intensiv forskning inom området. Det har dock som ett resultat av denna forskning vuxit fram många idéer kring hur förutsättningarna för navigering i virtuella världar kan förbättras (1,2). Det rör sig om allt ifrån att implementera varianter på traditionella navigeringsverktyg som kartor eller skyltar till exempelvis utökade presentationer av sådana effekter eller objekt som är extra viktiga för navigering och orientering i virtuella världar. Syftet med detta arbete är framförallt att undersöka några idéer kring hur förutsättningarna för navigering kan förbättras via effekter och objekt som ger sken av att vara en del av den aktuella virtuella omgivningen.

2 Bakgrund

Att navigera är något som inte bara människor utan i stort sett alla levande varelser har ett behov av att kunna göra (3). För de allra enklaste formerna av liv rör det sig om mycket primitiva metoder som i stort sett helt baserar sig på instinkter medan större och mera avancerade livsformer använder mera sofistikerade metoder för att navigera. För oss människor handlar navigering i stort sett alltid på något sätt om att relatera vår position till sådana fasta referenser vars positioner i förhållande till omgivningen är kända. Den grundläggande förutsättningen för möjligheten att kunna navigera är därmed att sådana referenser finns att tillgå men även att de på något sätt är unikt identifierbara. Om dessa grundläggande förutsättningar är väl uppfyllda är navigering sällan ett problem för oss människor. Den stora frågan vi ställer oss är därför istället hur olika typer av omgivningar uppfyller dessa grundläggande förutsättningar samt hur, i detta fall människan, utnyttjar dem för att navigera. Svaret på denna fråga är mycket viktig vid skapandet av datorgenererade virtuella världar, åtminstone med avseende på navigering.

Att skapa datorgenererade världar som stödjer navigering lika bra som i en verklig värld är ingen lätt uppgift. Minst lika svårt är det att skapa världar där användaren liksom i verkligheten kan skaffa sig en god lokal kännedom av den virtuella omgivningen. Anledningar till detta är framförallt att de signaler och intryck som stödjer människan vid navigering i den verkliga världen helt enkelt inte kan återskapas på ett

tillräckligt bra sätt i en datorgenererad värld. Mycket av den forskning som gjorts handlar därför om metoder för att på bästa möjliga sätt ersätta så mycket av det man inte kan implementera i en virtuell omgivning. Att förstärka eller i vissa fall lägga till sådant som man klarar av att implementera är ett exempel på hur man kan göra detta. Ofta handlar det om sådana effekter eller objekt som inte alls existerar i den fysiska världen som man försöker efterlikna. Detta försöker man dock ofta dölja för att inte störa känslan av att befinna sig i den aktuella omgivningen.

Att presentera den aktuella omgivningen så att den ger sken av att vara verklig och så att den ger ett bra stöd för navigering är dock inte det enda som är viktigt vid skapandet av datorgenererade virtuella värdar. Minst lika viktiga är nämligen de metoder som används för att låta användaren förflytta sig eller på olika sätt agera i den virtuella världen. Att detta sker på ett, för användaren, enkelt och intuitivt sätt är något av en förutsättning för att användaren skall kunna känna sig närvarande i den virtuella världen.

3 Syfte och problembeskrivning

Mitt syfte med detta arbete är framförallt att försöka ta reda på hur man kan skapa effekter och objekt som kan hjälpa användaren att navigera i datorgenererade virtuella världar. Hur dessa objekt och effekter kan skapas för att stödja navigering är dock inte det enda som är viktigt. Som jag antytt anser jag nämligen att det är minst lika viktigt att de på ett naturligt sätt smälter in i den virtuella världen och därmed ger ett sken av att vara en del av denna. Det bör alltså inte framgå att effekterna eller objekten är införda i syfte att underlätta navigering. Detta skulle med största sannolikhet störa användarens känsla av att vara närvarande i den aktuella världen.

4 Litteraturstudie

Människans beteende i datorgenererade virtuella världar har i de flesta fall mycket gemensamt med det sätt människan beter sig i den fysiskt verkliga världen. All den forskning som sedan långt tillbaka har gjorts kring människans beteende och förmåga att minnas och navigera i den fysiska världen är därför mycket viktig även för forskningen kring virtuella världar. Mycket av det som jag tar upp i denna litteratursammanfattning är därför sådant som ursprungligen är ett resultat av forskning gjord kring navigering i den verkliga världen. Det som jag tar upp är dock sådant som med stor sannolikhet kan anses vara gällande även i virtuella världar.

4.1 Navigationsprocessen

Att navigera är en uppgift som likt de flesta andra uppgifter, av oss människor, hanteras i ett antal steg, i en särskild process. Ett sätt att analysera och få förståelse för sådana processer är att göra något som kallas ”Task Analysis” (4) där man delar upp en process i ett antal mindre deluppgifter eller delprocesser. Detta underlättar naturligtvis en analys av processen eftersom det ofta ger en klarare bild samt därmed en bättre förståelse för denna (4).

En navigationsprocess är naturligtvis beroende av den aktuella situationen, vilket gör att den kan se ganska olika ut i olika situationer. Man kan dock med vissa undantag dela upp en generell navigationsprocess i ett antal delprocesser som sedan vidare kan delas upp mera specifikt för den aktuella situationen. Jag tar här nedan upp de delprocesser som enligt (5) generellt sett ingår i en navigationsprocess.

- Orientering

  En grundläggande förutsättning för att kunna navigera är naturligtvis att veta var man befinner sig. Att ta reda på detta är därför första steget i vår generella process, denna delprocess kallas för orientering. I denna delprocess försöker vi identifiera föremål i vår omgivning vars positioner vi känner och som vi därmed kan relatera vår egen position till.

- Planering

  Efter det att vår position är känd är nästa steg att planera hur vi skall ta oss till vår destination. För att göra detta utnyttjar vi den kännedom som vi har om vår omgivning och väljer utgående från denna den väg vi anser verka vara mest optimal i syfte att nå vårt mål.

- Kontinuerlig kontroll

  Även om vi tidigare har planerat precis hur vi skulle ta oss till vårt mål är vi människor inte felfria. Det finns med andra ord mycket utrymme för att göra misstag på vår väg mot målet. Det uppstår ett behov av att hela tiden kunna kontrollera var vi befinner oss och att vi är på rätt väg. Denna kontroll är den tredje delprocessen i den totala navigationsprocessen som naturligtvis kontinuerligt upprepas på vår väg mot målet.

- Kontroll av destination

  När man slutligen tror sig ha nått destinationen återstår bara att kontrollera att man verkligen har gjort det. Denna process har många likheter med den första

delprocessen (Orienteringen). Att orientera sig i omgivningen kring målet bekräftar naturligtvis i de flesta fall att man nått sitt mål. Om målet definieras av t.ex. ett särskilt objekt kan kontrollen naturligtvis ske genom att helt enkelt identifiera detta objekt.

Denna uppdelning i delprocesser är naturligtvis inte tillämpbar i alla situationer. Jag tycker dock att den ger en bra bild över de steg som normalt ingår i en navigationsprocess, oavsett om det rör sig om en navigationsprocess i en datorgenererad eller verklig värld.

4.2 Landmärken

Som antytts inledningsvis är fasta referenspunkter, eller som de ofta kallas landmärken, något av en förutsättning för att kunna navigera i en omgivning. Sådana punkter kan utmärka sig på en mängd olika sätt, allt ifrån bergstoppar eller korsande vattendrag till enkla men dock geografiskt stationerade objekt (6,2). För att objekt eller platser skall kunna användas som landmärken krävs dock mer än att de är stationära. De måste exempelvis på något sätt utmärka sig i sin omgivning samtidigt som de är unikt identifierbara och därmed inte kan komma att förväxlas med annat i omgivningen. Dessa egenskaper tillsammans med andra som också kan anses vara viktiga i fråga om att stödja navigering beror framförallt på faktorer såsom placering, utseende, kringliggande objekt mm. Jag skall i detta avsnitt titta på de viktigaste av dessa egenskaper samt vilka faktorer som bidrar till dessa.

4.2.1 Identifierbarhet

Att varje landmärke är unikt identifierbart är mer eller mindre en förutsättning för möjligheten att kunna navigera (2). Helst bör landmärkena också vara identifierbara ifrån alla möjliga olika avstånd och vinklar där det aktuella landmärket kan tänkas vara till användning (6). För att detta skall vara uppfyllt är det viktigt att landmärkena har en särskild karaktär som tydligt skiljer dem från alla andra referenspunkter i närheten (5,6).

Landmärken är dock inte alltid så lätta att identifiera även om de är unika, åtminstone inte från alla avstånd och vinklar. Ett uppenbart faktum är därför att det inte bara är landmärkena själva som bidrar till deras identifierbarhet. Även kringliggande objekt samt den allmänna karaktären i området precis omkring ett landmärke kan vara till stor nytta. (2).

4.2.2 Synlighet

Synligheten är naturligtvis mycket viktig för graden av användbarhet. Vilka faktorer som inverkar på synligheten är förvisso ganska uppenbara. Det rör sig om sådant som

t.ex. hur landmärket är placerat, att landmärket har ett utmärkande utseende eller att landmärket visar hög kontrast mot omgivningen (6,5).

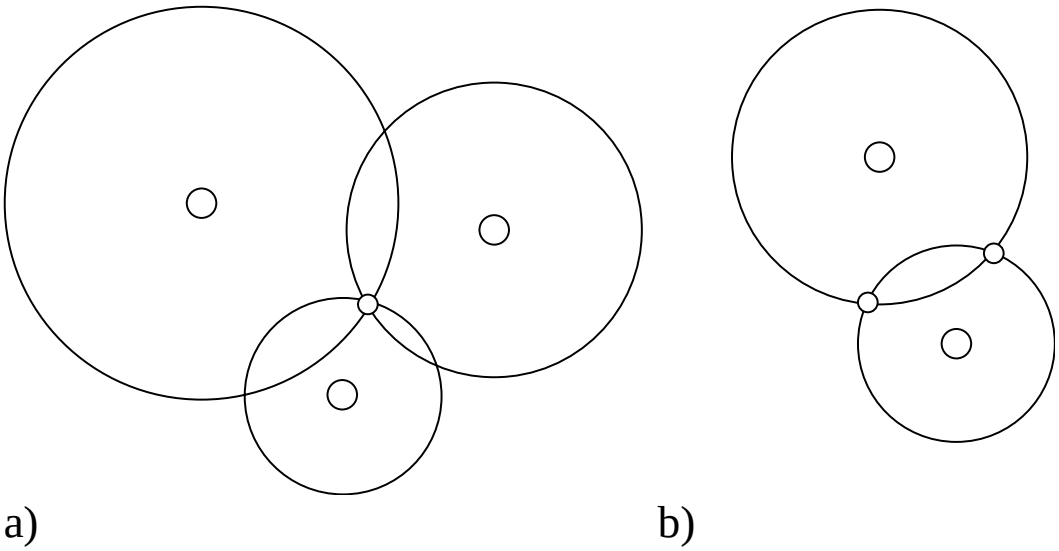
4.2.3 Skalbarhet

Skalbarhet i dessa sammanhang handlar mycket om möjligheten att uppfatta ett landmärke man sett på långt avstånd som samma då man ser det på ett kortare avstånd. Detta är inte alltid så lätt vilket man i (6) stödjer genom att hänvisa till en studie av identifierbarheten av höga landmärken ifrån olika avstånd. Denna undersökning visar att folk i allmänhet hade problem att identifiera, i detta fall höga byggnader, som samma när de såg dem på nära avstånd, efter att endast tidigare ha sett byggnaderna ifrån ett långt avstånd.

4.2.4 Förhållande till andra landmärken

För att kunna navigera och avgöra sin position räcker det naturligtvis inte med att ett enda landmärke är tillgängligt. Ett ensamt landmärke på ett längre avstånd uppfattas oftast som symmetriskt och säger då inte mycket mera än i bästa fall själva avståndet till landmärket. Med ett symmetriskt landmärke syftar jag för övrigt på ett landmärke som ser likadant ut oavsett ifrån vilket håll det skådas.

För att symmetriska landmärken skall kunna användas effektivt krävs därför att de sätts i relation till något annat, som t.ex. ett annat synligt landmärke (6). Detta innebär att det alltid bör finnas minst två synliga landmärken (2). Om man skall vara riktigt noga krävs teoretiskt sett tre olika landmärken för att man entydigt skall kunna avgöra sin position, se figur 1. Resonemanget i figur 1 bygger dock på att avståndet till de aktuella landmärkena kan bestämmas av personen i fråga.



Figur1. I delfigur a) finns endast en position där avståndet till samtliga landmärken stämmer och i b) finns två. Tre landmärken definierar alltså entydigt en position. (Dem Större ringarna i cirklarnas centrum symboliserar landmärken och dem mindre vid cirklarnas skärningspunkter symboliserar möjliga positioner.)

Denna aspekt är särskilt viktigt i de fall då inga vägar eller passager finns tillgängliga i den aktuella omgivningen. I dessa fall läggs navigeringsrutter normalt upp i etapper, vardera mellan två landmärken. Det är då naturligtvis en förutsättning att det från varje landmärke finns minst ett annat landmärke inom synhåll (2) så att den planerade rutten kan följas från landmärke till landmärke.

4.2.5 Visualisering av relativa vinkelförhållanden

Ett landmärke vars olika sidor skiljer sig åt kallas asymmetriskt och är generellt sett mera lämpat som landmärke (2). Ett asymmetriskt landmärke ger nämligen mera information än bara avståndet till det. Ett asymmetriskt landmärke visar även i vilken riktning man befinner sig i förhållande till landmärket (2). Detta innebär att ett enda asymmetriskt landmärke teoretiskt sett räcker för att entydigt kunna bestämma sin position, under förutsättning att avståndet till landmärket kan avgöras. För att kunna följa en planerad rutt från landmärke till landmärke krävs dock fortfarande (2) att det från varje landmärke finns minst ett annat synligt landmärke, om inga passager eller vägar finns tillgängliga.

Landmärkena behöver inte nödvändigtvis själva vara asymmetriska. Effekten av ett asymmetriskt landmärke kan nämligen ges även av kringliggande objekt och deras relation till landmärket (2). Om t.ex. ett träd omges av ett annat objekt som en buske eller en sten kan alltså trädet tillsammans med stenen eller busken ge effekten av att vara ett asymmetriskt landmärke. Dessa typer av landmärken är dock inte lika lätta att hantera med avseende på navigering (2). Detta beror främst på att relationerna mellan

landmärket och de kringliggande objekten/objektet måste hanteras, vilket kräver extra tankearbete i förhållande till ensamma asymmetriska landmärken.

4.2.6 Memorerbarhet

För att landmärken skall innebära ett effektivt stöd med avseende på navigering krävs naturligtvis att de själva samt deras positioner är lätta att minnas. Memorerbarheten av ett landmärke är något som beror mycket på utseendet av själva landmärket. Minst lika viktigt är dock hur landmärket är placerat och därmed även dess nära omgivning (2). Jag har försökt att hantera båda dessa aspekter genom att titta på sådana egenskaper som påverkar vår förmåga att minnas landmärken och deras positioner.

Memorerbarheten av landmärken beror generellt sett framförallt på hur utmärkande och karakteristiskt ett landmärke och dess omgivning är. I (2) presenterar man exempelvis en tabell där man ger exempel på sådana egenskaper, hos i detta fall byggnader, som positivt bidrar till memorerbarheten av både själva landmärket och dess position. Det rör sig enligt tabellen om sådant som komplexa former, ljusa exteriörer, unika färger eller texturer samt omgivande landskap.

I (2) talar man också mycket om hur landmärkenas placering i förhållande till vägar eller passager påverkar memorerbarheten. Landmärken som är placerade nära eller som åtminstone är synliga från passager eller vägar, är enligt dem lättare att memorera. Detta tycker jag verkar rimligt eftersom vägarna eller passagernas relation till landmärkena då kan användas som ett stöd för memorering av landmärket och dess position.

4.2.7 Distinkta landmärken

Som antytts i inledningen i denna rapport, innebär datorgenererade virtuella världar till viss del mera begränsade möjligheter i jämförelse med verkliga med avseende på navigering. De erbjuder dock på samma sätt även utökade möjligheter att stödja navigering. Ett exempel på det är användandet av något som jag har valt att kalla distinkta landmärken. Det rör sig om landmärken som appliceras utöver de landmärken som är en del av själva världen och som därmed endast har som syfte att underlätta navigering.

Denna typ av landmärken har både för och nackdelar. Fördelen är framförallt att man har friheten att placera dem i stort sett var man vill eftersom de inte är en del av den värld man försöker efterlikna (2). Man kan därmed placera dem så optimalt som möjligt med avseende på navigering. Samtidigt kan man även exempelvis ge dem ett utseende med en så kraftig kontrast mot omgivningen som möjligt, vilket gynnar synligheten (2).

Nackdelen med denna typ av landmärke är framförallt att det innebär en risk för att personen i fråga skall uppfatta dem som en del av världen och därmed få en felaktig

bild av den värld man försöker efterlikna. Det är därför viktigt att det klart framgår att dessa landmärken endast finns där för att underlätta navigering och inte är en del av världen. För att göra detta kan man t.ex. ge dessa landmärken något tydligt gemensamt drag så att personen ifråga lätt kan skilja dem från de landmärken som faktiskt är en del av världen (2).

4.2.8 Täthet av landmärken

Det förefaller ganska självklart att ett större antal landmärken i många fall förbättrar förutsättningarna för navigering. Naturligtvis gäller detta rimligtvis endast upp till en viss nivå. Ett större antal landmärken ökar nämligen också komplexiteten samt gör det svårare att identifiera de olika landmärkena. Om antalet landmärken blir för stort kan det därmed istället leda till förvirring och försämrade förutsättningar för navigering (2). Ett bra alternativ är därmed ofta, om möjligt, istället ett välstrukturerat system av passager eller vägar samt ett mindre antal välplacerade landmärken (2).

4.3 Passager och geografiska avgränsningar

Som antyds ovan är endast landmärken sällan tillräckligt för att på ett bra sätt stödja navigering. Det är snarare kombinationen av landmärken, passager och sådana avgränsningar som definierar olika områden i omgivningen, som tillsammans kan ge ett gott stöd för navigering (6). Det finns många olika anledningar till detta, som t.ex. behovet av ett referenssystem att relatera landmärken till.

För att en rutt skall kunna följas, tidvis utan visuell kontakt med mer än ett landmärke, krävs dock rimligtvis att vägar eller passager entydigt går att identifiera, särskilt i sådana punkter där de möts (beslutspunkter). Det är därmed viktigt att passager eller vägar, särskilt vid dessa punkter, har kännetecken som skiljer dem ifrån andra valbara vägar i den aktuella beslutspunkten (6).

En annan egenskap som ofta kan ha en ganska stor betydelse är gradienter (6). En gradient är någonting som gradvis förändras längs med passagen eller vägen och som därmed antyder var på denna man befinner sig. Ett exempel på detta som tas upp i (6) är gatorna i gamla städer. Dessa gator blir nämligen smalare och smalare ju närmare stadens centrum man kommer, vilket naturligtvis antyder hur långt ut ifrån centrum man befinner sig.

4.4 Navigationsförmåga

För att en människa på ett tillfredsställande sätt skall kunna navigera i ett område krävs en viss vetskap om den omgivning som personen i fråga för tillfället omges av. Denna vetskap måste naturligtvis inte i sin helhet finnas som inlärd kunskap utan kan även nås exempelvis via ledtrådar i omgivningen eller helt enkelt med hjälp av en vanlig karta. Om en människa under en viss tid vistas i eller utsätts för information om en omgivning lär hon sig dock ganska snart att navigera utan sådana hjälpmedel. I detta avsnitt skall vi diskutera olika former av kunskap som en människa kan ha om en omgivning samt hur olika typer av sådan kunskap påverkar förutsättningarna för navigering.

4.4.1 Utforskning

Ett självklart och fullständigt naturligt sätt att skaffa sig kunskap om en omgivning är att helt enkelt vistas i och på traditionellt sätt utforska omgivningen. Detta är också på sikt det mest optimala sättet (5) att lära sig om sin omgivning. Detta kan, precis som navigationsprocessen, ses som en process med delprocesser. Denna process kan även på samma sätt delas upp på ett mer eller mindre generellt sätt. I (5,3) tar man upp hur en sådan inlärningsprocess kan delas upp i delprocesser.

- Identifiering

  Det första steget i inlärningsprocessen är enligt (5,3) att identifiera sådant i omgivningen som kan komma att vara viktigt med avseende på navigering, såsom exempelvis landmärken eller annat sådant som är utmärkande i omgivningen.

- Kunskap om rutter (Route knowledge)

  Det andra steget i inlärningsprocessen är att lära sig olika sätt att ta sig mellan de olika landmärkena eller andra viktiga positioner. Det handlar alltså om att lära sig sådana rutter som leder mellan dessa (2). I en omgivning med tillgång till passager eller vägar handlar inlärningen av en rutt t.ex. ofta om att lära sig att identifiera rätt vägar eller passager vid de beslutspunkter som ingår i rutten. Denna typ av kunskap brukar kallas ”Route knowledge” eller ”Procedural knowledge” (5,3) och är ofta tillräcklig för en effektiv navigering i en omgivning.

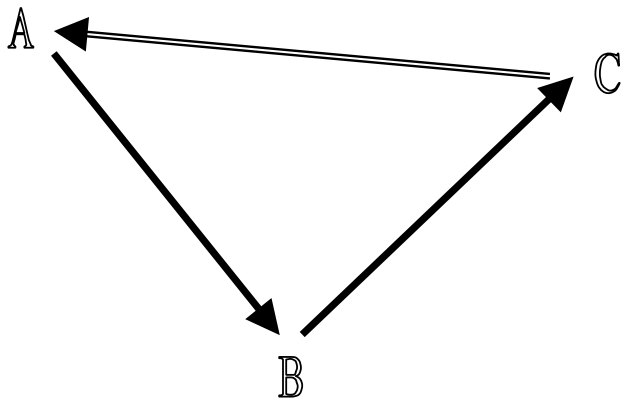
- Överblick

  Efter det att man har vistats i en omgivning under en viss tid börjar man, utöver kunskapen om de rutter som leder mellan olika platser, också skaffa sig en

övergripande bild av omgivningen (2,3). Man lär sig alltså hur olika platser i omgivningen egentligen förhåller sig till varandra, rent geografiskt. Man skaffar sig därmed sakta men säkert en kognitiv bild av den aktuella omgivningen (3). Den kunskap som en sådan bild innebär brukar kallas för ”Primary survey knowledge” (5,3). Ovan nämnde jag att ”route knowledge” eller ”procedural knowledge” i de flesta fall är tillräckligt för navigering i en omgivning. Detta är förvisso sant så länge omgivningen inte förändras och behovet av att hitta alternativa rutter uppstår (7). Det är i dessa fall som primary survey knowledge kommer till användning (5,3).

4.4.2 Dead reckoners

Alternativa rutter kan dock hittas även i fall då personen i fråga inte ännu har någon primary survey knowledge. Jag tänker då närmast på något som i (7) kallas för ”Dead reckoners”. Detta är något som både medvetet och omedvetet tillämpas av oss människor. Genom att känna avstånd och vinklar hos de rutter vi känner kan vi nämligen rent geometriskt beräkna alternativa rutter (7), se figur 2. Detta ställer naturligtvis höga krav på ett väldefinierat referenssystem eftersom vi behöver ett sådant att utgå ifrån i våra beräkningar (7). Ett problem med dessa beräknade rutter är dock att vi ofta inte vet så mycket om terrängen emellan de kända rutterna. Därmed kan vi ofta inte heller med säkerhet veta om en alternativ rutt som vi beräknat är framkomlig (7).



Figur 2. Efter att ha tagit en känd väg från A till C via B kan vägen direkt tillbaka från C till A beräknas (Dead Reckoners)

4.4.3 Studier av kartor

Det naturliga sättet att skaffa sig kunskap om en omgivning är som sagt i de flesta fall det bästa (5). Det finns dock metoder som på kort sikt i vissa avseenden kan vara ett bra komplement (5) till detta. Jag tänker då framför allt på att använda kartor. Det visar sig att studier av kartor mycket snabbt ger en form av ”survey knowledge” (5,3) som man kallar ”secondary survey knowledge” (5). ”Secondary survey knowledge” ersätter inte fullt ut ”primary survey knowledge” men kan dock vara ett bra alternativ till detta,

innan ”primary survey knowledge” har nåtts. Studier visar nämligen att ”secondary survey knowledge” kan användas även i ett primärt syfte (3), det vill säga i en situation av direkt navigering. En ytterst väsentlig skillnad mellan dessa två typer av kunskap är dock att ”secondary survey knowledge” är orienteringsberoende medan ”primary survey knowledge” inte är det (3). Den kognitiva karta som ”primary surveyknowledge” är baserad på är nämligen egocentrisk (3). Detta innebär att den kognitiva kartan hela tiden kommer att utgå ifrån den position där personen i fråga befinner sig vilket naturligtvis är fördelaktigt (7). ”Secondary survey knowledge” är däremot betydligt mindre komplext. Det är nämligen helt enkelt baserat på den bild som användaren memorerat, ofta av en karta (3). En sådan bild är naturligtvis inte egocentrisk.

4.4.4 Passiv eller guidad inlärning

Ett annat sätt att lära sig om sin omgivning är att på ett eller annat sätt få en guidad presentation av den. Min uppfattning är att inlärning på detta sätt ofta upplevs som både bekväm och effektiv eftersom man hinner se mycket som kan anses vara väsentligt på en kort tid. Dessutom tillåts man vara mer eller mindre passiv med avseende på själva navigeringen. Det faktum att man tillåts vara passiv gör att inga resurser behöver ödslas på själva navigeringen och de kan därmed utnyttjas för inlärning i stället (8).

I en undersökning presenterad i (8) undersökte man förmågan hos fullständigt passiva personer att lära sig en viss rutt jämfört med personer som delvis tvingades vara aktiva under den guidade tur som testpersonerna utsattes för. Denna undersökning visade att de passiva personerna på kort sikt lärde sig rutten bättre än de delvis aktiva. Detta beror troligen på just det faktum att mera resurser kunde satsas på själva inlärningen i det passiva fallet (8). Detta stödjer därmed teorin att de resurser som sparas på att vara passiv innebär en bättre inlärning, åtminstone i vissa fall. Passivt eller fullständigt guidad inlärning kan alltså enligt (8) vara väldigt effektivt. I (7) stödjer man detta men man hävdar samtidigt att passiv eller guidad inlärning endast är effektiv på kort sikt. Vid passiv eller guidad inlärning stimuleras enligt (7) nämligen inte människans långtidsminne.

I (5) presenterar man en undersökning som gjorts kring sjuksköterskor och deras navigationskunskap i det sjukhus där de arbetat under en längre tid. Sjukhus liksom andra stora byggnader är i allmänhet utrustade med ett omfattande system av skyltar och liknande navigeringshjälpmedel. Ett sjukhus är med andra ord en påtagligt guidad miljö. Studierna visar att sjuksköterskor som arbetat i byggnaden i ända upp till tre år fortfarande inte skaffat sig någon ”navigation knowledge” om byggnaden. Detta beror med allra största sannolikhet på att de hela tiden varit mer eller mindre guidade och därmed inte stimulerat långtidsminnet när det gäller de olika rutterna.

Eftersom en guidad miljö i ett längre tidsperspektiv tydligen inte bidrar till inlärning av rutter kommer rimligtvis inte heller någon ”primary survey knowledge” att nås i fallet av en guidad inlärning.

Sammanfattningsvis skulle man kunna säga att en guidad inlärning kan vara mycket effektiv på kort sikt speciellt när det gäller att lära sig specifika rutter. På lång sikt är guidad inlärning dock inget bra alternativ och det ger troligtvis nästan aldrig heller någon ”primary survey knowledge”. I ett längre tidsperspektiv kan man därför ansluta sig till den generella slutsatsen. Vad folk kommer ihåg av en omgivning beror på vilket sätt de interagerar med den (7).

4.5 Riktningar och referenssystem

En förutsättning för att en människa skall kunna skaffa sig en fullständig navigationsvetskap, det vill säga en kognitiv bild över en omgivning, är att ett fixt referenssystem finns tillgängligt (3). Detta referenssystem behövs nämligen för att personen i fråga skall ha något att relatera omgivningens innehåll till (3).

I (3) talar man exempelvis om en undersökning som gjorts kring barns förmåga att skaffa sig en kognitiv karta över en omgivning. Det var sedan tidigare känt att yngre barn inte klarar av att hantera referenssystem och relationerna mellan ett sådant och en omgivnings övriga innehåll. Undersökningen visar att barn inte heller klarade av att skaffa sig någon kognitiv bild av omgivningen. Av detta drog man slutsatsen att ett referenssystem är en förutsättning för att en människa skall kunna skaffa sig en kognitiv bild av en omgivning.

Det finns många exempel på hur sådana referenssystem kan definieras och det finns också olika typer av referenssystem.

4.5.1 Allocentriska och exocentriska referenssystem

Ett allocentriskt referenssystem utgår ofta ifrån exempelvis en väldefinierad punkt i omgivningen som t.ex. ett landmärke. Utifrån denna punkt utgår också referensaxlarna i en uppsättning godtyckliga riktningar, exempelvis enligt väderstrecken (6,5).

Att i praktiken på ett bra sätt applicera ett allocentriskt eller exocentriskt referenssystem är inte alltid så lätt. För att ett referenssystem skall komma till nytta krävs naturligtvis att man i stort sätt alltid kan relatera till det. Problematiken handlar därför om att hitta sådant i omgivningen som alltid finns tillgängligt och som man därmed alltid kan relatera till.

Ett exempel på detta är en undersökning där betydelsen av solen som referenspunkt har undersökts (5). I denna undersökning undersökte man hur en sol i en virtuell datorgenererad värld påverkade förmågan att navigera. Undersökningen visade att solen betydde väldigt mycket eftersom den förbättrade navigationsförmågan markant (5). Orsaken till detta är utan tvekan det faktum att solen alltid fanns tillgänglig, samtidigt som det i övrigt var svårt att hitta andra referenser med denna egenskap.

Att använda sig av fasta och väl tillgängliga landmärken som referenser är som antytts ovan ofta ett effektivt sett att anlägga ett referenssystem. Det finns dock andra sätt att stödja anläggandet av ett referenssystem. Jag tänker då närmast på att utnyttja sådana generella drag som finns i en omgivning. I (6) nämner man ett exempel på detta, nämligen att utnyttja markens lutning för att definiera en referensriktning (up hill/down hill) vilket dock kräver att en signifikant lutning existerar. Ett annat exempel är också att låta den virtuella omgivningen påverkas av vindriktningen och på detta sätt ständigt förmedla information om denna riktning till den aktuella användaren.

4.5.2 Egocentriska referenssystem

I ett egocentriskt referenssystem står man själv i centrum. Referenssystemet utgår alltså ifrån den egna kroppen med referensaxlarna definierade som fram och bak, upp och ned (huvud till fot), samt höger och vänster (6). Ett sådant referenssystem är naturligtvis inte fixt i förhållande till omgivningen och är därför inte användbart i fråga om att relatera positioner. Referenssystem av denna typ har däremot andra fördelar och användningsområden, även när det gäller navigering. Ett exempel på detta är sådana kartor som återges med en egocentrisk presentation. En egocentriskt orienterad karta är helt enligt definitionen på egocentrisk en karta där den egna positionen är i centrum. Vidare är den orienterad så att upp på kartan motsvarar framåt i den verkliga världen och så vidare. En sådan presentation av en karta underlättar naturligtvis mappningen mellan kartan och världen man befinner sig i (7) vilket diskuteras mera under avsnittet kartor.

4.5.3 Externa referenssystem

Ett externt referenssystem utgår liksom ett egocentriskt referenssystem ifrån den egna kroppen. Referenssystemet är dock inte centrerat kring den egna kroppen utan projicerat framåt enligt synfältet. För ett externt referenssystem gäller naturligtvis precis som för ett egocentriskt att det inte är fixt i förhållande till omgivningen. Det är därför inte heller användbart i fråga om att relatera positioner i förhållande till detta. Det är också liksom det egocentriska användbart i samband med kartor. En väsentlig skillnad är dock att en karta som baserar sig på ett externt referenssystem både på gott och ont utelämnar sådant som befinner sig utanför synfältet, t.ex. sådant som befinner sig bakom användaren.

Ett kanske ännu viktigare exempel på användningen av ett externt referenssystem diskuteras i (1). Man nämner där att en person som har utforskat en omgivning ofta får förmågan att, när han eller hon står framför ett objekt, kunna ange i vilken riktning andra objekt befinner sig. Detta är en mycket viktig egenskap med avseende på navigering, där användaren utnyttjar ett externt referenssystem för att relatera olika objekts positioner till en viss vy.

4.6 Melodiska egenskaper

Som beskrivits ovan är navigering efter rutter ett mycket användbart sätt att navigera för oss människor. Att minnas en rutt handlar ofta om att minnas en serie av sådana vägval som måste göras längs med rutten. Faktum är att vår hjärna tillfredsställer detta mycket väl via den mentala effekt som enligt (6) kallas för ”melodic”. Denna benämning kommer rimligtvis från det faktum att den har mycket att göra med människans musikaliska förmåga. Att komma ihåg en melodi handlar precis som i fallet att komma ihåg en rutt om att minnas serier i detta fall av toner. Vi kan sällan minnas alla de toner som ingår i en melodi men vi kan dock ändå återge melodin enbart genom att minnas dess början. Vi har alltså en förmåga att minnas melodin som en serie där den föregående tonen i serien påminner oss om den nästkommande.

När det gäller rutter och de vägval som måste göras utnyttjas denna mänskliga förmåga på samma sätt. Vi kan alltså sällan direkt minnas hela passagen eller alla de vägval som måste göras. Vi minns däremot vägvalen som en serie och det räcker därmed att minnas hur rutten börjar för att vartefter påminnas om de resterande vägvalen (6).

4.7 Naturliga val

En mycket intressant aspekt i navigeringssammanhang är hur människor resonerar i situationer där omotiverade val måste göras. Utgångspunkten kring kommande resonemang är att människan inte agerar helt slumpmässigt i fall då de saknar grund för sina handlingar (5). De tillämpar i stället ofta vissa generella strategier. Att känna till dessa generella strategier kan därför betyda mycket i fråga om att kunna förutse en människas handlingar vilket naturligtvis är viktigt bland annat vid skapandet av virtuella miljöer.

En människas sett att agera i situationer där de tvingas chansa baseras ofta på tidigare erfarenheter av liknande situationer (3). Att studera de erfarenheter som folk i allmänhet har av olika situationer ser jag därför som mycket viktigt när det gäller att kunna förutse ett troligt agerande hos en människa. I (5) talar man exempelvis om en tendens som vi människor har att vid navigering dra oss till platser där vi kan se mycket av vår omgivning. Detta beror rimligtvis på en allmän erfarenhet som folk har av att sådana platser innebär bättre möjligheter för vidare navigering än platser med sämre sikt.

Dessa aspekter handlar dock inte enbart om att studera vilka erfarenheter en människa har samt vilka generella strategier som människor i allmänhet tillämpar. En människas val handlar nämligen inte bara om vad som anses vara bäst i en viss situation. Andra faktorer såsom bekvämlighet eller helt enkelt lusten att göra på ett visst sätt är också mycket viktiga i dessa sammanhang (3). Det visar sig exempelvis att vi människor generellt sett väljer en kortare men svårare väg hellre än en lång men enkel (5,3). Vi väljer med andra ord i ett sådant fall efter minsta möjliga möda. Ett annat exempel är det faktum att vi när vi söker efter något har en tendens att leta i vår närhet istället för längre bort ifrån oss (3).

4.8 Distrikt

Ett faktum är att stora områden generellt sett är mera svårnavigerade än mindre. Jag skulle till och med vilja påstå att stora områden i sin helhet ofta är nästintill omöjliga med avseende på navigering. Ett för oss människor ganska självklart och fullständigt naturligt sätt att hantera stora geografiska områden är därför att dela upp dessa i mindre delområden (5,3) som vi fortsättningsvis kommer att kalla för distrikt. För att en sådan uppdelning skall kunna göras krävs dock att det område som man skall navigera i på något sätt stödjer en sådan uppdelning. Ett exempel på ett sådant stöd är ett nätverk av vägar eller passager (2).

Det handlar dock inte bara om att på ett väldefinierat sätt stödja uppdelningen av ett område. Det är exempelvis minst lika viktigt att de olika distrikten har en egen identitet och gärna till och med en helt egen karaktär. Detta gör det inte bara möjligt att skilja distrikten åt utan även att identifiera och memorera dem (2).

En annan viktigt aspekt i dessa sammanhang är hur distrikten geografiskt sett är utformade samt hur de förhåller sig till varandra och det referenssystem som används. Uppdelningen i distrikt kan exempelvis ske helt oregelbundet men det kan även ske på ett regelbundet sätt enligt en särskild typ av mönster. En regelbunden struktur visar sig av ett flertal anledningar normalt sett vara mera effektivt än ett oregelbundet, både med avseende på navigering och inlärning (2).

Särskilt effektivt visar det sig vara att dela upp distrikten enligt ett tvådimensionellt (3) rektangulärt rutmönster som helst även förhåller sig symmetriskt till det referenssystem som används (2). Ett rektangulärt rutmönster gör det nämligen lättare att relatera positionen för de olika distrikten till varandra (2). Framförallt förenklas dock hanteringen av det faktum att uppdelningen sker i två dimensioner, eftersom det naturligtvis gör uppdelningen betydligt mindre komplex (3). Att relatera positionen av de olika distrikten till varandra är kanske inte direkt men indirekt mycket intressant. Relationen mellan två objekt i två olika distrikt hanteras nämligen mentalt av oss människor som relationen mellan de två distrikt där objekten befinner sig (2). Detta sätt att relatera objekt till varandra är dock inte tillämpbart i fall då två objekt, vars position man vill relatera till varandra, befinner sig inom samma distrikt.

Navigering handlar ofta om ett sökande i många olika skalor, från en stor skala vid sökandets början till en mindre skala ju närmare målet man kommer. Därmed uppstår behovet av en hierarkisk struktur av distrikt. Med detta syftar jag på en struktur där större distrikt har ett antal nivåer av mindre distrikt under sig. Detta innebär att två objekt som befinner sig i samma distrikt på en högre nivå ändå kan relateras till varandra eftersom de befinner sig i olika distrikt på en lägre nivå.

En hierarkisk struktur av distrikt är dessutom inte bara en allmänt tillämpad strategi för oss människor. Faktum är att den kognitiva bild ”primary survey knowledge” som vi med tiden skaffar oss av en omgivning har precis en sådan motsvarande hierarkisk

struktur (3). Vi kan nämligen inte hantera stora omgivningar och relationerna mellan allt i dessa direkt (1,13,9).

4.9 Naturliga sätt att vägleda

Att på ett naturligt sätt vägleda en person i sin omgivning är något som framförallt kan förknippas till de tre begreppen: ”constraints”, ”affordance” och ”mapping”. Dessa tre begrepp är därmed mycket viktiga i fråga om att vägleda och underlätta navigering både i fysiska och virtuella världar.

4.9.1 Constraints

Den grundläggande idén bakom begreppet ”constraints” är i dessa sammanhang helt enkelt att begränsa antalet möjligheter som finns i en viss situation, vilket naturligtvis underlättar de beslut som skall tas (10). Ett scenario som visserligen inte direkt har med navigering att göra men som dock mycket bra illustrerar idén med ”constraints” är scenariot att sätta in en diskett i en diskettstation. Det finns naturligtvis ett antal olika sätt som en diskett skulle kunna sättas in i en diskettstation på. Det faktum att diskettens sidor är olika långa begränsar däremot antalet möjliga sätt till två, vilket ytterligare begränsas till ett sätt p.g.a. en fasning i ett av hörnen på disketten. Denna formgivning begränsar alltså antalet möjligheter vilket fullständigt eliminerar möjligheten att sätta in disketten på ett felaktigt sett. Denna idé kan naturligtvis på motsvarande sätt användas för att vägleda en användare även med avseende på navigering.

Ett exempel som är lite mera relaterat till navigering i datorgenererade världar är exemplet med blockerade passager. Detta exempel handlar helt enkelt om att underlätta navigering genom att på olika sätt blockera passager till sådana områden som för tillfället inte är aktuella och på så sätt hålla kvar användaren inom den för tillfället intressanta delen av världen. Detta används flitigt exempelvis inom datorspel.

4.9.2 Affordance

”Affordance” handlar till skillnad från begränsningar inte om att förhindra sådana handlingar som är fel eller oönskade utan istället om hur allmän vetskap kan tipsa personen i fråga om hur någonting skall genomföras (10). För att anknyta till exemplet med disketten och diskettstationen så tar jag nu istället upp ett exempel där en cd-skiva skall matas in i en cd-spelare. I detta fall finns det nämligen ingenting som fysiskt begränsar att skivan läggs i felvänd. Det finns däremot en allmän vetskap som säger att cd-skivor alltid läggs i med textsidan uppåt vilket därmed entydigt bestämmer hur skivan skall matas in.

Man kan för att anknyta till navigering ta upp ett sådant självklart exempel som det faktum att vi människor ofta hellre följer vägar eller passager än att fritt navigera vid

sidan av dessa. Detta beteende grundas naturligtvis främst på den allmänna vetskap som finns hos oss människor om att vägar eller passager nästan alltid leder någonstans, samtidigt som de oftast är mera lättframkomliga än den övriga terrängen. Om inte denna vetskap fanns skulle vi förmodligen inte välja att följa vägar eller passager.

4.9.3 Mappning

Mappning handlar om att jämföra förhållanden eller mönster mellan två olika presentationer (10). Ett utomordentligt exempel på detta som dessutom är relaterat till navigering är användningen av en karta. Användningen av en karta handlar nämligen om att mappa positioner eller förhållanden på kartan mot den omgivning man befinner sig i.

Mappning kan dock även handla om att söka relationer mellan sådant som befinner sig i en och samma presentation. Det handlar då ofta om att söka gemensamma egenskaper hos exempelvis olika objekt vilket då anger en viss relation dem emellan. Om två objekt delar en viss egenskap finns det naturligtvis en anledning att misstänka en viss relation emellan dem (10). Denna typ av mappning är ett både naturligt och effektivt sätt för en användare att uppfatta relationer.

4.10 Text och ljud som informationskälla

Ett mycket intressant faktum i dessa sammanhang är människans förmåga att kunna skapa mentala bilder av sådant som beskrivs via ljud eller text (11,3). Mentala bilder skapade på detta sätt kommer dessutom med större sannolikhet att minnas i ett längre tidsperspektiv. En aktiv inlärning stimulerar nämligen långtidsminnet bättre än en passiv (7). Ljud eller text kan därmed vara effektiv när det gäller att förmedla kunskap om t.ex. en viss omgivning. Detta kan naturligtvis utnyttjas på olika sätt för att förbättra förutsättningarna för navigering i datorgenererade virtuella världar.

Ljud och text har som informationsförmedlare mycket gemensamt. Det finns dock vissa praktiska skillnader mellan dessa eftersom de utnyttjar olika sinnen. Eftersom synen är det i särklass viktigaste sinnet för oss människor har ljud som informationskanal den uppenbara fördelen att inte blockera detta sinne (11). Då synen inte blockeras är det därmed möjligt för personen som utsätts för informationen att samtidigt ta in kompletterande information via synen (11). Ljud som informationskälla lämpar sig därmed bättre än text i många avseenden, exempelvis i situationer där någon skall instrueras samtidigt som han eller hon utför instruktionerna. Ljud har dock sina begränsningar. Det kan nämligen vara svårt för en människa att uppfatta stora informationsmängder via ljud (11). Detta beror bland annat på behovet av att i fallet av stora informationsmängder fritt kunna anpassa och repetera informationsflödet (11). I detta avseende är naturligtvis text ett bättre alternativ eftersom det tillåter en mera fri hantering av informationsflödet (11).

4.11 Kartor

Kartan är ett traditionellt navigeringsredskap som i olika former har använts sedan mycket långt tillbaka. Man kan därmed säga att användningen av kartor i den fysiska världen är något som är mycket väl beprövat och som utan tvekan fungerar väldigt bra vid navigering, särskilt i områden som inte tidigare utforskats. Kartan har därmed länge varit ett oersättligt hjälpmedel när det gäller navigering i den fysiska världen. I och med uppkomsten av datorgenererade virtuella världar uppstår dock diskussioner kring huruvida och till vilken grad kartor är användbara i dessa. Det har naturligtvis i samband med dessa diskussioner även genomförts en hel del försök kring dessa aspekter. Syftet med dessa försök har framförallt varit att utreda vad kartan betyder för navigering i datorgenererade virtuella världar. Minst lika viktigt i dessa sammanhang är dock hur kartor på bästa sätt kan implementeras i datorgenererade världar samt hur de eventuellt kan ersättas eller kompletteras med andra hjälpmedel.

En karta kan i huvudsak användas på två olika sätt. En karta kan på traditionellt sätt helt enkelt användas som referens under själva navigeringen. En karta kan dock även studeras inför själva navigeringen för att ge personen i fråga en viss vetskap om den omgivning han eller hon skall navigera i (5). I (5) presenterar man en studie där man bland annat jämför effekten av att studera en karta inför navigering i ett visst område med effekten av att ha vistats i det aktuella området under en viss tidsperiod. Denna undersökning visar sammanfattningsvis att de som studerat en karta över ett område får en bättre överblick över området än de som vistats i området under en begränsad tid. De som har vistats i en omgivning har däremot normalt sett en bättre förmåga att avgöra avstånd och andra typer av förhållanden mellan olika platser eller objekt i omgivningen. Studierna visar dock även att de som vistats i ett område en tid normalt sett skaffar sig en överblick som är jämförbar med den som fås via studier av en karta. En slutsats skulle därmed kunna vara att studier av kartor i kombination med en kortare vistelse i ett område ger en komplett navigationskunskap som nästintill kan motsvara den som fås vid en längre vistelse i ett område.

I denna studie (5) undersöker man även hur kartor under själva navigeringen påverkar navigationsprestanda. Precis som väntat hade kartan enligt denna undersökning i de flesta fall en positiv inverkan på navigationsprestanda, även under själva navigeringen. Det råder med andra ord inget större tvivel om att användningen av kartor generellt sett har en positiv inverkan på navigationsprestanda även i datorgenererade världar. Det som däremot kan vara mera tveksamt är dels hur användningen av kartor påverkar inlärningsprocessen, dels hur användningen av kartor påverkar känslan av närvaro.

En karta som används under navigering kan i vissa avseenden ses som någon form av guidning. En guidad inlärning är enligt ovan inte bra för att stimulera långtidsminnet. Detta borde därmed leda till slutsatsen att användningen av kartor under själva navigeringen påverkar inlärningen negativt, åtminstone på lite längre sikt. Denna teori stöds dessutom av (5) där man antyder just detta. Användningen av en karta är inte helt och hållet ett passivt sätt att navigera. Att mappa kartan mot omgivningen kräver naturligtvis en viss mental behandling.

Frågan om hur användningen av kartor påverkar känslan av att befinna sig i den verkliga världen är något som anknyter starkt till den tidigare nämnda aspekten implementation. Det förefaller ganska uppenbart att en karta som på något sätt inte ger sken av att vara en del av den datorgenererade världen ger användaren en känsla av att befinna sig utanför denna. Om kartan befinner sig utanför världen måste ju användaren också befinna sig utanför världen för att kunna läsa den. Ett av problemen som är relaterade till implementationen av kartor i datorgenererade virtuella världar är därför att få dem att smälta in och verka som en del av den. Dessa aspekter hanteras mera under avsnittet Närvaro.

En annan viktig fråga när det gäller hur kartor skall implementeras är den som rör deras orientering. Det enklaste sättet att implementera en karta är naturligtvis med en fix orientering. Med en fix orientering menar jag att samma del av kartan alltid visas orienterad på samma sätt, oberoende av användarens position och orientering i förhållande till omgivningen. I en datorgenererad värld finns naturligtvis även möjligheten att implementera en karta som automatiskt uppdateras efter användarens aktuella position och orientering. Det finns olika exempel på detta och idén bakom ett par av dessa presenterades i avsnittet om referenssystem. Båda dessa exempel på implementation av kartor utgår ifrån den egna positionen och den riktning som användaren för tillfället har. I det ena exemplet presenteras den egna positionen som centrum och den riktning som användaren står vänd mot som uppåt på kartan vilket svarar mot ett egocentriskt referenssystem. I det andra exemplet är den egna positionen belägen i den undre kanten av kartan och kartan visar istället det område som faller innanför användarens synfält, vilket svarar mot ett externt referenssystem.

Enligt (7) är automatiskt uppdaterande kartor av denna typ mera effektiva med avseende på navigering än fixt orienterade kartor. Detta beror på att sådana kartor besparar användaren mödan att orientera kartan i förhållande till omgivningen. Det som jag dock tycker är mera tveksamt är hur detta påverkar inlärningen. Eftersom orienteringsmomentet uteblir minskar också det tankearbete som krävs för navigering vilket enligt tidigare resonemang kan ha en negativ effekt på inlärningsprocessen.

Vi har så långt diskuterat sådana kartor som allmänt förmedlar information om en viss omgivning. En annan typ av kartor som också är intressanta i navigeringssammanhang och som därmed bör nämnas är sådana kartor som beskriver en specifik rutt eller vägen till en specifik plats (6). Dessa kartor innehåller ofta endast sådan information som är intressant för den specifika beskrivningen. Detta avlastar naturligtvis personen i fråga eftersom han eller hon inte behöver behandla sådant som inte är väsentligt i den aktuella situationen (6). Kartor av denna typ är därför (6) effektiva i den specifika navigationsuppgift som de visar. Nackdelen är naturligtvis att de endast visar en enda situation.

4.12 Avstånd

Det finns ett stort antal olika sätt för en människa att i den fysiska världen uppfatta och bedöma avstånd. Många av dessa baserar sig dock på sådana signaler som är mycket svåra eller som inte alls går att återge i en datorgenererad värld. Detta ställer naturligtvis mycket höga krav på de signaler som går att återge.

För att bedöma avstånd använder vi människor nästan samtliga våra sinnen. Vi använder både synen, hörseln, känseln och i vissa fall till och med luktsinnet för att göra detta (3). För samtliga dessa sinnen har vi alltså inbyggda mekanismer för att bedöma avstånd (3). Inte helt oväntat är dock det i särklass viktigaste sinnet synen (3). Den mekanism som människan har för att med synen avgöra avstånd är baserad på det faktum att vi människor har två ögon. Jag syftar då på människans stereoseende. Vi utnyttjar alltså det faktum att våra ögon är aningen förskjutna ifrån varandra för att skapa ett djup i vår syn. Vårt djupseende är naturligtvis ett mycket vikigt redskap när det gäller att bedöma avstånd. Människans stereoseende är dock även ett utomordentligt exempel på sådant som är svårt att återge i en datorgenererad värld. Det finns visserligen ett antal exempel på metoder att realisera stereoseendet i en datorgenererad värld. Dessa metoder är däremot ofta väldigt omständiga samtidigt som deras funktion än så länge är alldeles för bristfällig för att vara till någon direkt hjälp när det gäller avståndsbedömningar (12).

Det finns dock andra effekter som är lättare att realisera och som därmed kan utnyttjas för att stödja avståndsbedömningar i datorgenererade världar på ett mera effektivt sätt. Det handlar exempelvis om så elementära effekter som att återge sådant som befinner sig på ett nära avstånd som större än sådant som befinner sig på ett längre avstånd från användaren (7). Ett annat ganska uppenbart exempel är att sådant som befinner sig nära användaren bör ritas ut ovanpå sådant som befinner sig längre bort (7). Dessa två tämligen elementära effekter är enkla men troligtvis de viktigaste för oss människor när det gäller att bedöma avstånd visuellt.

Avstånd kan dock, vilket antyds ovan, bedömas även på andra sätt en visuellt. En intressant aspekt är exempelvis hur vi människor bedömer avståndet mellan två positioner emellan vilka vi tidigare har färdats. Det visar sig nämligen att det sällan är det absoluta avståndet mellan positionerna som vi minns och baserar vår bedömning på. Det är istället ofta den mentala bördan som krävs för att tänka sig från den ena positionen till den andra som ligger till grund för vår bedömning. Detta innebär exempelvis att en sträcka som för oss inneburit ett intensivt händelseförlopp ofta upplevs som längre än en som inte varit lika intensiv.

4.13 Närvaro

Närvaro (13,14) är ett allmänt mycket omdiskuterat begrepp inom datorgenererade virtuella världar. Detta begrepp är visserligen inte direkt kopplat till navigering men det kan i allra högsta grad påverka förmågan att navigera i datorgenererade virtuella

världar (14). ”Immersion” (13,14) är ett annat begrepp som står mycket nära begreppet närvaro och som därmed naturligtvis också är intressant i dessa sammanhang. Eftersom dessa två begrepp står varandra mycket nära kan det dock ofta vara svårt att skilja dem åt. Båda dessa begrepp är lite vagt definierade och jag har sett ett antal olika exempel på definitioner som i vissa fall till och med motsäger varandra. Min sammanfattade uppfattning om deras respektive definitioner är dock följande:

Närvaro handlar om känslan som en person upplever av att vara närvarande i den aktuella världen. ”Immersion” har däremot mer att göra med hur pass engagerad personen i fråga är i det han eller hon sysslar med i den aktuella världen. Det förefaller ganska uppenbart att dessa två begrepp är mycket starkt korrelerade. Känslan av att vara närvarande beror naturligtvis mycket på det engagemang som finns hos personen när han eller hon befinner sig i världen och tvärt om. Det finns naturligtvis även en mängd andra faktorer som påverkar dessa två begrepp. Jag kommer här nedan att försöka ta upp några av de viktigaste av dessa faktorer.

De faktorer som påverkar närvaro positivt är till stor del sådana faktorer som ökar realismen i den virtuella världen (13,14). Att återge en virtuell värld med hög realism handlar ofta om att på ett så likartat sätt som möjligt försöka återge så mycket av den fysiska värld som man försöker efterlikna som möjligt (14). Viktigt i detta sammanhang är naturligtvis den visuella detaljnivån (13,14). Minst lika viktigt är dock att man i den virtuella världen stödjer så många av de handlingar som användaren kan tänkas utföra som möjligt (14). Om en användare försöker utföra sådant som inte finns implementerat i den virtuella världen framstår den naturligtvis som begränsad och orealistisk. Denna aspekt handlar dock inte enbart om att stödja alla de handlingar som en användare kan tänkas vilja göra. Viktigt för realismen och därmed även känslan av närvaro är även att handlingarna kan genomföras på ett naturligt och intuitivt sätt (14). Om de förfaranden som krävs för att genomföra en viss handling skiljer sig för mycket från det förfarande som användaren är van vid från den verkliga världen kan detta naturligtvis påverka känslan av närvaro (14).

Att återge den virtuella världen så realistiskt som möjligt är dock som redan antytts inte det enda som är viktigt i dessa samanhang. Ett exempel är bland annat betydelsen av att användaren sänks ned i den virtuella världen och inte störs av sådant som finns i användarens fysiska omgivning. Om saker händer kring användaren i den fysiska världen kan nämligen åtminstone delar av användarens uppmärksamhet tas ifrån den virtuella världen (14). Därmed minskar användarens fokus på den virtuella världen och då också känslan av närvaro.

Hur pass mycket användaren fokuserar på den virtuella världen handlar dock som antytts även mycket om hur pass involverad användaren är i den virtuella världen. På samma sätt handlar det också om hur mycket användaren helt enkelt vill befinna sig i den virtuella världen (15). En virtuell värld som inte intresserar eller involverar användaren i någon högre grad kommer alltså med största sannolikhet inte att ge användaren någon större känsla av närvaro.

Däremot kan en stark ovilja eller ett starkt obehag i vissa fall även leda till en ökad känsla av närvaro (15). Denna teori stöds exempelvis av resultat från en studie som gjorts (15) där man bland annat har undersökt hur flygrädsla påverkar närvaron i en flygsimulator. Denna studie visar att flygrädsla påverkade den närvaro som en person upplever, i detta fall i en flygsimulator, positivt. Denna teori stöds även av (13) där man hävdar att det finns ett samband mellan höjdrädsla och närvaro.

4.14 Interaktion

Det spelar ingen roll hur perfekt och idealiskt man återger en virtuell datorgenererad omgivning om användaren inte klarar av att agera och utföra önskade handlingar i den. Att implementera en naturlig och intuitiv interaktionsteknik är därför nästan lika viktigt som att omgivningen i sig är implementerad på ett bra sätt.

Ett mycket centralt begrepp i dessa sammanhang är begreppet ”travel”. Begreppet ”travel” innefattar mer eller mindre allt som har att göra med hur en användare förflyttar sig eller utför handlingar i en datorgenererad virtuell värld (12). Man talar ofta om olika ”travel techniques” det vill säga olika tekniker eller implementationer som används för att användaren ska kunna utföra önskade handlingar (12).

Olika tekniker för ”travel” har naturligtvis liksom övriga tekniker som används för att skapa datorgenererade virtuella omgivningar, med tiden utvecklats mer och mer. Det har därmed vuxit fram ett antal olika metoder för ”travel”. Tidigare var de virtuella världar som fanns ofta tvådimensionella. Dessa världar var naturligtvis relativt enkla för användaren att hantera vilket inte heller ställde så höga krav på de tekniker som används för ”travel”. I dag är de flesta datorgenererade virtuella världar återgivna i tre dimensioner vilket naturligtvis ställer mycket högre krav på dessa tekniker.

Utöver det faktum att kraven på dagens tekniker för ”travel” är mycket höga krävs dessutom en unik anpassning för den aktuella applikationen (12,16). Det är alltså inte möjligt att utveckla några generella tekniker för ”travel”. De måste istället utvecklas specifikt för den aktuella applikationen (12) och troligtvis även ofta för den aktuella målgruppen.

Att för varje applikation från grunden bygga upp en ny teknik för ”travel” är naturligtvis inte praktiskt tillämpbart. I stället byggs ofta en teknik upp för ”travel” i varje enskild applikation upp som en lämplig kombination av olika existerande tekniker. I (16) hävdar man exempelvis att en teknik för ”travel” i en specifik applikation lämpligen byggs upp genom att välja en metod för var och en av följande kategorier:

- Hantering av färdriktning eller val av mål
- Färdhastighet och acceleration
- Inmatningsförhållanden (hur själva inmatningen sker och tolkas av applikationen)

Till var och en av dessa kategorier finns ett antal olika metoder som kan tillämpas ofta oberoende av det val som sker inom övriga kategorier (16). I (16) finns även en del exempel på sådana metoder kategoriserade enligt ovan.

Travel är sällan själva huvuduppgiften utan snarare något som förutsätts för att man skall kunna utföra den. Travel bör därför som tidigare nämnts göras enkelt och intuitivt så att användarens resurser kan satsas på att utföra den egentliga uppgiften istället (12). Jag nämnde tidigare att teknik för ”travel” i tvådimensionella världar är betydligt enklare både att konstruera och för användaren att hantera. Ett alternativ som ofta är bra är därför att även i tredimensionella världar fortsätta att använda tvådimensionella tekniker för ”travel” (12). En direkt implementation av dessa innebär visserligen en minskad rörelsefrihet men är i gengäld ofta mycket mera lätthanterlig. Tvådimensionella tekniker för ”travel” kan dessutom kompletteras och därmed ges en tredje frihetsgrad i sådana applikationer där det anses nödvändigt. Exempel på tvådimensionella inmatningsenheter som ofta används vid tvådimensionella tekniker för ”travel” är exempelvis den traditionella datamusen eller en vanlig joystick. Dessa tillämpar alltså båda i originalutförande två frihetsgrader men kan enkelt kompletteras för att ge ytterligare en frihetsgrad.

Det finns naturligtvis även rent tredimensionella tekniker för ”travel”. Dessa är dock normalt mera krävande för användaren att hantera (12). Tredimensionella tekniker för ”travel” kan förvisso innebära en förbättrad frihet samt i vissa fall innebära en mera logisk mappning mellan inmatning och rörelse (12). Tredimensionella tekniker för ”travel” är dock naturligtvis både svårare och mera kostsamma att implementera. Exempel på tre- dimensionella inmatningsenheter är exempelvis ”The Tracker”, ”The Space Ball” och Microsofts ”Side Winder” (12).

5 Hypoteserna bakom mina undersökningar

Jag kommer i denna del att ta upp och definiera de hypoteser som jag har arbetat med och utfört tester kring. Jag kommer för var och en av dessa att diskutera lite mera specifikt vad jag har undersökt. Jag kommer även på sådana ställen där det blir aktuellt att diskutera förutsättningarna för en del av de tester som jag har genomfört.

Vilket ganska klart framgår av litteraturstudien ovan är landmärken något av ett a och o inom navigering. Den största delen av den utredning och de tester som jag har gjort handlar därför om just landmärken. För att begränsa mitt arbete har jag dock valt att inrikta mig på följande områden.

- Statiska egenskaper hos landmärken och i deras omgivning
- Dynamiska egenskaper hos landmärken och i deras omgivning

5.1 Statiska egenskaper

Om ett landmärke i en viss situation är synligt och identifierbart så spelar dess statiska utformning i just denna situation sällan någon större roll, åtminstone inte med avseende på navigering. Dess statiska utformning är dock mycket viktig för att ett landmärke från alla tänkbara vinklar och avstånd skall vara just identifierbart och urskiljbart (se litteraturstudie, 5.2). Utöver detta påverkar landmärkets statiska utformning även möjligheten att memorera det aktuella landmärket (se litteraturstudie, 5.2).

De tester som jag gjort kring landmärkens statiska utseende i datorgenererade virtuella världar handlar just om hur de bör utformas för att stödja dessa aspekter och därmed främja möjligheterna för navigering.

5.1.1 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt

- Hypotes:

  Karakteristiska former hos landmärken kan ha en inverkan på möjligheten att identifiera ett landmärke oberoende av betraktelsepunkt i en virtuell omgivning.

En mycket viktig egenskap hos landmärken är att de är entydigt identifierbara oberoende av den punkt från vilken de betraktas. Det finns naturligtvis flera olika egenskaper hos ett landmärke som påverkar denna aspekt. Två viktiga egenskaper är dock att ett landmärke har en karakteristisk form eller en karakteristisk omgivning.

Med en karakteristisk form syftar jag på en sådan form som är väldigt speciell eller unik. Ett exempel på en byggnad med en väldigt karakteristisk form är Globen i Stockholm som är rund och ser ut som en stor golfboll. Exemplet med Globen är förvisso ett ganska extremt exempel. En byggnad som har två torn är kanske ett bättre exempel på en sådan karakteristik som kan användas för att identifiera en byggnad oberoende av betraktelsepunkt. Rimligtvis kan det faktum att byggnaden har två torn i situationer när byggnaden i sig är svår att identifiera hjälpa personen i fråga att urskilja byggnaden från andra landmärken. Dock förutsätter detta naturligtvis att inget annat landmärke också har samma karakteristiska form, i detta fall två torn.

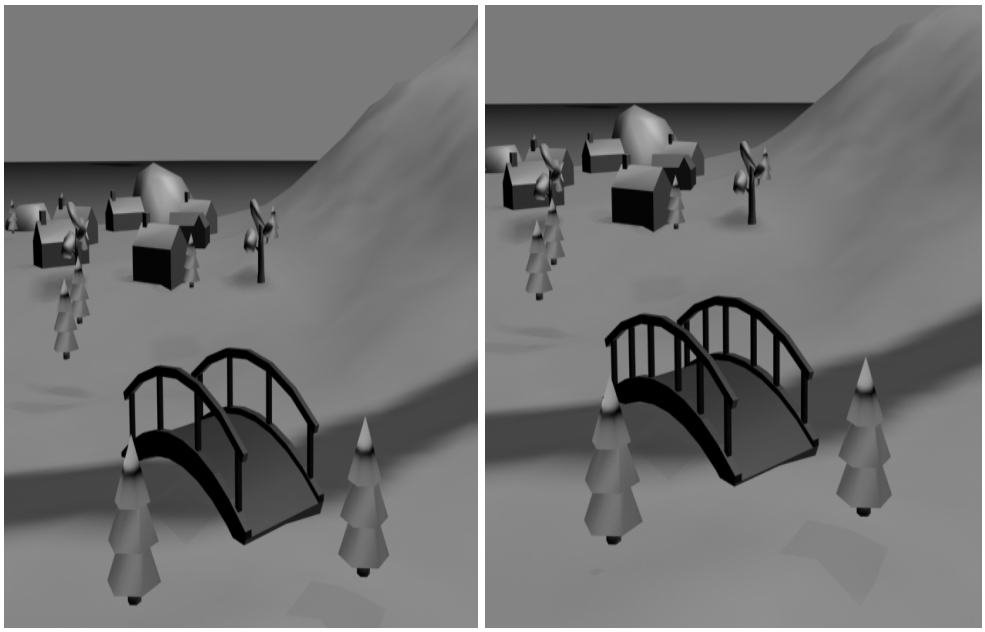
På i stort sett samma sätt antar jag även att landmärkets omgivning kan hjälpa personen i fråga att urskilja landmärket ifrån övriga landmärken i dess omgivning. Det är rimligtvis lättare att identifiera ett landmärke då det sätts i relation till sin omgivning. Relationer tillsammans med den allmänna karaktären i omgivningen bör naturligtvis innebära ett bättre stöd för identifiering än vad landmärket gör ensamt. Jag har i mitt arbete utfört diverse tester för att försöka utreda denna hypotes.

5.1.2 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning

- Hypotes:

  I fall av hög visuell komplexitet minns vi människor endast en förenklad bild av det aktuella objektet. (Detta objekt skulle exempelvis kunna vara ett landmärke i en virtuell värld)

Ett landmärke med en komplex form eller ett komplext utseende är förvisso med stor sannolikhet unikt. Frågan är dock hur pass komplexa och detaljerade former eller utseenden som vi på ett intuitivt sätt klarar av att hantera och memorera. Min hypotes är nämligen att vi i fall av för hög komplexitet endast minns en förenklad bild av det aktuella objektet. Detta skulle i sådana fall innebära att två landmärken som är unika tack vare komplexa skillnader dem emellan med stor sannolikhet skulle minnas som likadana. Skillnaden de emellan skulle alltså enligt detta resonemang förenklas bort, se exemplet i figur 3.



Figur 3. De två broarna i figuren är som synes väldigt lika och har bland annat samma form. Det enda som skiljer broarna åt är antalet stolpar på broarnas sidor. Eftersom vi människor endast minns en mer eller mindre förenklad bild av sådana objekt som vi ser skulle vår minnesbild av dessa två broar troligtvis vara densamma.

5.1.3 Avståndsbedömning

Att kunna bedöma avståndet till ett visst landmärke är mycket viktigt med avseende på navigering (se litteraturstudie, 5.2). En sådan avståndsbedömning förlitar sig naturligt-

vis på många olika faktorer, exempelvis utformningen av själva landmärket. Möjligheten att bedöma avståndet till ett landmärke har naturligtvis mycket att göra med hur klart skalan av ett landmärke framgår. Ett naturligt sätt för oss människor att bedöma skalan hos ett landmärke är att relatera landmärket till sådana detaljer eller kringliggande objekt vars skala är väl definierad eller allmänt känd. Exempel på referenser med en relativt fix och väldefinierad storlek är t.ex. en vanlig personbil eller en människa. Eftersom storleken på dessa objekt är känd kan troligtvis en bra avståndsbedömning göras till dessa objekt och därmed indirekt till själva landmärket. En förutsättning för detta är naturligtvis att referensobjektet befinner sig på samma avstånd som landmärket. Frågan är dock om denna för oss människor naturliga metod är av samma värde i en virtuell värld. Detta är därmed något som kommer att vara en del i den slutliga undersökning som jag har arbetat med i detta projekt.

5.2 Dynamiska egenskaper

Statiska egenskaper i en omgivning betyder, enligt min hypotes, mycket när det gäller förutsättningarna för navigering. De dynamiska egenskaper som ofta finns i en omgivning skall dock heller inte glömmas bort i dessa sammanhang. Det finns naturligtvis många olika aspekter på hur dynamiska egenskaper kan påverka förutsättningarna för navigering. Jag har därför begränsat mig till att undersöka ett par hypoteser kring dynamiska egenskaper i samband med datorgenererade världar.

5.2.1 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarhet och identifierbarhet

- Hypotes:

  Eftersom virtuella omgivningar ofta är ganska statiska i förhållande till verkliga omgivningar innebär dynamiska egenskaper hos landmärken förbättrade möjligheter för användaren att både identifiera och memorera själva landmärkena.

Två aspekter som jag tror är starkt kopplade till dynamiska egenskaper är memorerbarhet och identifierbarhet. Dynamiska egenskaper gör nämligen landmärken mera utmärkande och unika i en virtuell värld som ofta är ganska statisk. Detta bör rimligtvis påverka både memorerbarheten och identifierbarheten. I detta sammanhang tror jag dock inte att det spelar någon större roll vilken typ av dynamisk egenskap ett landmärke ges utan snarare att den ges en eller flera dynamiska egenskaper. Den viktigaste informationskanalen för oss människor är, vilket nämns i litteratursammanfattningen, den visuella. Detta gäller därmed även när det gäller att förmedla dynamiska egenskaper hos ett landmärke. Det finns dock även andra informationskanaler som också kan vara väldigt viktiga i detta sammanhang. Jag syftar då främst på den auditiva. I min undersökning kring denna hypotes har jag därför försökt att undersöka betydelsen av att återge dynamiska egenskaper framförallt visuellt men i vissa fall även auditivt.

5.2.2 Dynamiska egenskaper som anger riktning

- Hypotes:

  Dynamiska egenskaper i en virtuell omgivning kan förmedla en referensriktning till användaren. En sådan referensriktning är ett bra stöd för användaren med avseende på navigering.

Värdet av att hela tiden kunna relatera sin omgivning till en viss riktning (referensriktning) är naturligtvis utan tvekan mycket stort (se litteraturstudie, 5.5). De flesta av oss har exempelvis någon gång använt en kompass och därmed fått erfara dess betydelse för förmågan att navigera. Faktum är att en kompass är just ett sådant instrument som ger en referensriktning. Den hypotes som jag har försökt att undersöka handlar därför om att utreda huruvida dynamiska effekter i virtuella omgivningar kan utnyttjas för att förmedla en sådan referensriktning.

6 Testmetoder

I detta avsnitt kommer jag att ta upp och beskriva de metoder som jag har använt för att genomföra mina undersökningar. Jag kommer även att ta upp hur jag har bedömt och analyserat resultatet från de olika testerna.

6.1 Generella testmetodiken

I de undersökningar som jag har gjort har jag huvudsakligen utgått ifrån de hypoteser som jag presenterade i föregående avsnitt. Jag har alltså gjort en mer eller mindre omfattande undersökning kring var och en av dessa hypoteser. De testmetoder som jag tillämpat har dock varit av varierande typ beroende på vilken hypotes som jag har haft för avsikt att undersöka. Det har rört sig om allt ifrån tester kring statiska bilder till interaktiva tester av olika slag. Principiellt sett har metoden dock varit snarlik. I samtliga fall har testerna handlat om att utsätta ett antal testpersoner för det aktuella testmaterialet och med detta som underlag göra en analys. Dessa analyser baserades i vissa fall direkt på testpersonens sätt att agera och prestera när han eller hon utsattes för testmaterialet. De har även baserats på olika former av undersökningar utförda efter det att testpersonen utsatts för det aktuella testmaterialet. Jag har exempelvis efter varje test ställt ett antal följdfrågor kring hur personen tänkte och resonerade för att lösa den aktuella uppgiften. Resultaten från de undersökningar som jag gjorde kring mina hypoteser har jag slutligen även testat i en avslutande gemensam undersökning. Denna gjorde jag i en interaktiv omgivning där testpersonerna fick utföra en riktig navigationsuppgift.

En förutsättning för att man skall kunna utföra undersökningar av detta slag samt få ett någorlunda korrekt resultat är att testpersonerna visar intresse för undersökningen. Om

testpersonerna är intresserade och tycker att den uppgift de får verkar intressant kommer de med största sannolikhet att ta den på allvar. Annars kommer de inte att engagera sig och prestera som de borde. Hur pass intresserade testpersonerna blir beror naturligtvis på många olika faktorer. Närvaro, immersion och involvement är exempel på sådana faktorer som kan anses vara av stor betydelse i dessa sammanhang. Jag såg bland annat till att testmaterialet har en grafisk kvalitet som motsvarar den som testpersonerna rimligtvis är vana vid från exempelvis spel eller andra applikationer. Den kanske viktigaste åtgärden som jag har gjort var dock att se till att testpersonerna inte blev distraherade av den fysiska omgivningen. Jag har alltså försökt göra undersökningarna på platser där i stort sett inget annat än testmaterialet fanns tillgängligt. På ett sådant sätt hoppades jag kunna få testpersonerna att fokusera på själva testmaterialet.

Jag vill avslutningsvis även nämna att testpersonerna inför de flesta undersökningarna inte fick veta något om varken de hypoteser som jag hade avsett att undersöka eller hur testerna skulle genomföras. Detta skulle i de flesta fall påverka resultaten negativt, eftersom testpersonerna då troligtvis skulle agera på ett onaturligt sätt för att prestera så bra som möjligt med avseende på just det som jag avsåg att undersöka.

6.2 Fördelning av testpersoner mellan de olika undersökningarna

Alla de undersökningar som jag har gjort har inte kunnat utföras med samma grupper av testpersoner. Detta beror helt enkelt på att samma eller åtminstone ett liknande material har använts i flera av mina undersökningar. Att låta en och samma testperson delta i flera olika undersökningar som bygger på i stort sett samma testmaterial skulle med största sannolikhet innebära ett relativt missvisande resultat. Anledningen till detta är att de då i senare undersökningar troligtvis skulle dra nytta av de erfarenheter som de fick av testmaterialet i tidigare undersökningar. Det är dock av praktiska skäl önskvärt att låta varje testperson delta i så många undersökningar som möjligt.

Jag har i mitt arbete gjort totalt fem olika undersökningar. Den första undersökningen kunde göras helt oberoende av de övriga undersökningarna eftersom den utgick ifrån ett helt eget material. De övriga fyra undersökningarna utgick däremot parvis ifrån samma material. Detta gjorde det lämpligt att dela upp testpersonerna i två grupper så att olika testpersoner kunde delta i var och en av testerna i respektive par. För den första undersökningen kunde testpersoner plockas godtyckligt ifrån de två grupperna eftersom denna undersökning alltså var oberoende av de övriga.

6.3 Undersökningar

Nedan beskriver jag för var och en av de undersökningar som jag har utfört den metod som tillämpades.

6.3.1 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt

Denna undersökning har alltså gått ut på att undersöka hur förutsättningarna för att identifiera ett landmärke oberoende av betraktelsepunkt påverkas då landmärket dels karakteriseras av någon särskild form dels av närliggande objekt i dess nära omgivning. I denna undersökning har jag försökt att jämföra testpersonernas genomsnittliga förmåga att identifiera landmärken oberoende av betraktelsepunkt, med och utan sådana egenskaper implementerade hos landmärket. För att göra detta delade jag först in testpersonerna i två grupper för att testas mot de två olika förutsättningarna.

- Testmetod

  Under själva testerna fick testpersonerna först se en bild där det aktuella landmärket betraktas från en godtycklig betraktelsepunkt. Testpersonerna fick se bilden under endast tre sekunder. Anledningen till detta var att det var den intuitiva förmågan jag ville testa. Jag ville inte ge personen tid att djupare studera och försöka memorera detaljer på ett sätt som han eller hon troligtvis inte skulle ha gjort i en verklig situation.

  Testpersonen fick därefter ”smälta” bilden under ytterligare tio sekunder under vilka jag såg till att testpersonen tänkte på någonting annat än bilden. Detta såg jag helt enkelt till genom att försöka prata med testpersonen om något annat. Därefter fick han eller hon se ytterligare ett antal bilder av landmärken. En av dessa bilder visade det landmärke som tidigare visats, fast ifrån en annan betraktelsepunkt. Resterande bilder visade andra landmärken som liknade det landmärke som tidigare visats upp. Testpersonens uppgift var att avgöra vilken av de bilder som visades upp som visade det landmärke som tidigare visats upp fast ifrån en annan betraktelsepunkt. För att göra detta gavs testpersonen lite mera tid fast dock inte hur mycket tid som helst. Både situationen då landmärkena hade karakteristiska former och när de inte hade det ingick i varje moment och därmed i testerna med varje person.

  För att försäkra mig om att testpersonerna inte ”stirrade sig blinda” på själva landmärkena utan även sökte efter skillnader i omgivningen så gav jag testpersonerna en ledtråd om detta inför testet. Jag poängterade alltså att de även skulle söka skillnader i omgivningen och inte bara hos själva landmärkena.

- Följdfrågor

  - Utnyttjade du i första hand landmärkenas omgivning eller landmärkena själva för att identifiera dem? (Ställdes endast i fallet då landmärkena skiljde sig åt med avseende på den karakteristiska formen och dess omgivning).

- Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare om bilderna hade varit foton av en verklig värld och av verkliga landmärken?

- Omfattning

  För denna undersökning har jag prioriterat att utföra varje test noggrant istället för att göra ett stort antal tester med olika personer. Detta test innehåller som jag ser det ett litet utrymme för tillfälligheter och andra störande moment med avseende på testpersonernas prestationer, främst eftersom testet är baserat på användningen av bilder.

  Det som däremot kan anses vara mera känsligt är utformningen av de bilder som används i testerna. För att få ett rättvist resultat har jag därför gjort detta test med ett ganska stort urval av bilder. Detta minimerar dessutom risken för att testpersonerna tillämpar en uteslutande metod.

  Totalt antal involverade testpersoner: 6 (3 per grupp)

  Testmaterialets omfattning: se kapitel 7

- Resultatbedömning

  Detta test är av en jämförelsekaraktär. Jag har alltså gjort en jämförelse mellan testpersonens prestation i de två olika stegen enligt ovan. Min bedömning har baserats på hur väl testpersonerna genomsnittligt lyckades med att avgöra vilka landmärken som inledningsvis visades upp i de två olika fallen. De två olika fallen som jag syftar på är dels fallet då karakteristiska former eller kringliggande objekt finns hos eller kring landmärkena och dels när det inte finns några sådana. Om det visade sig vara en markant skillnad mellan de två fallen har jag tolkat detta som att min hypotes troligtvis stämmer. I annat fall kan den med största sannolikhet förkastas. Jag har naturligtvis även tittat på testpersonernas svar på följdfrågan.

6.3.2 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning

Detta test har alltså gått ut på att undersöka hur pass komplexa objekt och former som vi intuitivt sätt klarar av att hantera och memorera. Jag har i detta test tittat på hur testpersonerna klarade av att identifiera skillnader hos landmärken då skillnaderna var återgivna med en relativt hög komplexitetsnivå. Detta har jag jämfört med testpersonernas förmåga att identifiera skillnader mellan landmärken då de istället var återgivna som skillnader i den karakteristiska formen.

- Testmetod

  Inför testerna delades testpersonerna in i två grupper för att kunna undersöka och jämföra de två olika fallen. Jag syftar då på fallen med komplexa skillnader hos landmärkena respektive med enklare skillnader i den karakteristiska formen hos landmärkena. Varje test skedde i två steg.

  I det första steget visades en animerad sekvens där testpersonen färdades virtuellt genom ett område där de aktuella landmärkena fanns utplacerade. Testpersonerna ombads att vara allmänt uppmärksamma under visningens gång men de fick alltså inte veta något om vad undersökningen gick ut på.

  I det andra steget visades ett antal bilder för testpersonen (datorgenererade). Dessa visade antingen sådana landmärken som ingick i den animerade sekvensen eller sådana landmärken som liknade något av de landmärken som ingick. Testpersonens uppgift var att försöka avgöra vilka av de landmärken som visades på dessa bilder som ingick i den animerade sekvensen. Detta test utfördes med två olika versioner av bilder respektive animationer beroende på vilken av grupperna det gällde.

- Följdfrågor

  - Tror du att du hade lyckats med att identifiera flera landmärken om du hade vetat vilka landmärkena var?

  - Kändes landmärkena i animationen som en del av världen eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?

  - Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare om bilderna och animationen hade varit ur en verklig värld och av verkliga landmärken?

- Omfattning

  Eftersom detta test baseras på en animerad visning var tidsbegreppet i ganska hög grad inkopplat. Detta ökar, som jag ser det, risken för tillfälligheter och ställer även högre krav på koncentrationen. Sannolikheten för varierande resultat mellan testpersonerna bör då också vara större i detta test än i det föregående. Jag har därför valt att använda mig av ett större antal testpersoner till denna undersökning.

  Liksom i föregående undersökning ville jag minimera risken för att testpersonerna tillämpade uteslutningsmetoden men även minimera inverkan av sådant i testmaterialet som inte fungerade som det var tänkt. Jag har därför i denna undersökning använt ett lite större antal olika landmärken i testerna och därmed

minskat inverkan av, i detta fall, landmärken som inte fungerade riktigt som det var tänkt. Samtidigt minskas även risken för att testpersonen använder sig av uteslutningsmetoden.

Antal involverade testpersoner: 10 (5 per grupp)

Testmaterialets omfattning: se kapitel 7

- Resultatbedömning

  Om det visade sig att testpersonerna hade större svårigheter att identifiera de mer komplexa objekten än de mindre komplexa talade detta alltså för min hypotes. I annat fall kan hypotesen med största sannolikhet förkastas. Jag tittade naturligtvis även på testpersonernas svar på följdfrågorna.

6.3.3 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten

För att utreda denna hypotes har jag i mina tester arbetet med både animerade sekvenser och bilder. Inför testet delades testpersonerna upp i två grupper. Den ena gruppen testades mot landmärken med dynamiska egenskaper och den andra mot landmärken utan dynamiska egenskaper.

- Testmetod

  Själva testerna med varje testperson var uppdelade i två steg. I det första steget visades en datorgenererad animerad sekvens för testpersonen. Under denna sekvens färdades testpersonen virtuellt genom ett landskap förbi bland annat ett antal landmärken. Testpersonerna ombads, liksom i föregående undersökning, att vara allmänt uppmärksamma under visningens gång men de fick alltså inte veta något om vad undersökningen gick ut på.

  I den sekvens som visades för den ena gruppen hade de aktuella landmärkena givits dynamiska egenskaper, visuellt och för vissa landmärken även auditivt. Den andra gruppen fick följaktligen se en likadan sekvens, förutom att landmärkena där inte hade dynamiska egenskaper implementerade, varken visuellt eller auditivt. Däremot fanns i båda animationerna ett allmänt bakgrundsljud.

  I det andra steget visades, för varje landmärke i sekvensen, ett antal datorgenererade bilder för den aktuella testpersonen. På en av dessa bilder fanns det landmärke som fanns med i den animerade sekvensen och på de andra fanns landmärken som liknade detta. Testpersonens uppgift var att avgöra vilket landmärke, av dem som fanns återgivna på bilderna, som han eller hon sett i den datorgenererade animerade sekvensen.

  Inför denna test delades testpersonerna in i två grupper som testades mot två

olika animerade sekvenser. Skillnaden mellan dessa sekvenser var dock enbart att de landmärken som givits dynamiska egenskaper i den ena sekvensen inte gavs det i den andra och tvärtom. I övrigt var alltså sekvenserna identiska. Syftet med detta var att kunna testa samma landmärken både med och utan dynamiska egenskaper implementerade. Detta eliminerar mer eller mindre landmärkenas övriga egenskapers inverkan på resultatet

Varför jag använder en animerad sekvens och inte låter testpersonerna vistas i en interaktiv omgivning motiveras på samma sätt som i samband med föregående undersökning.

- Följdfrågor

  - Tror du att du hade lyckats med att identifiera flera landmärken om du hade vetat vilka landmärkena var?

  - Kändes landmärkena i animationen som en del av världen eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?

  - Påverkade ljuden och rörelserna hos landmärkena din uppmärksamhet gentemot dessa och i så fall hur?

  - Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare om bilderna och animationen hade varit ur en verklig värld och av verkliga landmärken?

- Omfattning

  För att inte göra det för enkelt för testpersonen att avgöra vilka landmärken som han eller hon sett i den animerade sekvensen har jag valt att inkludera ett ganska stort antal bilder i undersökningen. Anledningen till att jag använde ett större antal är densamma som i föregående undersökning. När det gäller antalet testpersoner så har jag av samma anledning som i föregående undersökning valt ett större antal testpersoner i testen.

  Antal involverade testpersoner: 10 (5 per grupp)

  Testmaterialets omfattning: se kapitel 7

- Resultatbedömning

  Om det visade sig att den grupp som utsattes för den animerade sekvensen där landmärkena givits dynamiska egenskaper i genomsnitt lyckades identifiera ett markant större antal landmärken kan detta anses tala för min hypotes. I annat fall kan hypotesen med största sannolikhet förkastas. Jag har naturligtvis även tittat på testpersonernas svar på följdfrågorna.

6.3.4 Dynamiska egenskaper som anger riktning

I min undersökning har jag försökt att dra olika slutsatser utifrån ett exempel där jag har låtit moln röra sig i en särskild riktning över himlen i en virtuell och interaktiv omgivning. Jag har baserat denna undersökning på två olika versioner av en sådan omgivning. I den ena versionen har jag låtit molnen röra sig i en särskild riktning över himlen medan jag i den andra versionen låtit himlen vara statisk i en för övrigt identisk omgivning. Själva undersökningen gick ut på att jämföra hur testpersonerna presterade med avseende på navigering i de två olika versionerna av omgivningen.

- Testmetod

  Inför testet delades testpersonerna in i två grupper, varje grupp för att testas mot en av de två olika versionerna av den interaktiva omgivningen. Själva testerna var indelade i två steg. I det första steget fick testpersonerna vistas ett tag i respektive version av omgivningen i syfte att försöka skaffa sig en uppfattning av denna. Jag såg under denna vistelse även till att testpersonerna uppmärksammade den plats som skulle komma att bli ett mål för den navigationsuppgift som testpersonerna fick i testets andra steg.

  I testets andra steg fick testpersonerna en navigationsuppgift som de skulle utföra. Denna uppgift gick ut på att från en för testpersonerna okänd position ta sig till det redan kända målet. Denna okända position var densamma för samtliga testpersoner. Detta eftersom jag annars skulle ha infört en onödig faktor som med största sannolikhet skulle påverka tillförlitligheten hos resultatet negativt.

  För att testpersonerna inte bara skulle fokusera på området kring målet poängterade jag redan från början att de i det andra steget skulle få börja på en ny okänd position. På detta sätt försökte jag uppmana testpersonerna att skaffa sig en bild över hela omgivningen.

  Den uppgift som testpersonerna totalt sett fick, innehöll som jag ser det, tre viktiga moment. Det första momentet innebar att under den inledande vistelsen skaffa sig en kognitiv bild av omgivningen samt relatera de alternativa målens position till denna. Det andra momentet innebar att orientera sig och bestämma sin position i förhållande till omgivningen. Det tredje och sista momentet innebar att navigera fram till det aktuella målet.

- Följdfrågor

  - Tänkte du på att himlen rörde sig i en viss riktning och hur utnyttjade du i så fall det? (Ställdes till de testpersoner som testades i versionen med dynamisk himmel)

  - Kändes landmärkena i den virtuella omgivningen som en del av denna

eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?

- Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare att genomföra om du hade fått genomföra den i en motsvarande men verklig omgivning?

- Omfattning

  För att så mycket som möjligt eliminera effekten av skillnader när det gäller den individuella prestationsförmågan mellan de två grupperna, så valde jag att involvera ett ganska stort antal personer i denna undersökning.

  Antal involverade testpersoner: 10 (5 per grupp)

  Omfattning av testmaterialet: se kapitel 7

- Resultatbedömning

  För att bedöma resultatet från denna undersökning har jag alltså försökt att jämföra testpersonernas genomsnittliga prestationer i de två olika versionerna av den aktuella omgivningen. Jag har dels tittat på hur mycket tid som testpersonerna tog på sig, både i det första och i det andra steget. Jag har även tittat på hur testpersonerna genomförde uppgiften samt tagit hänsyn till de svar som jag fick på de följdfrågor som presenterades ovan. Utifrån detta har jag sedan försökt dra slutsatser om huruvida mina resultat stämde i fallet av en virtuell, men även interaktiv omgivning.

6.3.5 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning

I denna avslutande undersökning har jag fört samman de tidigare undersökta hypoteserna och därigenom försökt att undersöka om de tillsammans innebär en förbättrad navigationssituation för en användare i en datorgenererad virtuell omgivning. Denna undersökning har liksom föregående undersökning baserats på två olika versioner av en interaktiv omgivning. Den ena versionen var utformad på bästa sätt enligt mina hypoteser medan den andra var utformad för att svara omvänt mot mina hypoteser. Denna undersökning handlade om att jämföra dessa två versioner av den aktuella omgivningen med avseende på förutsättningar för en effektiv navigering. I övrigt genomfördes själva testerna på samma sätt som föregående test. Dessutom genomfördes undersökningen med samma omfattning samt generellt sätt med samma approach för tolkning av resultatet.

- Följdfrågor

  - Kändes landmärkena i den virtuella omgivningen som en del av denna

eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?

- Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare att genomföra om du hade fått genomföra den i en motsvarande men verklig omgivning?

6.4 Val av målgrupp

För att hitta en lämplig målgrupp försökte jag att titta på vilka egenskaper hos testpersonerna som kunde anses vara viktigast samt mest utslagsgivande för de undersökningar som jag har utfört. Efter att ha gjort denna analys insåg jag att många olika egenskaper kunde komma att påverka testpersonernas prestationsförmåga under testerna. Eftersom de tester som jag har utfört är av en jämförelsekaraktär spelar detta däremot inte så stor roll, åtminstone så länge som antalet testpersoner inte blir för litet. (Med tester av jämförelsekaraktär syftar jag på sådana tester där resultatet ges som en differens mellan prestationsförmågan i två olika fall.) Intresse, motivation samt förmågan att koncentrera sig är sådana egenskaper som jag tror är en förutsättning för att få ett någorlunda korrekt resultat.

Någon målgrupp som med säkerhet motsvarar dessa egenskaper går nog knappast att hitta. En målgrupp som jag dock tror svarar bra mot dessa egenskaper är studerande ungdomar i 18-25 årsåldern. Denna målgrupp är för övrigt den grupp av människor som jag har mest kontakt med och som därmed är lättast för mig att få tag på.

7 Testmaterial

I detta avsnitt följer en beskrivning av det testmaterial som jag har använt för att utföra de olika undersökningarna. I appendix finns dessutom ett urval av de bilder som jag har använt samt länkar till animationerna och Quake III-filerna.

7.1 Verktyg

Det testmaterial som jag har använt mig av i dessa tester är baserat på antingen datorgenererade bilder, animerade sekvenser eller sist men inte minst interaktiva omgivningar. För att skapa dessa har jag huvudsakligen använt två olika typer av verktyg. För bilderna och de animerade sekvenserna har jag använt 3D renderingsprogrammet ”3D Studio Max”. I 3D Studio Max kan man liksom i många andra 3D renderingsprogram skapa detaljerade bilder och animationer vilket är viktigt för mig, åtminstone i en del av mina undersökningar.

För att skapa de interaktiva omgivningar som jag har använt mig av i de två sista undersökningarna har jag använt 3D-grafikmotorn till datorspelet Quake III. Denna gra-

fikmotor anser jag vara lämplig i detta syfte framförallt eftersom den erbjuder en tidsenlig grafisk kvalitet. Med tidsenlig syftar jag på en sådan grafisk kvalitet som ungefärligen motsvarar vad testpersonerna är vana vid från exempelvis dagens datorspel. Den är dessutom behändig att arbeta med eftersom det finns en bra editor tillgänglig.

7.2 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt

Testmaterialet i undersökning kring identifierbarhet av landmärken oberoende av betraktelsepunkt består, som tidigare nämnts, av ett antal datorgenererade bilder. Jag har använt ett antal bilder av landmärken med karakteristiska former och omgivande objekt samt ett antal utan dessa egenskaper. Jag använde dock även ett antal bilder på sådana landmärken som liknade landmärkena med och utan karakteristiska former och omgivande objekt.

Jag har närmare bestämt använt fem bilder av landmärken med karakteristiska former och omgivande objekt samt fem bilder av landmärken utan. Till var och en av dessa tio bilder behövde jag dessutom ytterligare sex bilder varav en var av det aktuella landmärket fast från en annan betraktelsepunkt, medan de övriga var av landmärken som liknade det aktuella landmärket. Det rör sig med andra ord sammanlagt om 60 + 10 bilder, dvs 70.

Följande två tabeller (tabell 1 och 2) visar vilka landmärken som jag har valt att inkludera i de två olika versionerna av testmaterialet. Tabellerna visar också vilka typer av skillnader som jag har valt att implementera för de bilder som skulle likna var och en av de ursprungliga landmärkena.

Landmärke	Skillnad i den karakteristiska formen hos landmärken som skall likna de aktuella land-märkena	Skillnad med avseende på omgivande objekt kring landmärken som skall likna de aktuella landmärkena
Fyr omgiven av stenar, träd och små hus	Form på fyrens topp	Kringliggande objekt
Berg med lutande bergstopp Mindre topp bredvid	Toppens lutning, form och för-hållande till mindre topp	-
Kyrka omgiven av hus (by), stenar och träd	Lutning av tak, tornets form och förhållande till kyrkan	-
Bro, omgiven av stenar, träd och små hus	Ändring av karakteristisk form på brons sida	Kringliggande objekt
Stort träd omgivet av stenar, träd och små hus	Ändring av de stora grenarnas form och placering	Kringliggande objekt

Tabell 1, Landmärken som ingick i den ena versionen av testmaterialet (karakteristisk) samt beskrivning av hur de liknande landmärkena skiljde sig ifrån dessa.

Landmärke	Komplex skillnad på landmärken som skall likna de aktu-ella landmärkena
Fyr	Placering av fönster och dörrar
Serie bergstoppar	Höjdförhållande mellan toppar
Kyrka	Antal kyrkklockor, placering av kors, placering av fönster
Bro	Placering av brostolpar mm.
Stort träd	Grön växt på de stora grenarna (grenarna ändras ej)

Tabell 2, Landmärken som ingick i den ena versionen av testmaterialet (komplex) samt beskrivning av hur de liknande landmärkena skiljde sig ifrån dessa.

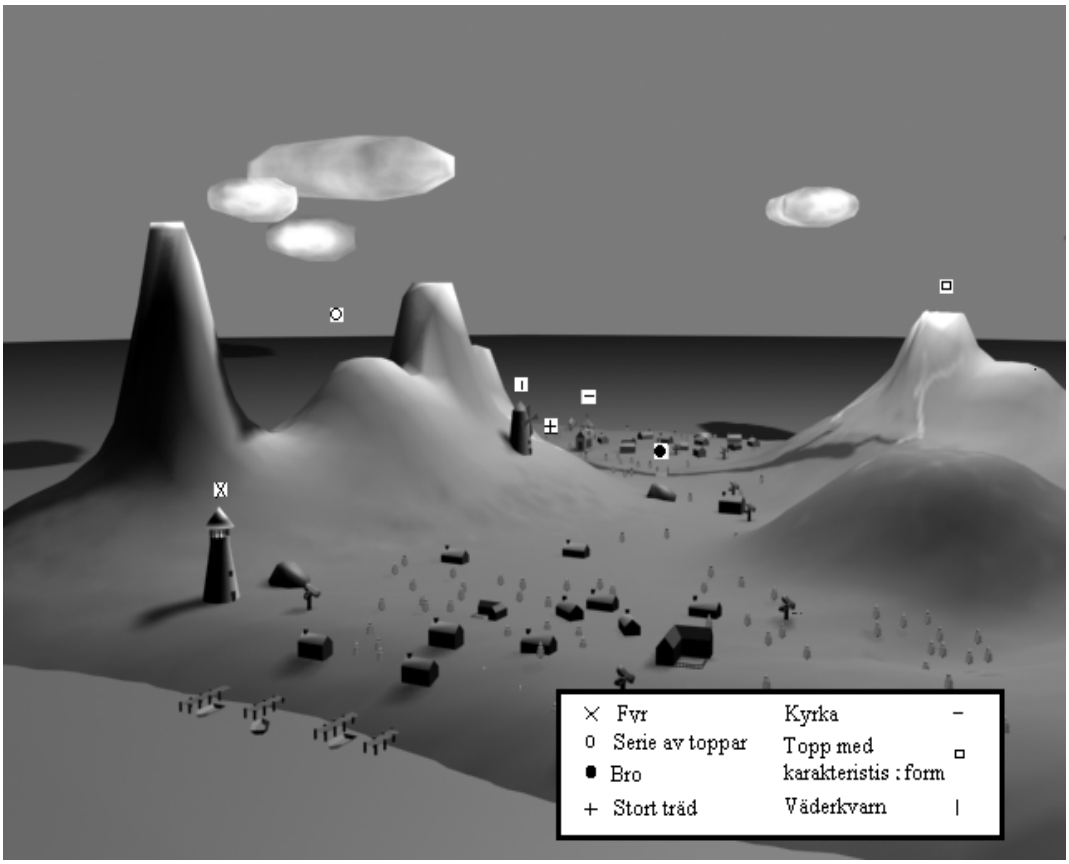
7.3 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning

Till undersökningen kring komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning använde jag ett testmaterial bestående av två olika testuppsättningar. Var och en bestod av en animationssekvens och ett antal bilder på landmärken. Hur dessa animationer och bil-

der skiljde sig ifrån varandra emellan uppsättningarna framgår av metodbeskrivningen ovan. Omgivningen där landmärkena var placerade var dock identisk i de två olika uppsättningarna. Jag hade inte heller några särskilda krav på omgivningen som sådan, annat än att landmärkena inte skulle ha en alltför opassande placering i förhållande till omgivningen. Det är t.ex. rimligen inte så lämpligt att placera en skyskrapa mitt ute i ett skogsområde. Önskvärt var dock att animationerna var av en så hög grafisk kvalitet som möjligt eftersom detta med största sannolikhet påverkar testpersonernas vilja att involvera sig (se litteraturstudie, 5.13), vilket var viktigt för tillförlitligheten av resultaten. För att ytterligare förbättra med avseende på denna aspekt har jag dessutom infört ett allmänt bakgrundsljud vilket alltså bör ha motsvarande effekt (se litteraturstudie, 5.13).

Det behövdes totalt sex bilder per landmärken som ingick i animationerna, varar minst en var av det aktuella landmärket. Resterande bilder var sådana som liknade var och en av bilderna i animationen. Detta innebär att sammanlagt 60 bilder behövdes för denna undersökning.

I figur 4 visas en översikt av den aktuella omgivningen, ur vilken det framgår hur de olika landmärkena var placerade. I de två tillhörande tabellerna (tabell 3 och 4) listar jag upp de landmärken som användes samt beskriver hur de landmärken som liknade landmärkena i animationen skiljde sig ifrån dessa. Viktigt att poängtera är även att inte bara de aktuella landmärkena finns med i animationen, utan även andra statiska objekt. Syftet med detta är att de aktuella landmärkena inte skall bli alltför utmärkande i omgivningen.



Figur 4, En översikt över den aktuella omgivningen

Landmärke	**Komplex skillnad på landmärken som skall likna de aktuella landmärkena**
En serie bergstoppar	Höjdförhållandet mellan topparna
Kyrka	Antal kyrkklockor, placering av kyrkkors, placering av fönster
Bro	Placering av brostolpar mm.
Väderkvarn	Placering av fönster och dörrar
Fyr	Placering av fönster och dörrar

Tabell 3. Landmärken som ingick i den ena versionen av testmaterialet (komplex) samt beskrivning av hur de liknande landmärkena skiljde sig ifrån dessa.

Landmärke	Skillnad i den karakteristiska formen på landmärken som skall likna de aktuella landmärkena
Bergstopp	Toppens lutning, form och förhållande till mindre topp
Kyrka	Lutning av tak, Tornets form och förhållande till kyrkan
Bro	Ändring av karakteristisk form på brons sida
Väderkvarn	Lutning på tak och väggar
Fyr	Form på fyrens topp

Tabell 4, Landmärken som ingick i den ena versionen av testmaterialet (karakteristisk form) samt beskrivning av hur de liknande landmärkena skiljde sig ifrån dessa.

7.4 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten

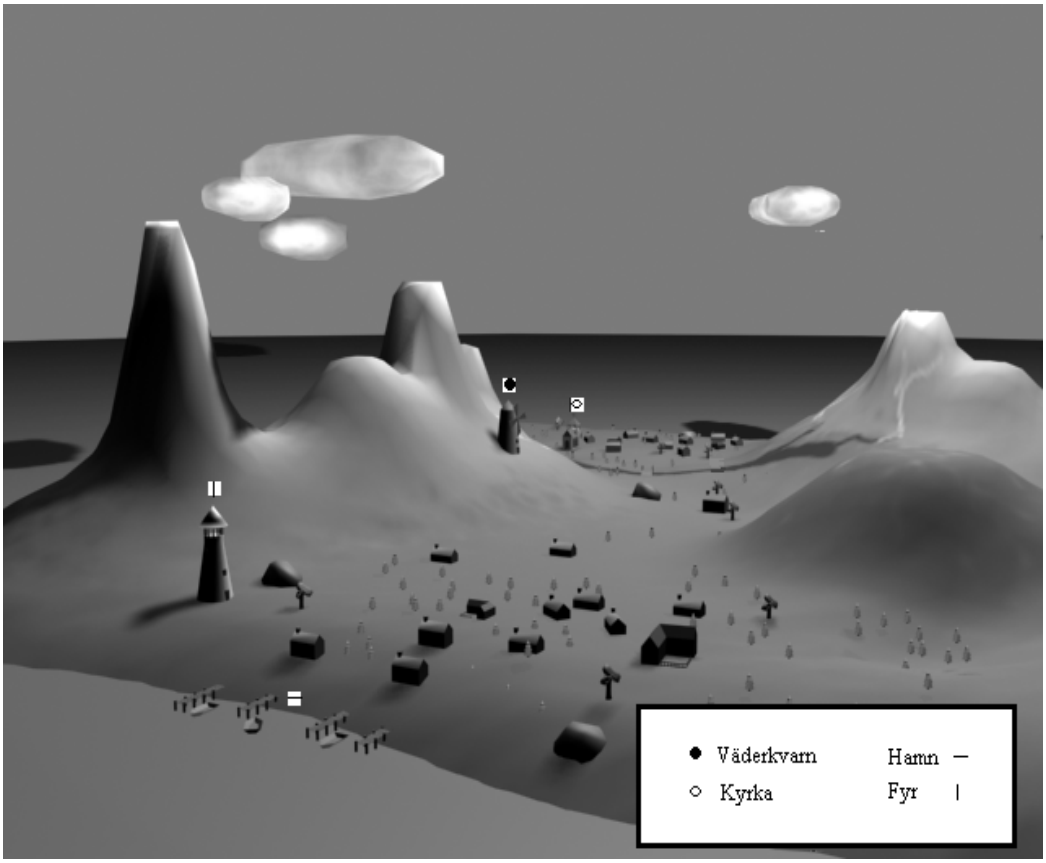
För att testa dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarhet och identifierbarhet använde jag två datorgenererade animerade sekvenser och ett antal datorgenererade bilder som plattform för mina tester. I de två animerade sekvenserna färdas testpersonerna igenom en virtuell omgivning i vilken ett antal landmärken fanns utplacerade. I den ena av de två sekvenserna hade dessa landmärken givits dynamiska egenskaper, både visuellt och auditivt, och i den andra inte. Jag har närmare bestämt inkluderat fem landmärken i vardera animationen. När det gäller bilderna har jag använt mig av tre bilder till vart och ett av landmärkena. En av dessa bilder var av det landmärke som fanns i animationen och de övriga var av landmärken som liknade dessa.

Hur omgivningen i sig var återgiven var i detta fall inte så viktigt. Den skulle dock, bortsett från landmärkena med dynamiska egenskaper, helst vara statisk för att på så sätt så bra som möjligt framhäva de dynamiskt återgivna landmärkena. I övrigt kunde denna omgivning alltså vara utformad på ett ganska godtyckligt sätt, så länge landmärkena inte placerades alltför olämpligt. Det är t.ex. inte så lämpligt att placera en skyskrapa mitt ute i ett skogsområde.

Önskvärt var, av samma anledning som i föregående undersökning, en så hög grafisk kvalitet som möjligt. Att lägga in ett allmänt bakgrundsljud var dessutom ännu viktigare i denna än i föregående undersökning eftersom vi annars skulle ha en version med ljud och en helt utan. I ett sådant fall skulle de auditiva effekterna rimligtvis inte bara påverka memorerbarheten utan också testpersonernas vilja att involvera sig. För tillförlitliga resultat bör denna vilja naturligtvis vara så lika som möjligt i de två fallen.

I figur 5 ges en översikt över den omgivning som jag valde att basera den animerade sekvensen på. I figuren framgår även landmärkenas placering i den aktuella omgivningen. I tillhörande tabell 5 finns de landmärken som jag inkluderade i sekvensen upplistade, tillsammans med information om vilka dynamiska egenskaper som dessa givits i den dynamiska versionen av animationen.

Viktigt att poängtera är att inte bara de aktuella landmärkena finns med i animationen utan att andra statiska objekt också ingår. Syftet med detta är precis som i undersökningen kring komplext återgivna landmärken att de aktuella landmärkena inte skall bli alltför utmärkande i omgivningen.



Figur 5. En översikt över den aktuella omgivningen

Landmärke	Dynamiska egenskaper hos landmärkena i den dynamiska versionen
Väderkvarn	Snurrande vingar (Ljud)
Hamn	Båtar som gungar (Ljud: vågor)
Kyrka	Kyrkklockor som ringer (Ljud)
Fyr	Roterande strålkastare

Tabell 5. *Landmärken som ingick i båda versionerna av testmaterialet samt beskrivning av de dynamiska egenskaper som ingick i den dynamiska versionen av testmaterialet.*

7.5 Dynamiska egenskaper som anger riktning

För att göra undersökningen kring dynamiska egenskaper som anger riktningar har jag använt två olika versioner av en interaktiv omgivning. I den ena versionen hade omgivningen en dynamisk himmel där molnen rörde sig i en viss riktning medan den andra versionen hade en statisk himmel.

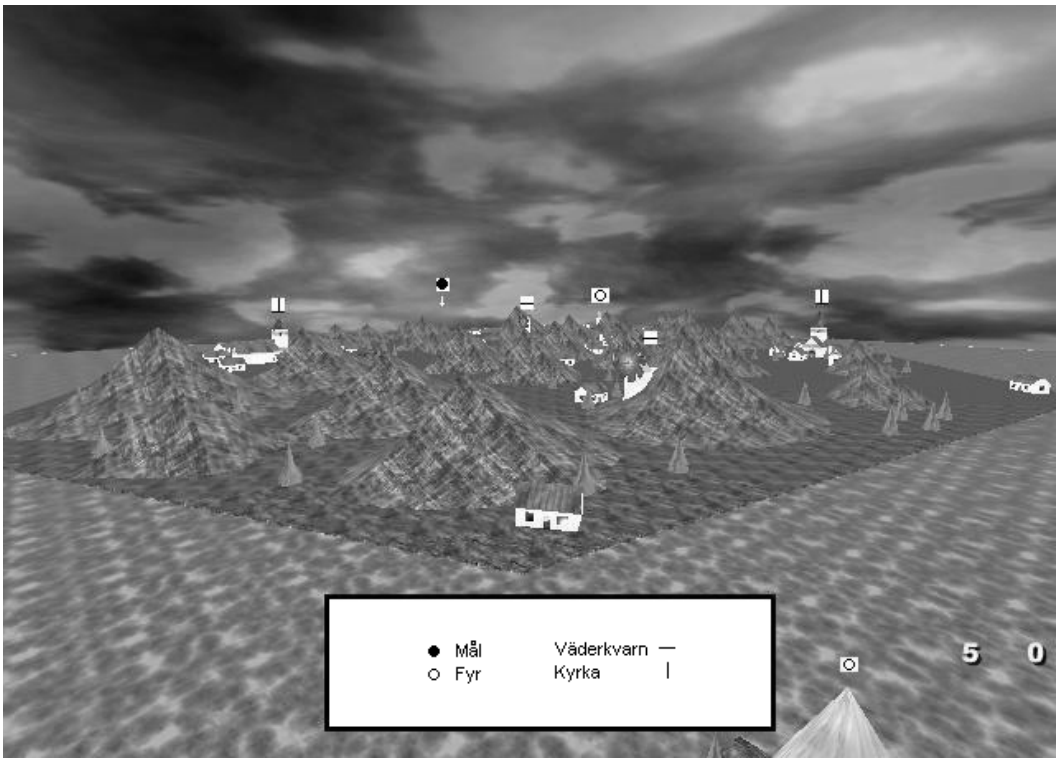
För att himlens rörelseriktning skall bli en ännu mer utslagsgivande faktor har jag försökt att göra den aktuella omgivningen flertydig genom att utforma den nästintill symmetriskt. Detta framgår ganska klart i den översikt av den aktuella omgivningen som visas i figur 6 nedan.
Värdet av att hela tiden känna en riktning är naturligtvis ännu större i en omgivning med en sådan egenskap än i en omgivning som inte har en sådan egenskap.

För att begränsa testpersonernas sikt har jag låtit terrängen i omgivningen vara bergig. Det rör sig alltså om en jämn utplacering av klippor. För att fylla ut omgivningen och därmed få den att verka lite mera naturlig har jag även placerat ut ett antal träd och andra småobjekt som exempelvis små hus. För att begränsa det aktuella området rent geografiskt har jag låtit området vara en ö omgiven av vatten.

I litteraturstudiedelen talar jag om hur viktigt det är att stödja en mental uppdelning av en omgivning i mindre distrikt (se litteraturstudie, 5.8). Jag vill därför slutligen även nämna att jag i denna omgivning medvetet inte har implementerat något direkt stöd för en sådan mental uppdelning. Anledningen till detta är helt enkelt att den aktuella omgivningen är relativt liten och att jag därmed inte ville göra navigationssituationen för lätt. En för lätt navigationssituation skulle troligtvis ha lett till mindre signifikanta resultat tack vare ett mindre behov av stöd vid navigering. Jag talar i litteraturstudien också om den betydelse som vägar eller passager har för att stödja en människa vid navigering, även utöver det faktum att de även är ett stöd för en mental uppdelning i

distrikt. Jag har därför i min interaktiva omgivning av samma anledning som ovan inte heller implementerat några vägar eller passager.

Hur den aktuella omgivningen såg ut framgår för övrigt av figur 6 nedan.



Figur 6, En översikt över den aktuella omgivningen

Hur själva omgivningen är utformad är naturligtvis av mycket stor vikt för resultatet av en sådan här interaktiv undersökning. Det räcker dock inte med att ha en perfekt utformad omgivning om testpersonerna inte kan röra sig obesvärat i den aktuella omgivningen. I litteraturstudien talar jag mycket om ”Travel” vilket handlar om just detta. Jag tar där upp olika interaktionsmetoder samt hur dessa kan anpassas för olika behov och applikationer.

I mitt fall har jag inte själv försökt att anpassa interaktionsgränssnittet till min undersökning. Jag har istället förlitat mig på det gränssnitt som normalt används till den grafikmotor som jag har använt. Interaktionstekniken som används i Quake III används i många datorspel av ”firstperson-typ” i dag. Interaktionstekniken är därmed mycket väl beprövad och fungerar bra för denna typ av applikationer. Eftersom denna interaktionsmetod används i många spel behärskas dessutom denna interaktionsmetod av de flesta ur min målgrupp.

Denna interaktionsmetod utnyttjar användarens båda händer. Med den ena handen styrs, via musen, blicken, det vill säga den riktning i vilken den aktuella personen tittar. Med den andra handen styrs, via tangentbordet, rörelserna, det vill säga framåt bakåt och åt sidorna i förhållande till den riktning man tittar.

7.6 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning

Denna undersökning baseras, liksom föregående undersökning, på två olika versioner av en interaktiv omgivning. I den ena versionen var omgivningen alltså utformad på bästa sätt med avseende på mina hypoteser ifrån tidigare undersökningar. I den andra versionen var omgivningen istället utformad på ett motsatt sätt.

Den för undersökningen aktuella omgivningen var för övrigt utformad så att de parametrar som jag undersökt i tidigare tester verkligen kunde anses vara utslagsgivande. Eftersom de flesta av dessa parametrar handlade om urskiljbarhet av landmärken har jag framförallt riktat in mig på detta. För att göra dessa faktorer extra utslagsgivande har jag, liksom i föregående undersökning, försökt att göra den aktuella omgivningen ganska flertydig genom att utforma den nästintill symetriskt.

I övrigt var testmaterialet mer eller mindre identiskt med testmaterialet från föregående undersökning. Hur de två versionerna av omgivningen som användes till denna undersökning skiljde sig ifrån varandra framgår i tabell 6.

Landmärke	Skillnader på landmärkena i de två versionerna	
	Version för mina hypoteser	**Version mot mina hypoteser**
Fyrar	Olika formgivning, skillnad när det gäller närliggande objekt och relationen till dessa, dynamiska effekter	Komplexa skillnader på fyren och i dess omgivning, statisk
Kyrkor	Olika formgivning, Skillnad när det gäller närliggande objekt och relationen till dessa	Komplexa skillnader via detaljer på själva kyrkan.
Bergsformationer	Skillnader i formgivning	-
Väderkvarnar	Skillnader i formgivning, skillnad när det gäller närliggande objekt och relationen till dessa	Komplexa skillnader på själva väderkvarnen

Tabell 6. Landmärken som ingick i båda versionerna av testmaterialet samt beskrivning av de egenskaper som de hade i respektive version.

8 Resultat samt analys/tolkning

I detta avsnitt kommer jag för var och en av de undersökningar som gjorts att presentera samt analysera resultaten ifrån mina undersökningar. Som sagt baseras en stor del av resultaten helt enkelt på mätningar av testpersonernas prestationer under de olika testerna. Jag dock att de bedömningar som jag har försökt att göra samt de svar jag fått på följdfrågorna är minst lika viktiga. Jag har därmed i detta avsnitt försökt att sammanfatta och analysera båda dessa typer av resultat.

8.1 Allmän bedömning av tillförlitligheten i resultaten

Själva testgenomförandet gick väldigt bra, framförallt tack vare att testmaterialet visade sig erbjuda en lämplig svårighetsgrad. Det som jag däremot bedömer har varit ett större problem är en relativt ojämn ambitionsnivå hos testpersonerna. Det märktes utan tvekan att en del av testpersonerna tog undersökningen mycket mera på allvar än andra och därmed presterade betydligt bättre än dessa. Lyckligtvis var antalet personer som tog testerna på allvar betydligt större än de som inte gjorde det vilket innebär att jag har kunnat bortse ifrån de personer som jag anser inte tog testerna tillräckligt mycket på allvar. Om man bortser ifrån dessa personer så var resultaten ganska jämna vilket jag anser talar för en hög tillförlitlighet i resultaten.

8.2 Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt

I tabell 7 nedan presenterar jag de siffermässiga data som undersökningen kring identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt resulterade i. Dessa data består av hur många av de fem landmärkena som visades upp som de olika testpersonerna lyckades med att identifiera, fast ifrån en annan betraktelsepunkt, i de två olika fallen.

Person (1-3 Skillnad i formen) (4-6 Komplexa skillnader)	**Rätt**	**Fel**
1	3	2
2	4	1
3	3	2
Snitt (Cirka)	3,33	1,67
4	0	5
5	0	5
6	1	4
Snitt (Cirka)	0,33	4,67

Tabell 7. Antalet lyckade respektive misslyckade försök att identifiera det aktuella landmärket från en ny betraktelsepunkt i de två olika fallen.

Analys och tolkning av resultat:

I tabellen framgår det att en relativt markant skillnad fanns emellan de två fallen när det gäller hur många landmärken som testpersonerna lyckades identifiera. I fallet med komplexa skillnader lyckades testpersonerna som synes nästan inte med att identifiera någonting. Detta stärker naturligtvis min hypotes om att den karakteristiska formen samt landmärkets nära omgivning är väldigt viktigt när det gäller att identifiera landmärken oberoende av betraktelsepunkt.

Det framgår dock inte av resultaten om det var skillnader i landmärkenas nära omgivning eller skillnader när det gäller den karakteristiska formen som i första hand bidrog till den förbättrade identifierbarheten. Svaret på följdfrågan: ”Utnyttjade du i första hand landmärkena själva eller deras omgivning för att identifiera dessa?” sade mig förhoppningsvis åtminstone lite om testpersonernas egna uppfattningar vad gäller detta. Samtliga testpersoner hävdade nämligen att de i första hand hade utnyttjat skillnader i omgivningen för att identifiera landmärkena. Två av tre påpekade även att de ansåg sig ha utnyttjat skillnaderna i formen på själva landmärkena. Extra intressant var detta eftersom de som sa sig ha utnyttjat både skillnader i omgivningen och i den karakteristiska formen var de som presterade bäst.

Min slutsats av detta är att omgivningen troligtvis har störst betydelse när det gäller identifierbarheten oberoende av betraktelsepunkt men att även den karakteristiska formen kan vara av ganska stor betydelse.

Eftersom denna undersökning gjordes med avseende på en virtuell värld med hjälp av datorgenererade bilder, tyckte jag att det skulle var intressant att försöka dra en parallell till motsvarande situationer i verkliga omgivningar. Detta gjorde jag genom att helt enkelt ställa ytterligare en följdfråga. Den frågan rörde testpersonernas uppfattning om hur de tror att de skulle ha presterat om bilderna som ingick i testmaterialet istället skulle ha varit foton av verkliga landmärken. Resultatet blev ganska markant då samtliga testpersoner trodde att de skulle ha presterat sämre i en verklig omgivning. Som argument hävdade dessutom nästan samtliga av de tillfrågade att de tror att den enklare återgivningen i en virtuell omgivning framhäver skillnader, när det gäller landmärkets form och de få detaljer som finns hos landmärket i en virtuell omgivning. I detta avseende har alltså en virtuell omgivning en fördel framför en verklig, åtminstone om man skall lita på testpersonernas uppfattning.

8.3 Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning

I tabell 8 nedan presenterar jag de siffermässiga data som undersökningen kring komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning resulterade i. Dessa data baseras på hur väl testpersonerna visade sig minnas komplexa detaljer respektive karakteristiska former hos ett antal utvalda landmärken, i den visade animationen. Värdena svarar i detta fall emot antalet av de utvalda landmärkena som de olika testpersonerna klarade av att identifiera.

Person (1-5 Med skillnader i formen) (6-10 Med komplexa skillnader)	**Rätt**	**Fel**
1	2	3
2	1	4
3	3	2
4	1	4
5	4	1
Snitt (Cirka)	2,2	2,8
6	0	5
7	2	3
8	2	3
9	1	4
10	2	3
Snitt (Cirka)	1,4	3,6

Tabell 8. Antalet lyckade respektive misslyckade försök att identifiera de landmärken som ingick i animationen i de två olika fallen.

Analys och tolkning av resultat:

Som synes i tabellen så fick jag inte lika signifikanta resultat ifrån denna undersökning som jag fick ifrån den föregående. Jag anser dock inte att detta innebär att min hypotes måste förkastas. Detta baserar jag bland annat på det faktum att testpersonerna faktiskt lyckades dåligt med att identifiera landmärkena i fallet av komplexa skillnader, även om de förvisso inte lyckades så mycket bättre i fallet av karakteristiska former. Jag anser därför att det snarare finns anledning att misstänka att de skillnader i de karakteristiska formerna som jag använde som jämförelse helt enkelt inte var tillräckligt signifikanta för att fungera som en bra referens. Min undersökning visar åtminstone en viss genomsnittlig skillnad emellan de två fallen, men framförallt att testpersonerna inte lyckades mycket bättre än vad slumpen kan åstadkomma med att identifiera komplexa skillnader mellan de föreslagna landmärkena.
Min tolkning av resultaten är därmed att komplexa detaljer normalt sett inte uppmärksammas och inte memoreras hos landmärken vid en snabb betraktelse.

Jag ställde inledningsvis, vid sidan av det huvudsakliga syftet med mitt arbete, villkoret att de metoder som jag arbetade med inte skulle införa sådant som skulle kunna uppfattas som onaturligt för användaren. Jag har därför haft ambitionen att allt det som jag införde skulle smälta in i den övriga omgivningen och därmed inte framhävas. De första två följdfrågor som jag ställde i samband med denna undersökning handlade om att utreda just detta, åtminstone testpersonernas uppfattning om detta.

Den första frågan var ganska indirekt. Där frågade jag om testpersonerna trodde att det skulle ha varit lättare att identifiera landmärkena om de hade vetat vilka landmärkena var, då de såg den animerade sekvensen. Majoriteten av testpersonerna svarade ”ja” på

denna fråga. Detta anser jag talar för att landmärkena smälte in väl i sin omgivning eftersom det tydligen inte var självklart vilka landmärkena var. Om landmärkena inte hade smält in i sin omgivning hade de förmodligen dragit till sig betydligt mera uppmärksamhet. Testpersonerna skulle då troligtvis ha listat ut att det var dessa de skulle titta på och därmed svarat nej på frågan.

Den andra frågan var lite mera rakt på sak. Jag frågade om testpersonerna tyckte att landmärkena kändes som en naturlig del av den övriga omgivningen. Majoriteten av testpersonerna visade sig tycka att åtminstone de flesta av landmärkena kändes som en naturlig del av världen. Enligt svaren på båda dessa frågor var mitt villkor alltså ganska väl tillgodosett för denna undersökning.

Liksom i samband med föregående undersökning tyckte jag att det var intressant att dra en parallell med motsvarande situationer i verkliga omgivningar. Detta gjorde jag även denna gång genom att ställa ytterligare en följdfråga. Denna fråga rörde alltså testpersonernas uppfattning om hur de tror att de skulle ha presterat om bilderna som ingick i testmaterialet istället skulle ha varit foton av verkliga landmärken. Resultatet blev liksom i föregående fall signifikant då samtliga testpersoner trodde att de skulle ha presterat sämre i en verklig omgivning. Nästan samtliga hade dessutom i stort sett samma argument. Det vill säga att de tror att den enklare återgivningen i en virtuell omgivning framhäver skillnader, när det gäller landmärkets form och de få detaljer som finns hos landmärket i en virtuell omgivning.

8.4 Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarhet och identifierbarhet

I tabell 9 nedan presenterar jag de siffermässiga data som undersökningen kring dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarhet och identifierbarhet resulterade i. Dessa data baseras på hur väl testpersonerna visade sig minnas utseendet hos ett antal utvalda landmärken ur den visade animationen, i fallet då dynamiska effekter fanns implementerade respektive i fallet när de inte fanns implementerade. Värdena svarar i detta fall emot antalet av de utvalda landmärkena som de olika testpersonerna klarade av att identifiera.

Person (1-5 Med dynamiska egenskaper) (6-10 Utan dynamiska egenskaper)	**Rätt**	**Fel**
1	3	1
2	3	1
3	2	2
4	3	1
5	4	0
Snitt (Cirka)	3	1
6	2	2
7	1	3
8	1	3
9	2	2
10	2	2
Snitt (Cirka)	1,6	2,4

Tabell 9. Antalet landmärken som de olika testpersonerna klarade av att identifiera i de två olika fallen

Analys och tolkning av resultat:

Resultaten som jag fick ifrån denna undersökning visade som synes en ganska signifikant skillnad mellan de två fallen. Dessutom fanns där inte heller någon större variation i resultaten för respektive fall. Det är därmed, av resultaten att döma, ingen större tvekan om att de dynamiska effekterna hade en positiv inverkan på memorerbarheten, åtminstone av de berörda landmärkena i denna situation. Det som däremot inte framgår av detta resultat är varför och på vilket sätt som testpersonerna påverkades. Detta har jag försökt att utreda med hjälp av en mindre diskussion med var och en av testpersonerna kring följdfrågan: ”Påverkade ljuden och rörelserna hos landmärkena din uppmärksamhet på dessa, och i så fall hur?”. De svar som jag fick på denna fråga var inte riktigt vad jag hade väntat mig. De som testades mot versionen med dynamiska effekter presterade, som sagt, markant bättre än de som testades mot versionen utan. Trots detta så svarade de flesta av de tillfrågade att de inte trodde att de dynamiska effekterna påverkade den uppmärksamhet som de medvetet ägnade åt de berörda landmärkena. Istället svarade de att de trodde att de dynamiska effekterna hade en mera undermedveten inverkan på deras uppmärksamhet. Det vill säga att de förmodligen var mera uppmärksamma på dessa landmärken utan att själva tänka på det.

Detta var som sagt ingenting som jag hade förväntat mig inför undersökningen. Däremot hade jag faktiskt hoppats på att resultatet skulle bli just detta. Vid en naturlig vistelse i en interaktiv virtuell omgivning, där personen i fråga inte har något direkt syfte eller motiv med sin vistelse, tror jag nämligen att en undermedveten påverkan är mera effektiv när det gäller att väcka personens uppmärksamhet. Det förefaller ganska naturligt att vi inte medvetet ägnar vår uppmärksamhet åt sådant som vi inte har, eller åtminstone inte vet att vi har något intresse för. Detta är naturligtvis ofta fallet då en

människa på ett naturligt sätt lär sig om en omgivning, vi befinner oss i omgivningen men gör det inte medvetet i syfte att lära oss om denna.

Att de dynamiska effekterna troligtvis hade en undermedveten inverkan talar dessutom för att de dynamiska effekterna smälte väl in i omgivningen. Om de inte hade gjort det har jag nämligen svårt att tro att de inte skulle ha en medveten inverkan på testpersonerna.

Frågan om huruvida själva landmärkena smälte in i omgivningen utredde jag även i detta fall på samma sätt som i samband med föregående undersökning, dvs genom att ställa de två följdfrågorna ” Tror du att det hade lyckats med att identifiera fler landmärken om du hade vetat vilka landmärkena var?” och ”Kändes landmärkena i animationen som en del av världen eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?”. Detta gav inte helt oväntat även i detta fall resultatet att mitt villkor, åtminstone enligt testpersonerna var tillgodosett.

Även den parallell jag gjorde med motsvarande situation i verkliga omgivningar gjordes i samband med denna undersökning. Detta gjorde jag även denna gång genom att ställa ytterligare en följdfråga. Denna fråga rörde alltså testpersonernas uppfattning om hur de tror att de skulle ha presterat om bilderna som ingick i testmaterialet istället skulle ha varit foton av verkliga landmärken. Resultatet blev liksom i föregående fall signifikant då samtliga testpersoner trodde att de skulle ha presterat sämre i en verklig omgivning. Nästan samtliga hade dessutom i stort sett samma argument. Det vill säga att de tror att den enklare återgivningen i en virtuell omgivning framhäver skillnader, när det gäller landmärkets form och de få detaljer som finns hos landmärket i en virtuell omgivning.

8.5 Dynamiska egenskaper som anger riktningar

I tabell 10 presenterar jag de siffermässiga data som undersökningen kring dynamiska egenskaper som anger riktningar resulterade i. Dessa data baserades på den tid som de olika testpersonerna tog på sig att genomföra de två olika momenten som ingick i testerna i de två olika fallen, det vill säga med eller utan en dynamisk himmel. Det första momentet har jag i tabellen valt att kalla för ”utforskning” vilket var det momentet då testpersonerna vistades i den aktuella omgivningen i syfte att skaffa sig en överblick över denna. Det andra steget har jag i tabellen valt att kalla ”sökning” vilket var det moment då testpersonerna skulle ta sig från en okänd position till det tidigare utpekade målet.

Person (1-5 Med dynamisk himmel) (6-10 utan dynamisk himmel)	**Tid** **Utforskning**	**Sökning**
1	4:30	1:05
2	2:00	3:15
3	3:55	0:50
4	3:10	0:45
5	3:20	3:00
Snitt (Cirka)	3:20	1:46
6	3:00	2:35
7	2:40	3:10
8	8:00	1:25
9	5:00	1:05
10	3:50	2:50
Snitt (Cirka)	4:30	2:10

Tabell 10. Tiden som de olika testpersonerna tog på sig i testernas två olika steg samt i de två olika fallen.

Som synes i tabellen så fanns ingen stor skillnad mellan de tider som testpersonerna tog på sig i de två olika fallen. Resultaten skiljer sig dock tillräckligt för att man skall kunna dra slutsatsen att den dynamiska himlen med största sannolikhet hade åtminstone en viss inverkan på testpersonernas prestationer. Som synes i tabellen tog testpersonerna alltså mer tid på sig både när det gäller att lära sig om den aktuella omgivningen och när det gäller att utföra själva uppgiften i detta fall. Av de iakttagelser som jag gjorde under testerna framgår det bland annat ganska klart att de testpersoner som utsattes för omgivningen utan dynamisk himmel ägnade mera tid åt att försöka skilja öns två sidor från varandra i testets första steg. Trots att de alltså ägnade mera tid åt detta så visade de sig ha betydligt större problem att skilja öns sidor åt, även i testets andra steg. Utöver att den dynamiska himlen ledde till bättre prestationer, tolkar jag detta som att det var just att ange en riktning som i första hand bidrog till bättre prestationer. Den dynamiska himlen kan naturligtvis tänkas inverka även på andra sätt. Eftersom skillnaden när det gäller hur testpersonerna lyckades med att skilja på öns sidor framgick så klart, finner jag dock detta som tillräckligt för min tolkning och därmed också för min hypotes.

En intressant fråga är, liksom i samband med undersökningen om dynamiska effekter hos landmärken, om den dynamiska himlen påverkade testpersonerna medvetet eller omedvetet, d v s om testpersonerna medvetet utnyttjade den dynamiska himlen som en del av sin strategi eller om de omedvetet utnyttjade himlen utan att själva veta om det. Detta har jag försökt utreda med hjälp av följdfrågan: ”Tänkte du på att himlen rörde sig i en viss riktning och hur utnyttjade du i så fall det?”. På denna fråga svarade samtliga att de inte medvetet utnyttjade himlen. När jag efter att ha ställt frågan lät testpersonerna titta på världen och framförallt den dynamiska himlen en gång till var de allra flesta ganska övertygade om att himlen hade haft en viss men dock omedveten inver-

kan på deras prestation. Med samma motivering som i samband med föregående undersökning såg jag detta som ett väldigt önskvärt resultat.

Även i samband med denna undersökning var det naturligtvis intressant att undersöka testpersonernas syn på hur väl landmärkena smälte in i omgivningen och därmed också hur väl mitt villkor var tillgodosett. I detta fall gjorde jag helt enkelt detta enbart genom att ställa följdfrågan: ” Kändes landmärkena i den virtuella omgivningen som en del av denna eller framgick det att de fanns där för något särskilt syfte?”. Jag fick då generellt sett svaret att landmärkena förvisso smälte in bra men att världen som helhet kändes en gnutta för statisk och enformig. Detta är något som jag var medveten om men vilket jag inte tror har påverkat resultatet. Inverkan av detta har ju rimligtvis varit densamma i båda de fall som jag har jämfört.

Diskussionen om enformighet kom upp även i samband med följdfrågan ”Tror du att den uppgift som du fick hade varit lättare att genomföra om du hade fått genomföra den i en motsvarande men verklig omgivning?”. Det visade sig nämligen att de flesta av testpersonerna trodde att de skulle ha presterat bättre i en motsvarande men verklig omgivning med motiveringen att en verklig omgivning normalt sett är mycket mera varierad. Att en mera varierad omgivning är lättare att navigera i är ingenting jag vänder mig mot, bland annat eftersom det till och med överensstämmer med min egen litteratursammanfattning. Som sagt tror jag dock inte att detta har påverkat mina resultat så mycket eftersom båda de fall som jag har jämfört rimligtvis har påverkats mer eller mindre på samma sätt av detta.

8.6 Avslutande tester av tidigare undersökta hypoteser i en interaktiv omgivning

I tabell 11 nedan presenterar jag de siffermässiga data som de avslutande testerna resulterade i. Dessa data baserades liksom i samband med föregående undersökning på den tid som de olika testpersonerna tog på sig att genomföra de två olika momenten som ingick i testerna i de två olika fallen. Med de två olika fallen syftar jag alltså på testerna gjorda med förutsättningar för respektive emot mina hypoteser ifrån föregående undersökningar. Precis som i samband med föregående undersökning har jag valt att kalla det första momentet i tabellen för ”utforskning”, vilket var det moment då testpersonerna vistades i den aktuella omgivningen i syfte att skaffa sig en överblick över denna. Det andra steget har jag följaktligen valt att kalla ”sökning” vilket var det moment då testpersonerna skulle ta sig från en okänd position till det tidigare utpekade målet.

Person	**Tid**	
(1-5 För mina hypoteser)		
(6-10 Endast dynamisk himmel)	**Utforskning**	**Sökning**
1	1:45	0:45
2	2:35	1:45
3	2:00	0:55
4	1:40	1:25
5	2:15	2:45
Snitt (Cirka)	2:03	1:30
6	4:30	1:05
7	2:00	3:15
8	3:55	0:50
9	3:10	0:45
10	3:20	3:00
Snitt (Cirka)	3:20	1:46

Tabell 11. Tiden som de olika testpersonerna tog på sig i testernas två olika steg samt i de två olika fallen.

Analys och tolkning av resultat

Denna undersökning var som sagt i sitt genomförande identisk med föregående undersökning, bortsett från att jag utökat den ena versionen av den interaktiva omgivningen så att den stämmer överens med alla mina hypoteser från tidigare undersökningar. Som referens har jag valt att använda resultaten från testerna med endast den dynamiska himlen implementerad från föregående undersökning.

Om vi tittar på resultaten från de tester som utfördes med versionen som stämmer överens med mina hypoteser så ser vi att resultaten faktiskt var bättre än resultaten ifrån de tester som utfördes endast med den dynamiska himlen implementerad, i samband med föregående undersökning. Resultaten var särskilt förbättrade med avseende på den tid testpersonerna tog på sig för att lära sig den aktuella omgivningen (utforskning). Anledningen till detta var enligt de observationer som jag gjorde att det, i fallet som stämmer överens med mina hypoteser, visade sig vara betydligt lättare att lära sig skilja på de två sidorna, jämfört med då endast den dynamiska himlen fanns implementerad. Det framgår däremot även av resultaten att testpersonerna inte tog så mycket mindre tid på sig för att utföra själva sökningen i detta fall. Förmodligen berodde detta på att testpersonerna som testades med versionen med endast en dynamisk himmel ägnade mera tid åt att orientera sig i omgivningen och därmed även åt att lära sig skilja de två sidorna åt.

8.7 Resultatsammanfattning

Resultaten från mina undersökningar talar enligt min tolkning för att de hypoteser som jag hade med stor sannolikhet var sanna. Det vill säga att:

- Karakteristiska former hos landmärken kan ha en inverkan på möjligheten att identifiera ett landmärke oberoende av betraktelsepunkt i en virtuell omgivning.
- I fall av hög visuell komplexitet minns vi människor endast en förenklad bild av det aktuella objektet. (Detta objekt skulle exempelvis kunna vara ett landmärke i en virtuell värld).
- I en virtuell omgivning innebär dynamiska egenskaper hos landmärken förbättrade möjligheter för användaren både att identifiera och memorera själva landmärkena.
- Dynamiska egenskaper i en virtuell omgivning kan förmedla en referensriktning till användaren. En sådan referensriktning är ett bra stöd för användaren med avseende på navigering.

Intressanta var även de svar som jag fick på de följdfrågor som jag ställde. Bland annat ledde dessa till testpersonernas uppfattning om huruvida de villkor som jag ställde inför mitt arbete var uppfyllda. Med detta syftar jag på huruvida de landmärken och effekter som jag implementerade smälte in och då var en naturlig del av den aktuella omgivningen. Följdfrågorna ledde dessutom till ytterligare ett antal intressanta resultat. Ett exempel på detta utgörs av den parallell som jag försökte göra till liknande situationer i verkliga omgivningar. Med detta syftar jag på hur testpersonerna uppfattade att förutsättningarna för de aktuella situationerna skiljer sig mellan den virtuella omgivning som de utsattes för och en motsvarande men verklig omgivning. Detta visade sig vara beroende av den aktuella situationen. Det visade sig att testpersonerna åt ena sidan trodde att förutsättningarna för att minnas återgivningen av olika objekt var bättre i en virtuell värld eftersom den är mera begränsad i sin återgivning. Å andra sidan trodde de flesta, åtminstone när de jämförde med den omgivning som ingick i undersökningarna, generellt sett att navigering skulle vara lättare i en verklig omgivning. Som orsak angavs att en verklig omgivning normalt sett är mycket mera varierad och därmed mera lättnavigerad. Detta betvivlar jag naturligtvis inte.

9 Rekommendationer

Mina förhoppningar är naturligtvis att resultaten från mina undersökningar skall vara en hjälp för den som har för avsikt att skapa en virtuell omgivning med goda förutsätt-

ningar för navigering. Eftersom omfattningen av mitt arbete var förhållandevis liten så var dock inte syftet att ge någon komplett guide inom området utan snarare att ge några tips om hur en virtuell värld i vissa avseenden kan förbättras med avseende på navigering.

Med tanke på arbetets begränsade omfattning utgör arbetet i första hand en grund eller en åtminstone en del av en möjlig fortsatt studie inom området. Ett tänkbart område att utvidga denna studie till är exempelvis de mycket ytliga försök som jag gjorde att jämföra med motsvarande situationer i verkliga omgivningar. Jag anser att en vidare utredning av sådana jämförelser skulle kunna vara mycket intressanta, eftersom de troligtvis skulle leda till viktiga slutsatser om hur virtuella världar skulle kunna förbättras med avseende på förutsättningarna för navigering.

10 Litteraturförteckning

(1) Darken, Rudolph P., Sibert, John L. Wayfinding Strategies and Behaviors in Large Virtual Worlds (1996), Proceedings of *CHI '96* URL: http://www.acm.org/sigchi/chi96/proceedings/papers/Darken/Rpd_txt.htm, Last visited: 03/12/02

(2) Vinson, N.G. Design Guidelines For Landmarks to Support Navigation in Virtual Environments (1999), Proceedings of *CHI '99*, Pittsburgh, Pennsylvania URL: ftp://ai.iit.nrc.ca/pub/iit-papers/NRC-43578.pdf, Last visited 09/12/02

(3) Gärling, Tommy, Golledar, Reginald G. *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches* (1996), (Advance in Psychology, North-Holland)

(4) Faulkner, Christine *The Essence of Human-Computer Interaction* (1998), Prentice hall

(5) Satalich, Glenna A. *Navigation and Wayfinding in Virtual Reality: Fining Proper Tools and Cues to Enhance Navigation Awareness* URL: http://www.hitl.washington.edu/publications/satalich/ref.html Last visited: 03/12/02

(6) Dieberger, Andreas *Navigation in Textual Virtual Environments using a City Metaphor (2000)* URL: http://juggle5.50megs.com/WORK/publications/thesis/Thesis.html Last visited: 03/12/02

(7) Hunt, Earl, Waller, David *Orientation and Wayfinding: A Rewiev* (1999), URL: http://depts.washington.edu/huntlab/vr/pubs/huntreview.pdf Last visited: 03/12/02

(8) Booth, Kellog, Fisher, Brian, Page, Steven, Ware, Collin, Widden, Sherri *Wayfinding in a Virtual Environment (2000)* URL: http://www.cs.ubc.ca/labs/imager/tr/pdf/booth.2000a.pdf, Last Visited: 03/12/02

(9) Ingram Rob, Benford Steve, Legibility Enhancement for Information Visualisation(1995), Proceedings of *IEEE VIZ´95* , URL: ftp://ftp.crg.cs.nott.az.uk/papers/VIZ95.ps.gz, Last visited: 03/12/02

(10) Norman, Donald A. *The Design of Everyday Things* (1998), Double day

(11) Bowman, Doug A., Hodges, Larry F., Don Allison, Jean Wineman The Educational Value of an Information-Rich Virtual Environment (1999), *Presence:Teleoperators and Virtual Environments, vol. 8, no. 3, June 1999, pp. 317-331*, URL: http://people.cs.vt.edu/~bowman/papers/gorilla_education.pdf, Last visited: 09/12/02

(12) Bowman, Doug A. *Interaction Techniques for Common Tasks Immersive Virtual Environments* (1999), URL: http://people.cs.vt.edu/~bowman/thesis/thesis_front.pdf, Last visited: 09/12/02

(13) Schuemie Martijn J., Van Der Straaten, Peter, Krijn, Merel, Van Der Mast, Charles A.P.G. Research on Presence in VR: a Survey (2001) *Presence: Cyberpsychology and Behavior, Vol.4, No.2, April 2001, pp.183-202* URL: http://graphics.tudelft.nl/~vrphobia/surveypub.pdf

(14) Witmer, Bob G. Singer, Michael J. *Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionary* (1998), US army research institute for the behavioural and social sciences, URL: http://mitpress.mit.edu/journals/PRES/ps00734.pdf Last visited 03/12/02

(15) Wiederhold, Brenda K., Davis, Renee, Wiederhold, Mark D. The effects of immersiveness on physiology (1998), *Proceedings of Virtual Environments In Clinical Psychology and Neuroscience* , URL: http://utenti.lycos.it/dualband/pdf2/wieder.pdf , Last visited: 03/12/02

(16) Steven M. Drucker, Tinsley A. Galayean, David Zeltzer
Cinema: A System for Procedural Camera Movements (1992),
Proceedings of the 1992 Symposium on Interactive 3D Graphics
URL: mit.edu/~smd/papers/SIG92symp.pdf

(17) Bowman, Doug A., Koller, David, Hodges, Larry F.
Evaluation of Movement Control Techniques for Immersive Virtual Environments (1997), URL: http://cs.ru.ac.za/homes/g97rc001/papers/96-23.pdf

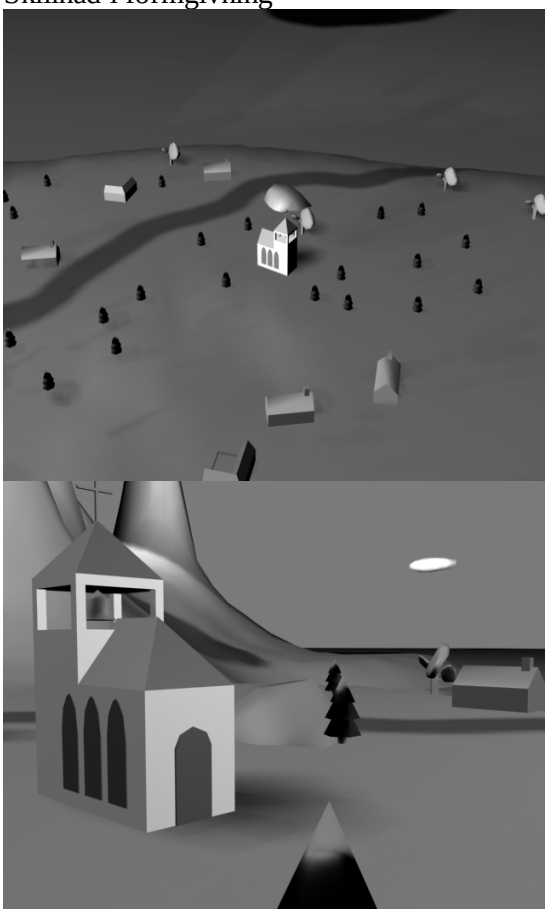
11 Appendix

Bilder:

Nedan följer ett urval av de bilder som jag använde som underlag för de val som testpersonerna gjorde i samband med en del av undersökningarna. Syftet är enbart att visa ungefär hur bilderna såg ut och skiljde sig ifrån varandra. (Observera att bilderna visades i ett större format och i färg vid undersökningarna.)

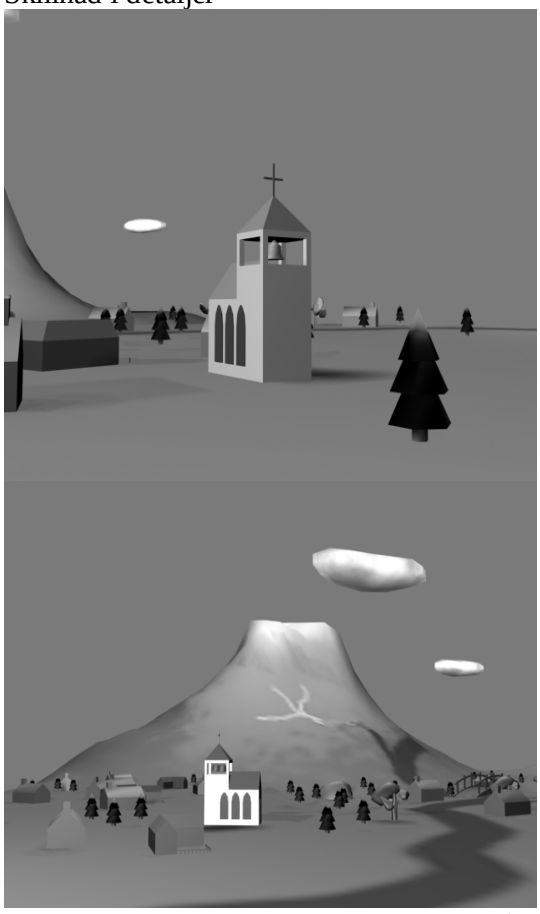
Identifierbarhet oberoende av betraktelsepunkt

Skillnad i formgivning



Skillnad: I den undre bilden har kyrkans tak en fasning

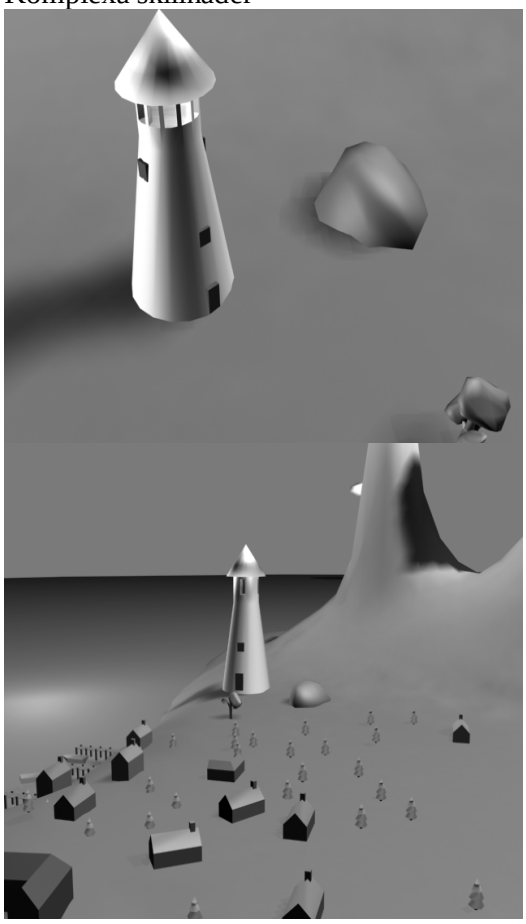
Skillnad i detaljer



Skillnad: I den undre bilden har kyrkan två klockor och i den övre bara en.

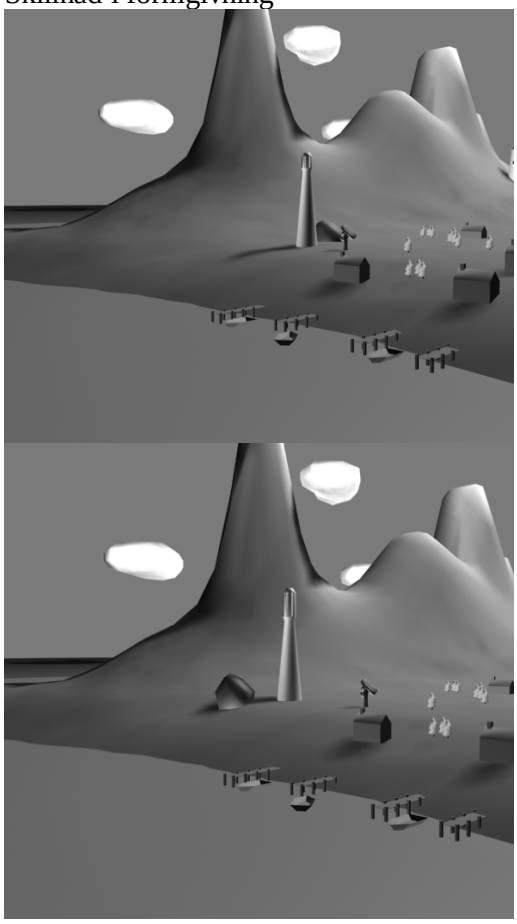
Komplexiteten i ett landmärkes visuella återgivning

Komplexa skillnader



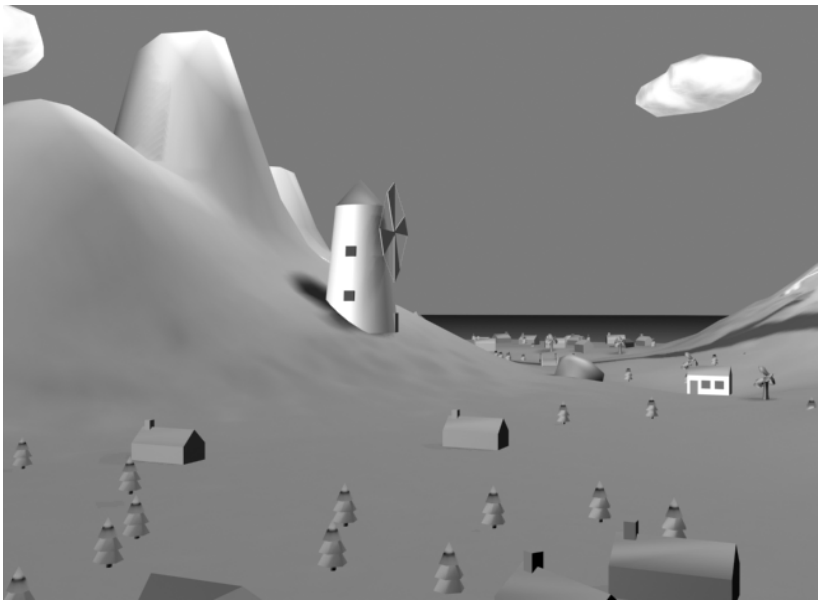
Skillnad: Placering av fönster samt täthet av gluggarna i fyrens topp

Skillnad i formgivning

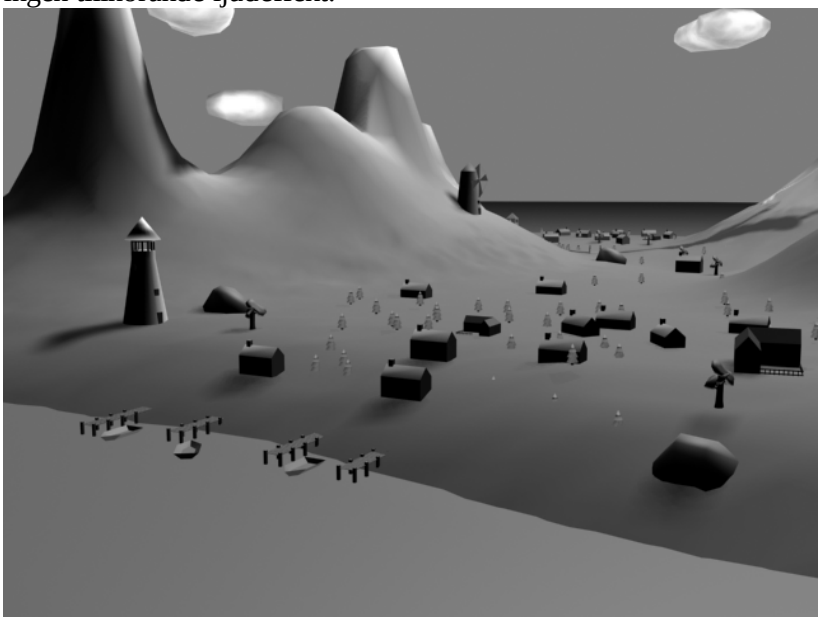


Skillnad: Formen av fyrens topp

Dynamiska egenskapers påverkan på memorerbarheten och identifierbarheten



Skillnad: Roterande vingar med tillhörande ljudeffekt/ statisk, ingen tillhörande ljudeffekt.



Guppande båtar samt skvalpande vatten/ statisk, ingen tillhörande ljud effekt.

Via följande länk hittar man ett exempel på hur de animationer som jag använde som underlag för en del av testerna såg ut:

http://www.angelfire.com/falcon/spiros/Exempel.mov

Via följande länk hittar man de Quake III världar som jag använde som underlag för att genomföra en del av testerna:

http://www.angelfire.com/falcon/spiros/Maps.ace