

**Effekten av olika presentationssätts inverkan på
tredimensionella avståndsbedömningar i ett
tvådimensionellt gränssnitt.**

(HS-IDA-EA-01-503)

Joakim Fransson (a98joafr@student.his.se)

*Institutionen för datavetenskap
Högskolan Skövde, Box 408
S-541 28 Skövde, SWEDEN*

Examensarbete på det kognitionsvetenskapliga programmet
under vårterminen 2001.

Handledare: Måns Holgersson

**Effekten av olika presentationssätts inverkan på tredimensionella
avståndsbedömningar i ett tvådimensionellt gränssnitt.**

Joakim Fransson (a98joafr@student.his.se)

Examensrapport inlämnad av Joakim Fransson till Högskolan i Skövde, för
Kandidatexamen (B.Sc.) vid Institutionen för Datavetenskap.

2001-06-08

Härmed intygas att allt material i denna rapport, vilket inte är mitt eget, har blivit
tydligt identifierat och att inget material är inkluderat som tidigare använts för
erhållande av annan examen.

Signerat: _____

Effekten av olika presentationssätts inverkan på tredimensionella avståndsbedömningar i ett tvådimensionellt gränssnitt.

Joakim Fransson (a98joafr@student.his.se)

Sammanfattning

Hur påverkas effektiviteten när olika typer av presentationssätt används för att presentera tredimensionell ursprungsdata i ett tvådimensionellt gränssnitt? För att undersöka detta har tre typer av presentationssätt använts i en kvantitativ undersökning. Presentationssättet skiljer sig på hur höjden beskrivs för ett objekt. Där den första presentationstypen som tas upp i rapporten använder sig av djupledtrådar. Den andra typen är abstrakta objekt, den tredje och sista använder sig av siffror för att beskriva höjden.

Resultaten som framkom i studien pekar på att det finns skillnader mellan de olika typerna av presentationssätt. Den effektivaste presentationstypen är den som använder djupledtrådar för att presentera höjden.

Nyckelord: Visuell perception, gränssnitt, djupledtrådar, avståndsbedömningar.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduktion | 1 |
| 1.1 | Tilläggsinformation | 2 |
| 1.2 | Mappning | 3 |
| 2 | Bakgrund | 6 |
| 2.1 | Två typer av djupseende | 6 |
| 2.2 | Egocentrisk kontra exocentrisk perspektiv | 7 |
| 2.3 | Djupledtrådar | 7 |
| 2.3.1 | Oculomotoriska djupledtrådar | 7 |
| 2.3.2 | Binokulära djupledtrådar | 8 |
| 2.3.3 | Monokulära djupledtrådar | 10 |
| 3 | Problemställning | 13 |
| 3.1 | Avgränsningar | 13 |
| 3.1.1 | Betraktaren | 13 |
| 3.1.2 | Stimuli | 14 |
| 3.1.3 | Avstånd med avseende på city-block eller euklidisk metrik | 15 |
| 3.2 | Frågeställning och förväntat resultat | 16 |
| 4 | Metod | 18 |
| 4.1 | Metodval | 18 |
| 4.2 | Experiment | 19 |
| 4.2.1 | Design | 19 |
| 4.2.2 | Material | 20 |
| 4.2.3 | Försöksdeltagare | 24 |
| 4.2.4 | Genomförande | 24 |
| 5 | Resultat | 25 |
| 5.1 | Reaktionstid | 25 |
| 5.2 | Korrekthet | 26 |
| 5.3 | Sammanställning av resultat | 27 |
| 6 | Diskussion | 29 |
| 6.1 | Resultat | 29 |
| 6.2 | Metod | 29 |
| 6.3 | Slutsatser | 30 |
| 6.4 | Uppslag till fortsatt arbete | 31 |
| 7 | Referenser | |
| 8 | Bilagor | |

1 Introduktion

Mänskligheten har utvecklats under tusentals år och under tidens gång har vi anpassat oss till den miljö som vi vistas i. Redan som barn kan vi uppfatta tredimensionell (3D) information i statiska bilder (Bhatt & Waters, 1998). I denna miljö som till sin natur är tredimensionell, finns en begränsning som gör att vi inte kan förflytta oss i tre dimensioner. Gravitationen drar oss mot jorden och förhindrar oss till förflyttning i höjddled vilket leder till att vi endast kan förflytta oss i två dimensioner. Trots rörelsebegränsningen kan vi dock perceptuera alla tre dimensionerna. Det finns några teorier som försöker förklara helheten inom perceptionsområdet, där de främsta är Marr och Gibson. Gibson hävdar att vi drar nytta av vår möjlighet att förflytta oss och att vi inte bara står stilla och passivt registrerar omgivningen, utan aktivt tar den till oss. Detta är en del av vad Gibson (1979) påpekar i sin ekologiska teori. Marrs (1982) övergripande teori om visuell perception utvecklades under början av 80-talet och utgår ifrån bilden som perceptueras. Med utgångspunkten i ett botten-upp perspektiv tolkas sedan bilden i flera steg. Dessa mer övergripande teorier kommer inte vidare att belysas, utan fokus kommer att ligga på en lägre detaljnivå. Oavsett teori är förmågan att ta till sig information, perceptuera, något som är väl utvecklat hos människan. Av de fem sinnen som vi har står den visuella perceptionen för cirka 80 % av informationsinhämtningen (Gregory & Colman, 1996), med andra ord är synen en av våra viktigaste förmågor.

Att efterlikna den värld som vi lever i är inte det lättaste. Men med dagens teknik och den kapacitet som datorerna nu har uppnått, har vi möjligheten att modellera verkligheten. Till exempel är det nu möjligt att modellera tredimensionell data och presentera den grafiskt på en monitor. Ett exempel på tredimensionell data är den verklighet som vi lever i. Att sedan presentera den modellerade datan på en monitor, som i och för sig är plan, vilket innebär att den är tvådimensionell (2D) och den tredje dimensionen saknas är vanskligare. För att få den tredimensionella känslan i enbart två dimensioner krävs det att man använder sig av olika ledtrådar, vilka leder till att man får en känsla av djup och avstånd i bilden.

Vill man presentera information från en dator sker det i dag till största delen på monitorer, även om det finns möjligheter till att använda projektorer, där man får en större bildyta. Andra alternativ är att använda sig av olika typer av Virtual Reality (VR) hjälpmedel. Till exempel VR-glasögon eller någon typ av VR-kub där man kan röra sig fritt i. Dock finns det både tekniska och fysiska begränsningar som gör att dessa alternativ vidare inte kommer att beaktas i denna rapport, utan endast 2D monitor kommer att användas som presentationsyta. Följaktligen kommer endast den typ av information som går att presentera på en tvådimensionell monitor och information som till sitt ursprung är tredimensionell att beaktas.

Trots begränsningar både i materialet som används och hur det skall presenteras, finns det specifika tillämpningsområden. Ett område där ursprungsdatan är tredimensionell och presenteras på en tvådimensionell bildskärm är radargränssnitt, vilket exempelvis används av flygledare och radaroperatörer. Skall tredimensionell ursprungsdata presenteras på en tvådimensionell bildskärm innebär det begränsningar då det saknas en dimension. Ett alternativ är att presentera ursprungsdatan i en upplevd tredimensionell miljö, till exempel olika populära 3D spel som Quake med flera. Det andra alternativet är att presentera ursprungsdatan i två dimensioner, men för att inte

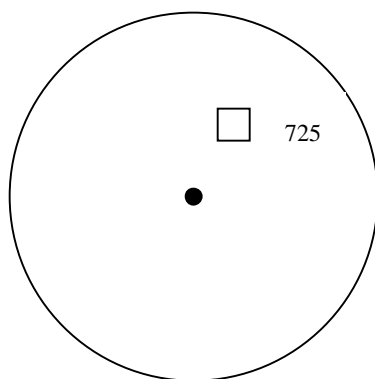
1 Introduktion

gå miste om viss information måste man använda sig av tilläggsinformation för den tredje dimensionen. För man över presentationssättet 2D plus tilläggsinformation till en akvariemetafor, skulle en fisks position i akvariet sett uppifrån motsvaras av de två dimensionerna. Medan dess höjd över botten skulle representeras av tilläggsinformation. Fokus i denna rapport kommer att ligga på hur vi kan presentera tredimensionell ursprungsdata på en tvådimensionell monitor. Med andra ord är det inte de två första dimensionerna som är mest intressanta utan den tredje dimensionen, vilken genomgående är kopplad mot höjden, som inte direkt går att rita ut på en tvådimensionell yta som en bildskärm.

1.1 Tilläggsinformation

Har man tvådimensionell ursprungsdata, till exempel en position med ett X och ett Y värde och vill presentera denna position i ett koordinatsystem eller på en bildskärm, behövs ingen extra information för att den skall kunna presenteras. Är däremot ursprungsdata tredimensionell och man vill presentera positionen i samma koordinatsystem krävs tilläggsinformation. Tilläggsinformationen får i det fallet samma värde som Z-axeln i ett tredimensionellt koordinatsystem, det vill säga höjden över botten, om vi använder oss av vår akvariemetafor, som fisken befinner sig på.

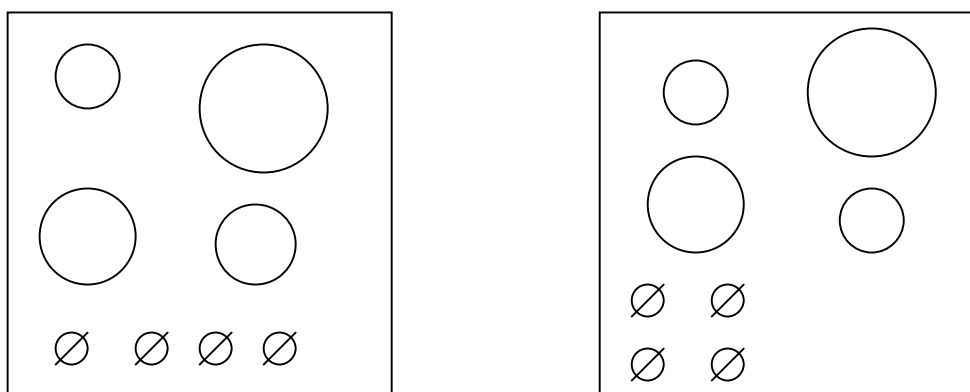
Tilläggsinformationen som används kan delas in i två grupper, symbolisk och perceptuell. Symbolisk tilläggsinformation innebär att man använder sig av kulturellt antagna tecken som siffror och bokstäver och den tilläggsinformation som inte är symbolisk är perceptuell. Sett i ett vidare perspektiv, till exempel om en svensk ser ett kinesiskt tecken blir det perceptuellt för svensken, men tecknet är symboliskt för kinesen. Trots detta har distinktionen valts att användas och avgränsningen har gjorts så att symboliskt är skilt från perceptuellt, alltså ses inte symbolisk tilläggsinformation som perceptuell. Tilläggsinformationen kan vara utformad på flera sätt där ett exempel kan vara en flygradar som visar var flygplanet befinner sig, genom att plotta ut dess position. Dock kan ej höjden visas, men ett alternativ är att beskriva höjden med tilläggsinformation, exempelvis genom att man skriver med siffror vid sidan av flygplanet, vilken höjd det befinner sig på (se figur 1). Alternativa sätt att visa tilläggsinformation på kan vara genom att byta färgnyans på det objekt som illustrerar flygplanet eller att storleken ändras, vilket då skulle innebära att tilläggsinformationen är perceptuell. Med andra ord kan tilläggsinformationen uppenbara sig i olika former, till exempel siffror, former eller färgnyanser.



Figur 1. Punkten är mitten på en radarskärm och fyrkanten symboliserar ett flygplan, med den symboliska tilläggsinformationen 725.

1.2 Mappning

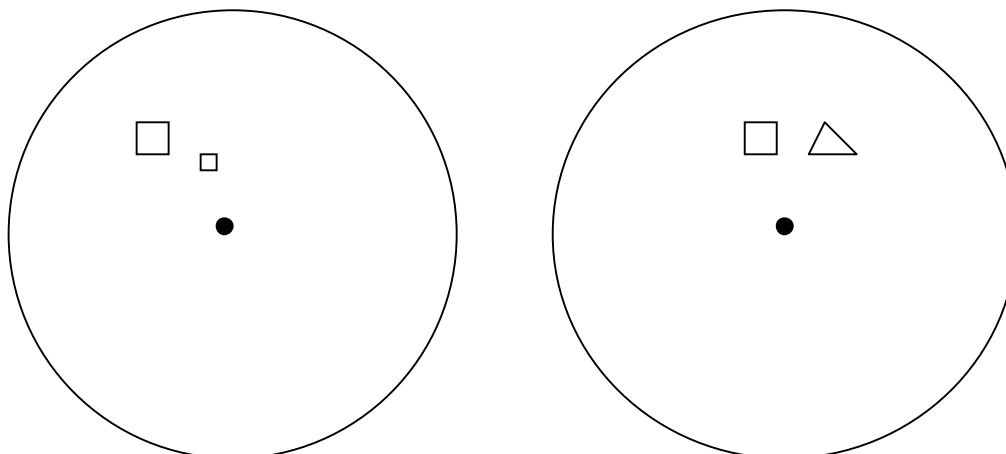
Om tredimensionell information skall presenteras i två dimensioner, krävs det tilläggsinformation för att få samma mängd information som fanns från början. Ett exempel är en radarskärm som visar olika flygplan, positionerna på flygplanen är inga problem att läsa ut när de exempelvis presenteras på en rutnätsbakgrund. Problemet uppträder när man vill veta vilken höjd planet befinner sig på. Ett sätt att presentera denna tredje dimension är med hjälp av former, när flygplanet ändrar höjd förändras formen på objektet som representerar flygplanet i gränssnittet. I och med att vi för in tilläggsinformationen här uppstår ett problem. Vad är det som säger att ett flygplan befinner sig på en viss höjd för att det har en viss form? Detta problem beskriver Norman (1990, 1993) som avsaknad av naturlig mappning. När man uppnått en naturlig mappning i ett system innebär det till exempel att en viss knapp har en viss funktion och denna knapps funktion inte går att feltolka, utifrån kulturella konventioner. Ett exempel som Norman (1990) tar upp är kopplingen mellan vreden på en spis som styr de olika spisplattorna. Placerar man vreden på en lång rad är det svårt att veta vilket vred som styr vilken platta (se figur 2, vänstra delen). Placeras vreden istället vid sidan om i en fyrkant där varje vred styr motsvarande platta, får man en naturlig mappning (se figur 2, högra delen).



Figur 2. Onaturligt mappade respektive naturligt mappade vred på en spishäll (figur fritt efter Norman, 1990 sid. 77).

Den perceptuella tilläggsinformationen kan delas upp ytterligare. De två nya undergrupperna blir naturligt respektive onaturligt mappad tilläggsinformation. Utgår man ifrån exemplet på hur vreden på spisen är placerade, då kan vredens placering dels vara naturligt mappade, dels onaturligt mappade. Den naturligt mappade placeringen kan till exempel utformas som det högra exemplet i figur 2, där det finns en klar koppling mellan vredens placering och plattornas placering (se vidare under djupledtrådar nedan). Den tilläggsinformation som faller under kategorin onaturligt mappad är den tilläggsinformation som inte kan kategoriseras som symbolisk, eller naturligt mappad perceptuell tilläggsinformation.

1 Introduktion

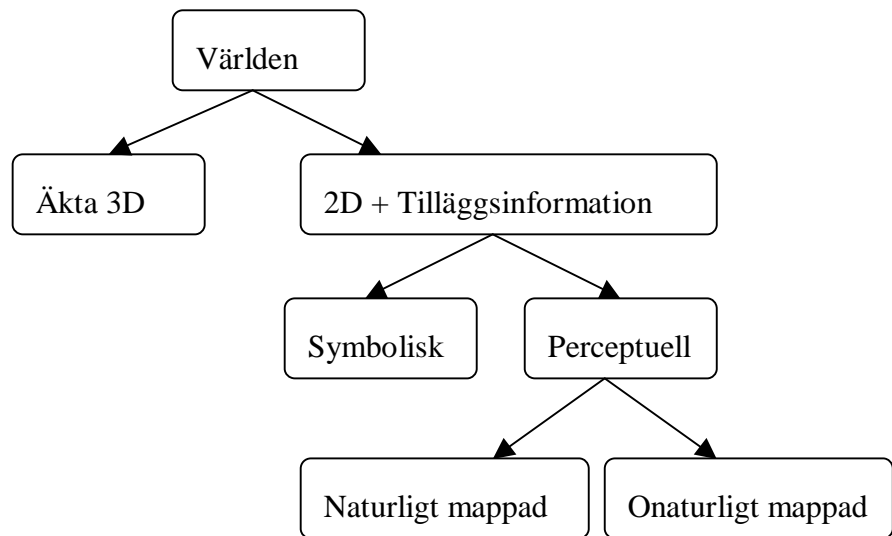


Figur 3. Illustration över hur naturligt respektive onaturligt mappad tilläggsinformation kan användas för att visa höjden över marken.

Betraktar man den vänstra delen av figur 3 är det möjligt att särskilja storleken på objekten, med andra ord kan man anta att det finns en höjdskillnad mellan dem då objekten befinner sig på samma avstånd från mittpunkten men storleken är olika. I figur 3:s högra del är det inte lika uppenbart om inte omöjligt att veta vilket av objekten som befinner sig på den högsta höjden, då det inte finns någon uppenbar koppling mellan form och höjd över marken, vilket också leder till att de inte går att rangordna objekten inbördes. Det finns en möjlighet att rangordna de storleksberoende objekten inbördes eftersom storleksförändringen går att jämföra mellan objekten. För att kunna avgöra vilket av de två storleksberoende objekten som befinner sig på den högsta höjden måste man bestämma vilket håll skalan skall gå åt, till exempel att det minsta objektet befinner sig på den största höjden.

För att gå vidare och på ett mer strukturerat sätt beskriva sambanden mellan de olika typerna av tilläggsinformation används en hierarkisk struktur, vilket även är rekommenderat enligt Dawson (2000). Vidare är det lämpligt att avgränsa problemområdet och utifrån den introduktion som presenterats kan den övergripande hierarkiska indelning göras, där sambanden mellan ursprungsdatan och olika sätt att presentera den framgår i (figur 4). Figur 4 börjar med ursprungsdatan som den högsta noden, som exempel på ursprungsdata kan vår verkliga värld användas. Ursprungsdatan delar sig i löven, äkta 3D och 2D plus tilläggsinformation, där VR är exempel på äkta 3D. 2D plus tilläggsinformation, förgrenas ytterligare i undergrupperna symbolisk och perceptuell tilläggsinformation. Till slut delas den perceptuella tilläggsinformationen in i naturligt respektive onaturligt mappad tilläggsinformation.

1 Introduktion



Figur 4. Hierarkisk indelning av olika presentationssätt av ursprungsdata.

Inledningsvis i introduktionen har övergripande begrepp definierats och förtydligats. De begrepp som får en central position genom resten av rapporten är mappning och tilläggsinformation. En inledande beskrivning av det som anses centralt i föreliggande rapport har gjorts, där generella problem som hur tredimensionell ursprungsdata kan presenteras tvådimensionellt med hjälp av tilläggsinformation, till skillnad i från att presentera ursprungsdatan i äkta 3D. I nästkommande kapitlet redovisas olika aspekter på djupseende, men även utifrån vilket perspektiv man kan betrakta ett gränssnitt. Det som dock dominerar bakgrundskapitlet är genomgången av djupledtrådar, vilka används som utgångspunkt vid indelning av den perceptuella tilläggsinformation och utformande av stimulusmaterial. Det generella problemet som tas upp är alltså hur en tredimensionell ursprungsdata kan presenteras i två dimensioner med tilläggsinformation (figur 4). Tilläggsinformationen kan vara symbolisk eller perceptuell och den perceptuella tilläggsinformationen kan sedan delas in i naturligt mappad och onaturligt mappad tilläggsinformation (figur 4).

2 Bakgrund

2.1 Två typer av djupseende

När vi perceptuerar verkligheten runtomkring oss, finns det två typer av djupseende, dels det absoluta, dels det relativa. Det absoluta djupseendet innebär att vi har möjligheten att bestämma avståndet X (se vänstra delen figur 5) mellan betraktaren B och ett specifikt objekt 1 och ange avståndet i ett längdmått.



Figur 5. Absolut och relativt avstånd

För man över detta till ett 2D koordinatsystem innebär det att man får både riktning och avstånd i förhållande till betraktaren. Ett mer vardagligt exempel är att bestämma hur långt ett streck är som är ritat på en vägg.

Det relativa djupseendet innebär att man kan avgöra huruvida ett objekt 1 (se högra delen figur 5) befinner sig närmare betraktaren B än ett objekt 2. Det innebär att man endast är intresserad av de relationer som råder mellan olika objekt, alltså hur stort X är i förhållande till Y (se högra delen figur 5). För man över detta till ett 2D koordinatsystem innebär det att man endast kan säga huruvida X -värdet för objekt 1 endast är större eller mindre än Y -värdet för objekt 2 och inte hur stor skillnaden är. Ett exempel när den relativa avståndsbedömningen kan användas är om det finns två streck ritade bredvid varandra och jag skall avgöra vilket av dem som är längst.

På motsvarande sätt gäller samma synsätt när man flyttar över avståndsbedömningarna till ett 3D koordinatsystem. För att kunna göra en absolut bedömning i tre dimensioner krävs det absoluta värden på alla tre dimensionerna i ett valfritt längdmått. Återigen är skillnaden den samma mot en relativ bedömning där man endast behöver ett förhållande, det vill säga huruvida ett avstånd är större eller mindre än ett annat. Ett exempel på det absoluta avståndet är att avgöra längden i centimeter som det är till ett äpple som hänger i äppleträdet. Där motsvarande exempel för en relativ bedömning är att avgöra vilket av två äpplen som finns närmast mig.

2. Bakgrund

2.2 Egocentrisk kontra exocentrisk perspektiv

När ett objekt skall betraktas finns det två möjliga betraktningsskildringar att utgå ifrån. Den första betraktningsskildringen är att man använder sig själv som utgångsskildring. Den andra betraktningsskildringen innebär att man ser en representation av sig själv. För att på ett enkelt sätt utveckla dessa begrepp tar vi oss tillbaka till akvariermetaforen. Den egocentriska betraktningsskildringen innebär i det här fallet att man är fisken och befinner sig inuti den, vilket leder till att man ser samma saker som en fisk normalt ser, vilket innebär att man inte kan se vad som finns bakom ryggen på sig själv. På motsvarande sätt i akvariermetaforen skulle ett exocentriskt betraktningsskildring innebär att man fortfarande är fisken men befinner sig utanför den. Med andra ord ser man sig själv som en representation i akvariet. (Wickens, Liang, Prevett & Olmos, 1994; Waller, 1999).

Utgår man ifrån dessa två betraktningsskildringar kan man göra två typer av avståndsbedömningar och de ser lite olika ut beroende på vilken betraktningsskildring man väljer. Oberoende av vilken betraktningsskildring som man väljer kan man alltid göra både absoluta och relativa avståndsbedömningar. Den skillnad som föreligger är att väljer man ett exocentriskt betraktningsskildring har man möjligheten att göra avståndsbedömningar inom objektet, som i det här fallet representeras av fisken, med andra ord kan jag till exempel göra en avståndsbedömning mellan min ryggfena och min stjärtfena. Denna möjlighet att göra avståndsbedömningar inom objektet finns inte vid ett egocentriskt betraktningsskildring. När det gäller radargränssnitt har de traditionellt alltid varit designade utifrån ett exocentriskt perspektiv. Anledningen till detta är att om ett egocentriskt perspektiv intas går informationen som finns bakom ryggen på betraktaren förlorad, vilket inte är önskvärt i denna typ av situationer.

2.3 Djupledtrådar

Den värld vi lever i är tredimensionell och för att kunna uppfatta den behöver vi ledtrådar. Dessa ledtrådar behöver vi hela tiden, till exempel när vi skall styra handen för att greppa en penna, gör man en felbedömning av djupet eller avståndet missar man pennen. De ledtrådar vi behöver för att uppfatta djup benämns djupledtrådar. Djupledtrådar som presenteras nedan kommer att likställas med det som tidigare definierats som naturligt mappad perceptuell tilläggsinformation. Den nedan omfattande genomgången av djupledtrådar är viktig för att kunna urskilja vilka djupledtrådar som är användbara och kan användas som tilläggsinformation i ett gränssnitt. Djupledtrådar i sig är något som vi automatiskt tar till oss och därför är de intressanta att använda i gränssnitt. Det främsta intresset ligger i att undersöka huruvida gränssnittet blir mer effektivt, det vill säga att färre fel görs och att bedömningar utförs snabbare, för till exempel en flygledare. Djupledtrådarna kan vidare delas in i mindre grupper. Första indelningen blir i visuella och oculomotoriska, där de oculomotoriska i sin tur kan delas in i ackommodation och konvergens. De visuella djupledtrådarna kan delas in i två kategorier, dels de som behöver två ögon (binokulära), dels de som bara behöver ett öga (monokulära) (Sekuler & Blake, 1994).

2.3.1 Oculomotoriska djupledtrådar

De oculomotoriska djupledtrådarna är kinetiska till sin natur, vilket innebär att de är en avspiegling på hur mycket muskelkraft det går åt att flytta ögat eller att fokusera.

2. Bakgrund

Vilket innebär att dessa djupledtrådar i sig själva kan avgöra ett absolut avstånd utan kompletterande information. Att avgöra ett absolut avstånd utan eventuell tilläggsinformation är inte möjligt med hjälp endast av visuella djupledtrådar, detta får alltså ses som en stor fördel hos de oculomotoriska djupledtrådarna.

- **Ackommodation**

Ackommodation innebär att linsen i ögat kröks vilket leder till att fokuseringspunkten i ögat där man ser skarpt flyttas. Utifrån hur mycket musklerna i ögat måste arbeta, bestäms det upplevda avståndet. Detta innebär att ackommodation som enda djupledtråd är begränsad då den endast fungerar några få meter framför ögat, vilket beror på att när man fokuserar bara några meter framför sig är musklerna i sitt mest avslappnade läge. Detta innebär att man inte kan få någon tillförlitlig avståndsinformation, i det läget. Det är dock denna princip som används till exempel i spegelreflexkameror för att ställa in avståndsskärpan. Enligt Kunnapas (1968 i Sekuler & Blake, 1994) kan man med ackommodation som enda djupledtråd inte med ett tillfredställande resultat fastställa avståndet till ett objekt.

- **Konvergens**

När man panorerar med ögonen, alltså flyttar dem i sidled, används extraculärmuskulerna. Det är samma muskler som används när man betraktar ett objekt och följer det i djupled. Prova och känn efter hur musklerna spänns när du betraktar ett finger på en armlängds avstånd och för det mot näsan, ju närmre fingret kommer näsan desto mer måste ögonen vinklas in för att kunna se fingret. Att mäta konvergens med hjälp av ett instrument skulle vara möjligt. En typ av spänningsmätare skulle kunna kopplas in på ögonmusklerna som mäter hur mycket musklerna spänner sig och utifrån detta kunna avgöra på vilket avstånd ett objekt befinner sig. Hur väl fungerar då konvergens som enda djupledtråd? Ögat har ett läge där det är som mest avslappnat och det ligger runt 6 meter (Hershenson, 1999). När man tittar rakt fram så har man noll spänning på extraculärmuskulerna. På avstånd kortare än 6 meter innebär det att man behöver spänna musklerna, detta är enligt Grant, (1942 i Sekuler & Blake, 1994) en tillräcklig källa till djupseende, när andra ledtrådar saknas, men med begränsningen att avstånd över 6 meter inte går att särskilja från varandra.

2.3.2 Binokulära djupledtrådar

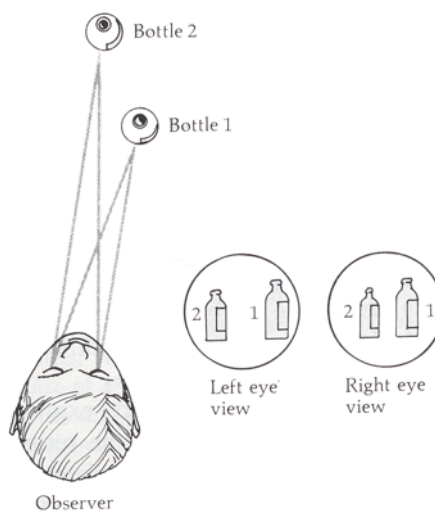
De binokulära djupledtrådarna kräver att båda ögonen används för att djupledtråden skall uppfattas. När det gäller binokulära djupledtrådar finns det två, den första som skiljer på den information vi får in till respektive öga och den andra som utnyttjar ögonens placering i ansiktet och därmed skillnaden mellan dem.

- **Disparitetsteorin**

Disparitetsteorin innebär att bilderna som avspeglas på näthinnorna är olika. Teorin bygger på att dessa två olika bilder ger upphov till ett stereoseende som en omedelbar respons på de disparata näthinnebilderna. Skillnaden mellan de olika näthinnebilderna ses som en informationskälla till djupseendet (Sekuler & Blake, 1994). Kan denna skillnad användas som enda informationskälla för att få fram den absoluta distansen? Eller förklarar den endast det relativa avståndet. Väljer man att teorin endast kan

2. Bakgrund

förklara det relativa avståndet, alltså förhållandet mellan två objekt, skulle detta innebära att flaska 1 befinner sig 10 cm från betraktaren och flaska 2 befinner sig 40 cm från betraktaren (figur 6). I och med förhållandet kan avstånden lika väl vara att flaska 1 befinner sig 100 meter från betraktaren och flaska 2 befinner sig 400 meter från betraktaren.



Figur 6. Illustrerar de disparata näthinnebilderna (hämtad ur Sekule & Blake, 1994. sid 214)

Väljer man denna begränsade teoretiska väg innebär det att teorin inte tillför speciellt mycket. Skall vi på något sätt avgöra hur långt bort ett objekt befinner sig, måste vi lägga till perceptuell inläring till teorin. Vilket innebär att objektet är känt sedan tidigare och på detta sätt får vi en referens till det ena objektet. I och med tillägget om perceptuell inläring försvinner enkelheten i teorin. Om det trots allt skulle vara så att det binokulära systemet är dominant och innebär att vi kan se djup, innebär det i princip att vi inte skulle uppfatta djup när vi ser på TV eller fotografier eftersom vi då betraktar en plan yta. Vi får här ett direkt motsäggande då både TV och fotografier kan ge en djupupplevelse. Att argumentera för att stereoseendet är en del av hela det perceptuella synsystemet är inte helt orealistiskt, speciellt om man kan se det binokulära synsystemets roll som att det ibland fyller viss funktion och ibland är systemet hämmat (Eriksson, 1975).

- **Konvergens**

Till skillnad från den konvergens som togs upp under de okulomotoriska ledtrådarna är den konvergens som här presenteras under binokulära ledtrådar inte kinetisk. Skillnaden ligger i att den binokulära konvergens utnyttjar att vinkeln mellan ögonen ändras, beroende på hur avståndet mellan betraktaren och objektet som betraktas ändras. Den binokulära konvergens är alltså inte kopplad till hur mycket en viss muskel måste ansträngas (O'Donnell & Smith, 1994). Ett objekt som befinner sig långt bort har nästan parallella linjer, vilka mäts ifrån det optiska centrumet i ögat (Eriksson, 1975) däremot har ett objekt som befinner sig nära betraktaren en mycket stor vinkel mellan linjerna. Enligt konvergensteorin beror det perceptuella djupet eller den perceptuella distansen i den tredje dimensionen på att hjärnan registrerar olika konvergensgrader i enlighet med trianguleringens geometriska princip. Med andra ord använder man omedvetet Pythagoras sats för att räkna ut avståndet mellan ögonen och

2. Bakgrund

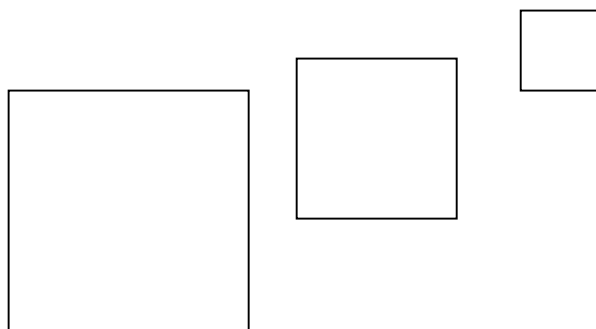
objektet. Detta är en djupledtråd som för sig själv, vid avsaknad av andra djupledtrådar skulle kunna bedöma avståndet. (Eriksson, 1975)

2.3.3 Monokulära djupledtrådar

När man håller för sitt ena öga och bara betraktar världen med ett öga, noterar man att ett visst djupseende fortfarande är närvarande. Detta beror på att vissa djupledtrådar är monokulära, vilket innebär att endast ett öga behövs för att de skall fungera. Flera av de djupledtrådar som tas upp under detta kapitlet kommer från konsten och utvecklades av konstnärer för att kunna illustrera djup i sina målningar. På den teoretiska sidan satte sedan Helmholtz grundstenarna vad det gäller omedveten slutledning och ur detta ursprung växer sedan cue-teorin fram, vilken innefattar de olika djupledtrådarna. Denna teori innebär att det är flera samverkande faktorer som påverkas av perceptet. Grundtanken i teorin är att perceptionen är en funktionell företeelse baserad på aktivitet, erfarenhet och sannolikhet (Gregory & Colman, 1996). De djupledtrådar som idag nämns i litteraturen (Sekuler & Blake, 1994; Eriksson, 1975; Stochman & Shapiro, 2001) är följande;

- **Storlek**

Den bild som avspeglas på näthinnan är en direkt ledtråd till hur långt bort ett objekt befinner sig, med andra ord en mindre avspegling på näthinnan innebär att objektet befinner sig längre bort (Sekuler & Blake, 1994). Detta är en ledtråd som endast fungerar om objektet är känt eller att man har någon referens till objektet. Storlek som enda djupledtråd kan alltså inte avgöra det absoluta avståndet till ett objekt. Ett exempel på hur storlek kan ge en djupkänsla kan ses i figur 7, där den mindre kvadraten upplevs som om den befinner sig djupare in i bilden. En annan djupledtråd som kan uppträda, men som inte är lika tillförlitlig är när ett objekt avbildas på övre delen av synfältet, vilken uppfattas som större än samma objekt om de avspeglas på nedre delen av synfältet. (Eriksson, 1975)



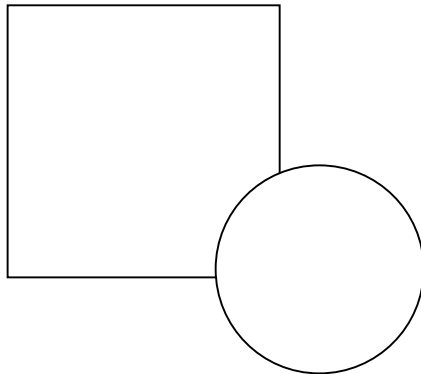
Figur 7. Storleken kan i sig själv vara en djupledtråd.

- **Interposition**

När ett objekt skymmer eller ligger framför ett annat objekt uppfattas detta som att det skymda objektet ligger längre bort än det andra helt synliga objektet (figur 8). Enligt Kaufman (1974 i Sekuler & Blake, 1994) är interpositionering en stark djupledtråd och den kan i sig själv konkurrera ut desperanta näthinnebilder (se ovan) som ledtråd. Trots att interposition är en stark ledtråd kan den i sig endast tala om, ifall ett objekt

2. Bakgrund

ligger närmre eller längre bort än ett annat objekt. Det krävs alltså ytterligare ledtrådar för att kunna avgöra det absoluta avståndet.



Figur 7. Två objekt som illustrerar effekten av interpositionering.

- **Perspektivdjupledtrådar**

Termen perspektiv innebär enligt Sekuler och Blake (1994) en förändring av en yta eller objekt när avståndet förändras i förhållande till betraktaren. Detta innebär att antingen kan betraktaren eller objektet förflytta sig för att förändringen skall uppstå.

- *Linjärperspektiv*

Ett sätt att beskriva linjärperspektivet är med hjälp av en järnvägsräls. Alla vet att järnvägsrälsen är parallell, för annars skulle tågen spåra ur. Ändå när vi betraktar rälsen upplever vi det som att spåren närmar sig varandra när rälsen går mot horisonten. Detta fenomen beskrivs som linjärperspektiv. (Stochman & Shapiro, 2001; Eriksson, 1975)

- *Luftperspektiv*

När man till exempel tittar på ett hus som ligger en bit nedåt gatan, ser man det inte lika tydligt som grannhuset, vilket innebär att kontrasten har minskat. Just att huset inte upplevs lika tydligt som grannhuset blir en djupledtråd i sig. Denna ledtråd grundar sig i att luften innehåller partiklar, vilket leder till att objektet blir oskarp när ljuset från det distala objekt måste färdas en längre sträcka och därigenom passera fler partiklar. (Sekuler & Blake, 1994)

- *Rörelseperspektiv*

Studerar man två ljuspunkter som färdas genom en annars mörk rymd med olika hastighet, verkar det som den som har högst hastighet befinner sig närmast betraktaren. (Eriksson, 1975)

- *Texturgradient*

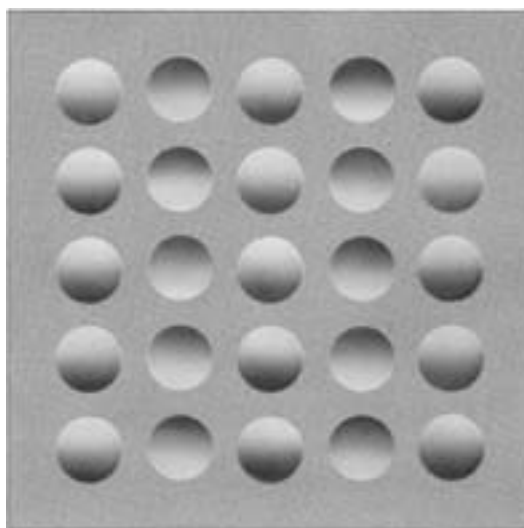
En gradient innebär precis som i de olika perspektivdjupledtrådarna att det sker en ökning eller en minskning av något längs en angiven dimension. Det som tidigare definierats som olika djupledtrådar kan i stort sett föras över till gradienter enligt Gibsons teori (Eriksson, 1975; Gibson, 1979). Gibson lägger dock en stor tonvikt på

2. Bakgrund

den så kallade texturtäthetsgradienten. Med andra ord en ökning eller minskning av den proximala texturtätheten i exempelvis horisontal riktning. Perception av den tredje dimensionen, djup eller distans reduceras till ett problem att perceptuera ytor som sträcker sig in i den tredje dimensionen. Perceptet är alltså stimulusstyrt. Sammanfattningsvis kan man säga att Gibson hävdar att det finns tillräckligt med information i proximal stimulus för att lösa veridikalproblemet, vilket innebär hur man kan avgöra djup och avstånd i bilden. Andra ickeoptiska variabler som minne och erfarenhet är inte nödvändig (Gregory & Colman, 1996). För att på ett adekvat sätt kunna ta till oss tillförlitlig information om omvärlden, eller det vi perceptuerar, måste vi kunna förflytta oss. Finns inte denna möjlighet kan tolkningen av perceptet bli tvetydig. Utifrån kroppens rörelse kan vi alltså få viktiga ledtrådar om djup eller avstånd. (Gardner, 1985)

- **Ljus och skugga**

Olika ljussättningar kan fungera som djupledtrådar. Ett exempel är figur 9, vilken består av skuggor och ljussättning. Anledningen till att ett djup perceptueras är att det normal inte finns några skuggor i ett tvådimensionellt perspektiv. Skuggorna leder till att vi uppfattar den tvådimensionella bilden som tredimensionell (Sekuler & Blake, 1994). Ljussättningen i figur 9 är sådan att vänder man på bilden inverteras ljussättningen och det som tidigare upplevdes som upphöjt kommer nu att upplevas som nedsänkt.



Figur 9. Hur ljus och skugga kan få tredimensionella effekter. (sekuler & Blake, 1994 sid 231)

- **Färg**

Vad gäller olika färger och deras nyanser som djupledtrådar, har det visat sig att blånyanser upplevs som att de befinner sig längre bort eller djupare in i bilden än andra färger. (Stochman & Shapiro, 2001) Detta är dock en ledtråd som traditionellt inte har setts som en djupledtråd. Färg som djupledtråd kräver speciella förhållanden för att den skall uppträda och följaktligen är den begränsad i sitt användningsområde.

3 Problemställning

Det finns idag flera olika system som visualiserar tredimensionell data som 2D med symbolisk tilläggsinformation, exempel som tidigare nämnts är flygledarsystem och radarsystem. System som presenterar tredimensionell data tredimensionellt är något som ligger i framtiden. Men för att driva utvecklingen mot 3D visualiseringar krävs det att dessa är effektivare än de befintliga tvådimensionella. Ett steg närmre kan vara att använda tvådimensionella system med djupledtrådar som tilläggsinformation för den tredje dimensionen.

3.1 Avgränsningar

Med utgångspunkt i den tidigare presenterade teoretiska bakgrunden kan man se att det inte rör sig om någon upplevd tredimensionell bild som kommer att presenteras på bildskärmen, av den typ som kan upplevas när man ritar i perspektiv eller när man använder vissa hjälpmedel som 3D-glasögon. Utan bilden kommer att ge betraktaren möjligheten att tolka fram en tredje dimension. En riktig tredimensionell värld kräver att den projiceras runt omkring oss, vilket inte är avsikten här. Den ursprungsdatan som valts att användas är tredimensionell, avsikten med detta är tillämpningsområdet inom radargränssnitt, där man representerar en tredimensionell verklighet. Gränssnittet presenteras således tvådimensionellt med tilläggsinformation som dels kan vara symbolisk (se figur 1), dels perceptuell. Den perceptuella informationen kan vara onaturligt (se högra delen figur 3) eller naturligt mappad (se vänstra delen figur 3).

3.1.1 Beträktaren

När vi betraktar någon eller något är det för oss självklart vilket perspektiv vi utgår ifrån, nämligen oss själva. Denna självklarhet finns inte när man betraktar konstgjorda eller virtuella miljöer som till exempel en radarmiljö. Drar man paralleller till fisken i akvariet, finns det flera olika perspektiv eller betraktningpunkter, som kan användas. Den första och kanske mest naturliga är första persons perspektiv, man upplever det helt enkelt som om man själv såg akvariet genom fiskens ögon. Detta perspektiv skulle ses som egocentriskt. De olika avståndsbedömningar som kan bli aktuella i detta fall är relativa och absoluta. Den relativa avståndsbedömningen kan till exempel bestå i att säga vilken sten av två olika som ligger närmast mig, som betraktare. Den absoluta avståndsbedömningen kan bestå i att jag talar om det exakta avståndet till den första stenen, i förhållande till mig själv.

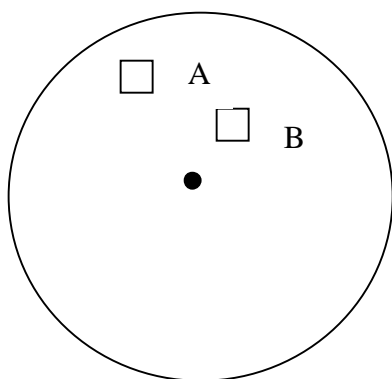
Den andra betraktningpunkten som kan intas är att man ser sig själv i akvariet, alltså ett exocentriskt perspektiv. Vilket skulle innebära att man befinner sig utanför fisken, dock finns det inget som säger att man måste befinna sig utanför akvariet. Ett exocentriskt betraktningperspektiv är det som oftast används i radargränssnitt, vilket innebär att det finns ett objekt i radarbilden som symbolisera den egna radarn. Objektet är oftast utmärkt som en mittpunkt på radarskärmen. Avståndsbedömningarna i detta fall blir lite mer diffusa. När man skall göra en relativ avståndsbedömning får man alltid ett extra objekt i bilden, eftersom man hela tiden ser objektet som representerar den egna radarn och får avgöra avståndet mellan först ett objekt och sedan ytterligare ett objekt och sig själv (se figur 5, högra delen). Detta innebär att man alltså måste bilda sig en relativ avståndsuppfattning mellan tre objekt.

3 Problemställning

Det är denna typ av perspektiv eller betraktningspunkt som användaren av dagens radargränssnitt måste inta, med andra ord ett exocentriskt perspektiv, där relativa avståndsbedömningar görs. Om jag som betraktare befinner mig utanför akvariet och skall bestämma avståndet mellan mig själv, och en sten innebär det precis som tidigare att det blir frågan om en absolut avståndsbedömning. När det gäller orienteringen på det man betraktar från sin betraktningspunkt, anses det lämpligast att betrakta gränssnittet bakifrån (Wickens, Miller & Tham, 1994). Med andra ord ser man sig själv i mitten av bilden och uppåt i bilden är norrut i verkligheten, därmed inte sagt att man själv är orienterad i nord-syd riktning i verkligheten.

För en radaroperatör är både det relativa och det absoluta avståndet viktigt, men det som är mest tidskritiskt är det relativa. Detta grundar sig i att finns det bara ett objekt på bildskärmen, finns det inte så mycket att dela sin uppmärksamhet med, men finns det två flygplan och man vill veta vilket som befinner sig närmast är det inte en speciellt bra lösning att bestämma de absoluta avstånden för att sedan jämföra dessa och komma fram till vilket av flygplanen som befinner sig närmast. Därför görs valet att endast titta på den relativa avståndsbedömningen.

Anledningen till att det är viktigt att snabbt kunna ta till sig information om den tredje dimensionen är att den tillsammans med de två andra dimensionerna, X och Y, ger det verkliga avståndet till objektet. Just att det är tre dimensioner innebär att ett objekt som presenteras närmare mittpunkten på till exempel en radarskärm inte nödvändigtvis ligger närmre än ett annat då det inte automatiskt ger det verkliga avståndet genom rymden till objektet, vilket kan illustreras med ett exempel. Om flygplan A (figur 10) befinner sig på ett avstånd av 2000 meter och flygplan B (figur 10) befinner sig på 1000 meters avstånd, om planen står på marken är avståndet inte svårt att bestämma, plan B befinner sig närmast. Om istället plan A befinner sig på en höjd av 500 meter och plan B befinner sig på 3000 meter så innebär det att plan A befinner sig närmast.



Figur 10. Illustration över avstånd kontra höjd.

3.1.2 Stimuli

De finns tre varianter av gränssnitt där de olika typerna av tilläggsinformation kan uppträda. Det första alternativet är när objektets höjd skrivs ut med siffror, alltså symbolisk tilläggsinformation. Nästa alternativ är ett gränssnitt där man använder sig av en djupledtråd som tilläggsinformation, vilket innebär att den tredje dimensionen

3 Problemställning

blir naturligt mappad. Det sista alternativet är att en onaturligt mappad tilläggsinformation används för att presentera den tredje dimensionen.

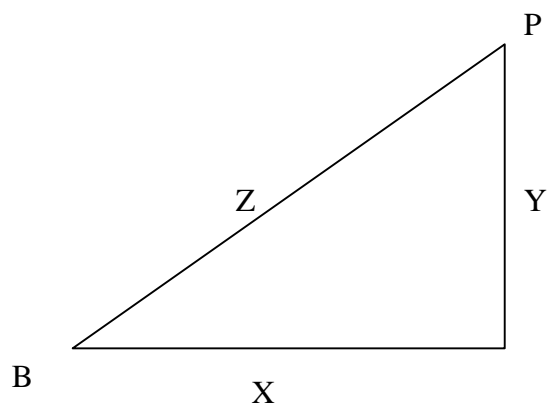
I denna studie kommer endast en djupledtråd att användas då de olika interaktionseffekterna mellan djupledtrådarna inte kan anses utredda. Valet är inte självklart och det är flera faktorer som spelar in. För det första skall den vara möjlig att uppfatta på en tvådimensionell bildskärm. Detta leder till att de oculomotoriska djupledtrådarna ackommodation och konvergens utesluts. Disparitetsteorin utesluts i och med att ledtråden skall presenteras på en tvådimensionell monitor. Detta innebär att endast de monokulära djupledtrådarna finns kvar. Vidare skall djupledtråden som används vara möjlig att implementera med de tillgängliga resurserna. Detta utesluter de olika perspektivdjupledtrådarna. En omdiskuterad djupledtråd som färg är heller inte önskvärd då den kan tolkas tvetydigt. Kvar att välja mellan är storlek och interposition, då båda dessa anses som tydliga. Det finns två anledningar att valet faller på storlek. Den första är att det inte går att särskilja två objekt om de inte överlappar varandra och den andra är att storlek är lättare att implementera.

Valet av den onaturligt mappade perceptuella djupledtråden kan diskuteras, dels då det finns onaturligt mappade djupledtrådar som är olika lätt att ta till sig. Det som man främst tänker på är någon form av intervallskala. Där skalan mappas mot objektets höjd. Ändå väljs en mer abstrakt skala, valet motiveras med att skalan redan finns implementerad i vissa system och kan därför användas som referens. För en närmare presentation av den onaturligt mappade tilläggsinformationen se nedan, figur 13.

3.1.3 Avstånd med avseende på city-block eller euklidisk metrik

Det avståndet som är intressant när en avståndsbedömning på till exempel en radarskärm skall göras är avståndet genom rymden, det vill säga fågelvägen från betraktaren B (figur 11) till punkten P (figur 11). Detta kan motsvaras av hypotenusan (Z i figur 11) i en triangel. Detta avstånd genom rymden är ett euklidiskt avstånd. Ytterligare ett avstånd som kan bli aktuellt är city-block avståndet (Gärdenfors, 2000), vilket innebär att istället för att uppskatta det euklidiska avståndet lägger man ihop de två kateterna (X och Y figur 11) vilket leder till en alternativ uppskattning av avståndet. Vilken av dessa två avståndsbedömningar vi tenderar att använda beror på hur dimensionerna är representerade, är de separabla tenderar vi att använda oss av city-block avstånd (Maddox, 1992). Att dimensionerna är separabla innebär att de lätt går att skilja på i vilken dimension en förändring har gjorts. Exempelvis om dimensionerna är färg och storlek är det inga problem att se om det är färgen eller storleken som har ändrats. När dimensionerna är integrala använder vi oss ofta av den euklidiska avståndsuppskattningen. När dimensionerna är integrala leder det till att det är svårt att se i vilken dimension som förändringen är gjord. Ett exempel är när ljusheten och intensiteten ändras på en bildskärm (Maddox, 1992).

3 Problemställning



Figur 11. Illustration över city-block och euklidiska avstånd. Där euklidiskt avstånd representeras av Z och city-block representeras av $X+Y$.

De olika typerna av tilläggsinformation som representerar den tredje dimensionen får ses som separabel i från de två första dimensionerna som representeras av ett avstånd och en riktning i gränssnittet. Detta innebär att människan tenderar att göra en avståndsbedömning enligt city-block metrik. Detta leder fram till en avgränsning att endast positioner där det euklidiska och city-block avståndet sammanfaller kommer att studeras.

3.2 Frågeställning och förväntat resultat

Om man intar ett exocentriskt perspektiv finns det två olika typer av avståndsbedömningar som kan göras, dels absolut, dels relativ. Utifrån den perceptuellt naturligt mappade djupledtråden som valts (storlek) kan det endast bli frågan om en relativ avståndsbedömning. Med denna bakgrund kan följande frågeställning formuleras:

Sett utifrån ett exocentriskt perspektiv, vilken tilläggsinformation är effektivast när avståndet mellan två objekt i tre dimensioner skall bestämmas?

Det förväntade resultatet av studien med utgångspunkt i den tidigare formulerade frågeställningen är att, eftersom människan är uppväxt i en miljö som hon uppfattar som tredimensionell, torde detta leda till att det går snabbare att ta till sig information som presenteras i ett tvådimensionellt gränssnitt med naturligt mappad tilläggsinformation, som i detta fall innebär att storleken förändras. Just att den naturligt mappade perceptuella tilläggsinformationen är en djupledtråd torde leda till en effektivare tolkning av den tredje dimensionen. När det gäller den onaturligt mappade tilläggsinformationen och den symboliskt mappade tilläggsinformationen torde den symboliska tilläggsinformationen ge bättre resultat. Eftersom den symboliska tilläggsinformationen är kulturellt knuten vilket innebär att den kan förstås av alla i en viss kultur och därmed kan den lättare uppfattas än den onaturligt

3 Problemställning

mappade tilläggsinformationen som kräver någon typ av skala för att den skall kunna tolkas. Utifrån skillnaderna som redovisats ovan förväntas den naturligt mappade tilläggsinformationen vara effektivare än den symboliskt mappade tilläggsinformationen och den onaturligt mappade tilläggsinformationen.

Grundläggande perceptionsforskning är viktig om vi vill skaffa oss en förståelse för hur våra kognitiva system fungerar. Mer specifikt är den här typen av upplevda tredimensionella gränssnitt viktiga för att presentera den världen vi lever i eller annan tredimensionell data. Praktiska applikationer där denna typ av forskning är aktuell är olika typer av radarsystem både inom flygledning och övervakning.

4 Metod

Det första övergripande valet som måste göras är huruvida en fältstudie eller ett experiment i ett labb skall genomföras. Då yttre omständigheter som tillgång av försökdeltagare i en naturligmiljö och ett system som används är begränsade, väljs ett experimentellt upplägg i en laboratoriemiljö. En fördel som följer med när man väljer att genomföra experiment i en laboratoriemiljö är att experimentet kan genomföras under kontrollerade former. Nästa val som måste göras är vilken inriktning metoden skall inta. De två huvudinriktningarna som finns är kvantitativ respektive kvalitativ. Valet av metod utgår ifrån hur frågeställningen är formulerad och vilken typ av data som önskas. Att applicera en kvalitativ ansats på ovan nämnda frågeställning och att använda sig av subjektiva bedömningar är till exempel rekommenderat när man är intresserad av hur personer upplever ett visst gränssnitt (Patel & Davidsson, 1994). Ett sätt att få kvantitativ data utifrån ett subjektivt perspektiv är att be försökspersonerna värdera viss data, för att sedan reducera den insamlade datan till numeriska värden och genomföra någon form av statistisk analys. Det vanligaste är dock att man istället gör en kvantitativ mätning och jämför värdena mellan olika försökdeltagare eller grupper. Den möjligheten finns inte om en subjektiv mätmetod används, till exempel då ordet effektivitet kan ha olika betydelse för olika försökdeltagare (Patel & Davidsson, 1994). Med utgångspunkten i den formulerade frågeställningen väljs en kvantitativ inriktning, där man använder sig av en objektiv mätning, för att slippa reducera eventuell kvalitativ data till numeriska värden.

4.1 Metodval

När avgränsningen har gjorts till den kvantitativa metoden finns det ytterligare ett val att göra. Det valet består i att välja vilket upplägg som önskas på den kvantitativa metoden. Med utgångspunkt i frågeställningen faller valet på en inomgruppsuppläggning, vilket kan motiveras med att känsligheten oftast är högre hos inomgruppsuppläggningar. Att känsligheten är högre i inomgruppsupplägget kommer ifrån att felvariationen är lägre. Just att felvariationen är lägre kan härledas till att i inomgruppsupplägget deltar alla försökdeltagare i alla betingelser. Detta leder till att felvariationen blir lägre och förklaringen ligger i att variationen mellan försökspersoner ofta är större än vad variationen är hos en och samma försöksperson som utsätts för olika stimuli (Shaughnessy & Zechmeister, 1990).

Det finns dock vissa nackdelar med ett inomgruppsupplägg där det största problemet är att differential transfer kan uppstå. Vilket innebär att nivåerna hos den oberoende variabeln påverkas olika beroende på vilken annan betingelse som tidigare har presenterats för försökdeltagaren. Ett exempel då differential transfer kan uppstå är om man har ett experiment där inläring skall mätas med eller utan en ny metod. Man använder sig av randomisering för att sprida övningseffekterna, vilket innebär att hälften får metoden först och den andra hälften gör första delen utan vetskap om metoden. När ordningen sedan vänds kommer resultatet att påverkas av att de som fått lära sig metoden först inte kan bortse från den. Differential transfer kan varken balanseras eller kontrolleras utan endast kringgås genom att välja ett mellangruppsupplägg med slumpmässiga grupper. Med utgångspunkt i den oberoende variabeln anses det inte föreligga någon risk för differential transfer och därför är det möjligt att välja en inomgruppsdesign.

4 Metod

Nästa problem med ett inomgruppsupplägg är den så kallade övningseffekten, vilket innebär att försökspersonen blir bättre eller sämre på att utföra experimentet. Det kan till exempel vara så att man lär sig att bemästra en typ av test och därför presterar bättre resultat, men fallet kan lika väl vara att man tröttnar och blir okoncentrerad och presterar sämre resultat vid slutet av testen. En möjlighet till att kontrollera övningseffekterna är att balansera dem, vilket innebär att man sprider de eventuella skillnaderna lika över de olika betingelserna. Ytterligare en nackdel med inomgruppsupplägg är om experimentet exempelvis testar skillnader i ålder eller kön, så kallade subjektvariabler. Eftersom en försöksperson kan inte först vara man, sedan kvinna för att åter bli en man, med andra ord kan inte en inomgruppsupplägg användas för att testa subjektvariabler. Nackdelen som en mellangruppsupplägg har med förväxling kan inte uppträda i en inomgruppsupplägg då alla försökspersoner är med i alla grupperna. Ytterligare en fördel med inomgruppsupplägg är att den kräver mindre antal försöksdeltagare (Shaughnessy & Zechmeister, 1990). Mot denna bakgrund är det lämpligaste sättet att studera frågeställningen ett inomgruppsupplägg.

För att balansera eventuella övningseffekter som kan uppstå, används en ofullständig design, vilket innebär att alla försökspersonerna endast får varje betingelse en gång. Eftersom det är möjligt att använda alla möjliga ordningar som balanseringsmetod av övningseffekterna tillämpas den.

För att på ett kortfattat vis sammanfatta metodvalet med utgångspunkt i den tidigare preciserade frågeställningen väljs en kvantitativ ofullständig inomgruppsdesign, där alla möjliga ordningar används för att sprida eventuella övningseffekter.

4.2 Experiment

Som tillvägagångssätt valdes ett experimentellt upplägg, vilket kommer att genomföras i en laboratoriemiljö. I experimentet kommer olika stimulus material att användas vilka kommer att presenteras för försöksdeltagarna.

4.2.1 Design

De variabler som kommer att användas är en oberoende variabel med tre nivåer och två beroende variabler.

Den oberoende variabeln kommer att vara:

Tilläggsinformation

och dess olika nivåer kommer att vara:

Symbolisk

Perceptuellt onaturligt mappad

Perceptuellt naturligt mappad

De beroende variablerna kommer att vara:

Reaktionstid

Rätt svar

Både reaktionstid och korrekthet kan var för sig ses som ett mått på effektivitet. Eftersom det är möjligt att både mäta reaktionstid och korrekthet, i antal rätta svar, kommer de att användas som ett mått på effektivitet.

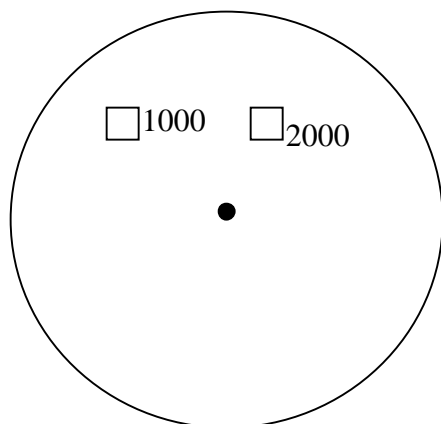
4.2.2 Material

Stimulismaterialet som kommer att användas i experimentet är framställda i Adobe Illustrator. Materialet består av tre olika typer av bildobjekt vilka presenteras nedan i respektive underkapitel (se figur 12, 14 och 15). Bilderna är konstruerade på ett konsistent sätt, vilket innebär att alla bilderna har samma form och upplösning (800 dpi). De färger som har används i produktionen är svart och vitt. De grafiska element som förekommer i alla bilderna är genomgående utformade på samma sätt och placerade på samma position i bilden. Den första av de olika grafiska elementen som återkommer i alla varianterna av bilderna är en cirkel som begränsar det yttre området där ett bildobjekt kan befinna sig. Denna cirkel fungerar även som en referensram för att lättare kunna avgöra förhållanden mellan olika objekt. Det andra elementet som genomgående finns i alla bilderna är mittpunkten, vilken symboliserar försöksdeltagarens placering i verkligheten (se figur 12). Med den som utgångspunkt kan relationer till de olika objekten som presenteras på bildskärmen göras.

När tilläggsinformationen presenteras på bildskärmen finns det fyra olika höjder som kan visas. De olika höjderna är 1000 meter, 2000 meter, 3000 meter och 4000 meter. På motsvarande sätt är även avståndet från mittpunkten indelat i fasta avstånd och dessa är 1000 meter, 2000 meter, 3000 meter och 4000 meter från mittpunkten. Det finns tre huvudtyper av bilder och det som skiljer de olika bilderna åt är nivån på den manipulerade oberoende variabeln (symbolisk, onaturligt mappad och naturligt mappad).

Symboliskt stimuli

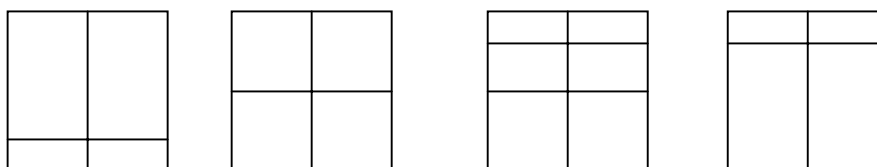
Uppbyggnaden av den symboliska stimulusen består av ett objekt som är kvadratisk (se figur 12). Storleken på kvadraterna är 14 dpi * 14 dpi och upplösningen är 800 dpi. Den symboliska tilläggsinformationen presenteras alltid till höger om objektet och i samma nivå. Storleken på texten är 12 punkter och typsnittet är Myriad. De olika höjderna som förekommer är; 1000, 2000, 3000 och 4000.



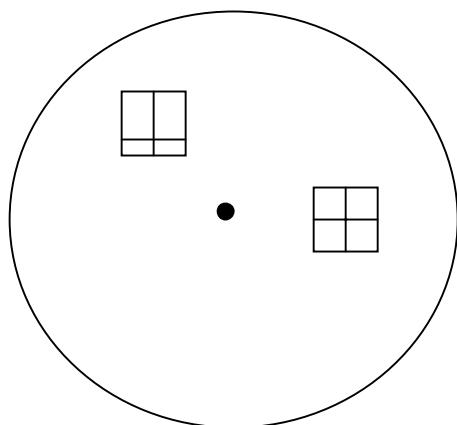
Figur 12. Exempel på symboliskt stimuli

Perceptuellt onaturligt mappat stimuli

Den onaturligt mappade perceptuella tilläggsinformationen består av olika symboler som används för att presentera de olika höjderna (se figur 13). Den tilläggsinformation som klassas som onaturligt mappad är den som inte klassas som symbolisk eller naturligt mappad tilläggsinformation. Utformningen av objekten kan alltid diskuteras. Anledningen till att dessa symboler har valts är att de finns implementerade i ett befintligt system, där respektive objekt står för en viss höjd. Att bilderna 1, 2 och 4 i figur 13 kan kopplas till en ökande höjd är inte så svårt, men att se det logiska i bild tre är svårare, men eftersom de finns i ett befintligt system kommer de att användas oförändrade. Storleken på objekten är 14 dpi * 14 dpi och upplösningen är 800 dpi, vilket är samma som för de symboliska stimulusen. För ett exempel på gränssnitt se figur 14.



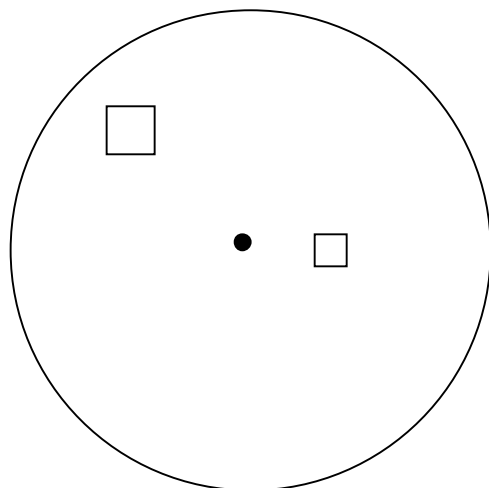
Figur 13. Illustrationer av de olika höjderna för onaturligt mappad tilläggsinformation.



Figur 14. Exempel på onaturligt mappat stimuli

Perceptuellt naturligt mappat stimuli

Den naturligt mappade perceptuella tilläggsinformationen innebär att storleken på objektet ändras när höjden ändras. Att ett objekt är naturligt mappat innebär att en djupledtråd används för att presentera tilläggsinformation. De olika höjderna representeras av ett kvadratisk objekt med måtten; 8 dpi * 8 dpi, 11.31 dpi * 11.31 dpi, 16 dpi * 16 dpi och 22.62 dpi * 22.62 dpi för de olika höjderna. Storleken på de olika kvadraterna är proportionella mot höjden och en ökning av höjden med 1000 meter ger en halvering av ytan hos kvadraten. Storleken på objektet är proportionell mot djupledtråden storlek, vilket innebär att ju längre bort ett objekt befinner sig desto mindre blir det (se figur 7). Detta innebär att ett objekt som befinner sig på en högre höjd än ett annat objekt, avbildas med ett mindre objekt (se figur 15).



Figur 15. Exempel på naturligt mappad stimuli, där det största objektet befinner sig på den lägsta höjden

Stimulimaterialet har valts att presenteras på en bildskärm där vissa positioner har undantagits, detta beror på att förväxlingar inte skall ske mellan höger och vänster halva av bildskärmen. Detta innebär att höger stimuli presenteras mellan ett och fem om bildskärmens cirkel är indelad enligt en klockas urtavla. Det vänstra stimuli presenteras på motsvarande sätt, alltså sju till elva. Eftersom svarsalternativet att de båda stimulina befinner sig på samma avstånd har tagits bort, har dessa värden undantagits från undersökningen, vilket grundar sig i valet av den beroende variabeln korrekthet som endast kan ha ett korrekt svar. Även värden som innebär att avståndet är samma enligt cityblock metriken har undantagits, eftersom man tenderar att använda denna avståndsbedömningen om dimensionerna är separabla (Gärdenfors, 2000). Vidare är det möjligt att presentera stimuli på fyra olika avstånd ifrån mittpunkten, vilka är 1000 meter, 2000 meter, 3000 meter och 4000 meter. Det finns även fyra olika höjder som stimuli kan inta, vilka är 1000 meter, 2000 meter, 3000 meter och 4000 meter. Vilket leder till att detta stimulus kan presenteras på 4*4 olika positioner. Dessa 16 positionerna kan sedan varieras och slumpmässigt presenteras på olika klockslag enligt tidigare använd klockmetafor. När två objekt presenteras samtidigt på skilda positioner på respektive sida av klockan, det vill säga ett objekt på varje halva av klockan, får man ett objektpar. Detta innebär att det finns 256 olika objektpar som är möjliga. Av dessa 256 valdes 72 objektpar ut enligt nedan specificerade kriterier.

- Av de 256 möjliga objektparen har de valts bort där avståndet är lika, det vill säga att det inte går att särskilja vilket objekt som ligger längst ifrån en mittpunkt. När avståndsbedömningen har gjorts har både city-block och euklidiskt avstånd beaktats. Med andra ord får varken city-block eller det euklidiska avståndet vara lika.
- Objektparen har valts så att varje position förekommer lika många på höger sida som vänster.
- Hälften av objektparen är inkongruenta och den andra hälften är kongruenta. För att förklara begreppet kongruens tar vi hjälp av två heuristiker. Den första heuristiken som en försöksdeltagare kan använda sig av lyder som följer. Det

4 Metod

objekt som har det längsta avståndet i markplanet har även det största avståndet i tre dimensioner. Vilket innebär att endast två dimensioner beaktas för att få fram ett svar. Den andra heuristiken som försöksdeltagaren kan använda innebär att vi istället endast tittar på höjddimensionen, med andra ord tilläggsinformationen. Det objekt som har den högsta höjden har även det största avståndet i tre dimensioner, även här beaktas endast två dimensioner för att göra den tredimensionella avståndsbedömningen. Definitionen på att ett objektpar är kongruent är när vilken som av de två heuristikerna kan användas och svaret blir korrekt. Detta innebär att det finns två typer av objektpar där kongruens kan uppstå, den första är om vänster objekt både har högre höjd och större avstånd i det tvådimensionella planet än det högra objektet. Det andra alternativet är när motsvarande gäller för det högra objektet. Dessa två objektpar illustreras av de två översta raderna i tabell 1. Definitionen på att ett objektpar är inkongruent är när höjden är större för det ena objektet och detta ändå inte leder till rätt svar eller att avståndet är större hos det andra objektet och det inte leder till rätt svar, eller omvänt. Detta leder till att det finns fyra olika möjligheter till inkongruenta objektpar vilka framgår av tabell 1 rad 3-6. Där ett exempel på ett inkongruent objektpar är när det vänstra objektet har en högre höjd än det högra och avståndet i det tvådimensionella planet är större för det högra och förhållandena är sådana att rätt svar är det högra objektet (tabell 1 rad 3). Detta leder till att den första heuristiken ger rätt svar men inte den andra. Vilket innebär att bedömningen är inkongruent.

Tabell 1. De möjliga kongruenta och inkongruenta objektparen, där de två första raderna är kongruenta och rad 3-6 är inkongruenta

| | Höger | | Vänster | | Korrekt bedömning |
|---|-------|---------|---------|---------|-------------------|
| | Höjd | Avstånd | Höjd | Avstånd | |
| 1 | H | H | * | * | H |
| 2 | * | * | V | V | V |
| 3 | * | H | V | * | H |
| 4 | H | * | * | V | H |
| 5 | H | * | * | V | V |
| 6 | * | H | V | * | V |

Med utgångspunkt från dessa sex möjliga bedömningar har de objektpar som används som stimulismaterial fördelats så att det finns 36 kongruenta och 36 inkongruenta bedömningar.

Med dessa kriterier som grund skall det inte vara möjligt att använda någon heuristik och få ett resultat som är godtagbart. Vilket innebär att om försöksdeltagaren använder en heuristik, exempelvis att de objekt som befinner sig på den högsta höjden har det längsta avståndet i tre dimensioner till mittpunkten, kommer försöksdeltagaren att få 100 procent rätt för de kongruenta objektparen och 50

procent rätt för de inkongruenta objektparen. Vilket inte kan ses som ett godtagbart resultat.

4.2.3 Försöksdeltagare

I undersökningen deltog 25 personer fördelat på 9 manliga och 16 kvinnliga. Medelåldern för försöksdeltagarna var 24 år. Försöksdeltagarna var till största delen studenter vid den datavetenskapliga institutionen vid högskolan i Skövde. 17 av de 25 försöksdeltagarna deltog i en kurs där deltagande i ett försök är en del av examinationen. Möjligheten fanns även att inte vara med i försöket och då istället lösa en annan uppgift. Resterande deltagare har frivilligt antecknat sig på listor som varit anslagna på högskolan. Ingen ersättning betalades ut för deltagandet i försöket.

4.2.4 Genomförande

Försöket genomfördes i en datoriserad miljö, där dator både användes för att presentera de tre nivåerna på den oberoende variabeln och för att logga de två beroende variablerna. Datorn som användes var en Apple Power Macintosh 7100/66Av med en 17 tum skärm. Som inputenhet för att logga försöksdeltagarens svar användes tangentbord där försöksdeltagaren för att svara tryckte på en av två knappar, som var markerade med V respektive H. Där bokstäverna motsvarade vänster respektive höger objekt. Avståndet mellan försöksdeltagaren och monitorn var 75 cm. Programvaran som användes för att genomföra experimentet var Psyscope (Cohen, MacWhinney, Flatt & Provost, 1993), vilken är en programvara utvecklad för psykologiska experiment. När försöket genomfördes satt försöksdeltagaren ostört i ett eget rum. Rummet hade ett fönster, dock var bildskärm placerad på ett sådant vis att inga reflexer uppstod.

Uppgiften som försöksdeltagarna fick var att avgöra vilket av två objekt som befann sig på det största avståndet ifrån mittpunkten (se bilaga 1). Objektparen som presenterades på bildskärmen var antingen symboliska, onaturligt mappade eller naturligt mappade. Vilken ordning försöksdeltagaren fick de olika betingelserna berodde på balanseringen av upplägget. De olika betingelserna förklarades innan experimentet startade och före varje deltest visades en symbolnyckel. Försöksdeltagarna fick ingen möjlighet till träning innan experimentet. När ett objektpar presenteras på bildskärmen och försöksdeltagaren väljer vilket av de två objekten som befinner sig längst ifrån mittpunkten och väljer genom att trycka på en av de två tangenterna, blir det en bedömning. Försöksdeltagaren gjorde sedan bedömningar i tre olika omgångar. En omgång för varje typ av stimulus. Varje omgång bestod av 72 olika bedömningar och mellan varje bedömning som automatiskt presenterades efter att försöksdeltagaren svarat på föregående uppgift med ett tangenttryck, var det en paus på 0,25 sekunder. Mellan varje omgång var det också en paus, vilken försöksdeltagaren själv bestämde, dock max 2 minuter. Den totala tiden för försöket var cirka 30 min. När försöket var över tackade försöksledaren för medverkan och hade försöksdeltagaren några frågor besvarades de, men försöksledaren ställde inga ytterligare frågor.

5 Resultat

Syftet med experimentet var att undersöka huruvida den naturligt mappade tilläggsinformationen var effektivare än den onaturligt mappade respektive den symboliskt mappade tilläggsinformationen, med avseende på reaktionstid i millisekunder och korrekthet. Resultaten har valts att presenteras med avseende på de två beroende variablerna reaktionstid och korrekthet.

På grund av yttre omständigheter inträffade bortfall. Bortfallet innebar att resultaten från sju försöksdeltagare gick till spillo. Detta innebär att endast resultat från 18 personer kan redovisas och användas för analys.

Trots att kongruens inte nämns i frågeställningen eller är en oberoende variabel, presenteras resultaten och den deskriptiva statistiken. Detta görs i ett rent explorativt syfte, då dessa resultaten tillför ytterligare information till undersökningen.

Korrektheten mättes genom att antalet rätta svar räknades. Av totalt 3888 bedömningar var 3255 korrekta. Dessa siffrorna ger att 83,7 procent av bedömningarna var korrekta. Hur de korrekta svaren respektive reaktionstiden är fördelad framgår nedan i respektive avsnitt.

5.1 Reaktionstid

Reaktionstid var ett av måtten av effektivitet som används i frågeställningen, för att ingen av de två beroende variablerna skall få en underordnad betydelse beräknas reaktionstiden på alla svar både korrekta och inkorrekta. Resultaten redovisas med hjälp av medelvärde som är framräknat ur varje försöksdeltagares medianvärde. Betraktas medelvärdena, som redovisas i figur 16, för hur mycket tid som har gått åt med avseende på de olika nivåerna av den oberoende variabeln, framgår det att den naturligt mappade tilläggsinformationen har det lägsta medelvärdet. Det högsta medelvärdet på reaktionstiden återfinns hos den onaturligt mappade tilläggsinformationen. Betraktas spridningsmättet visar det att den lägsta spridningen återfinns hos den symboliskt mappade tilläggsinformationen. Den onaturligt mappade tilläggsinformationen har den största spridningen

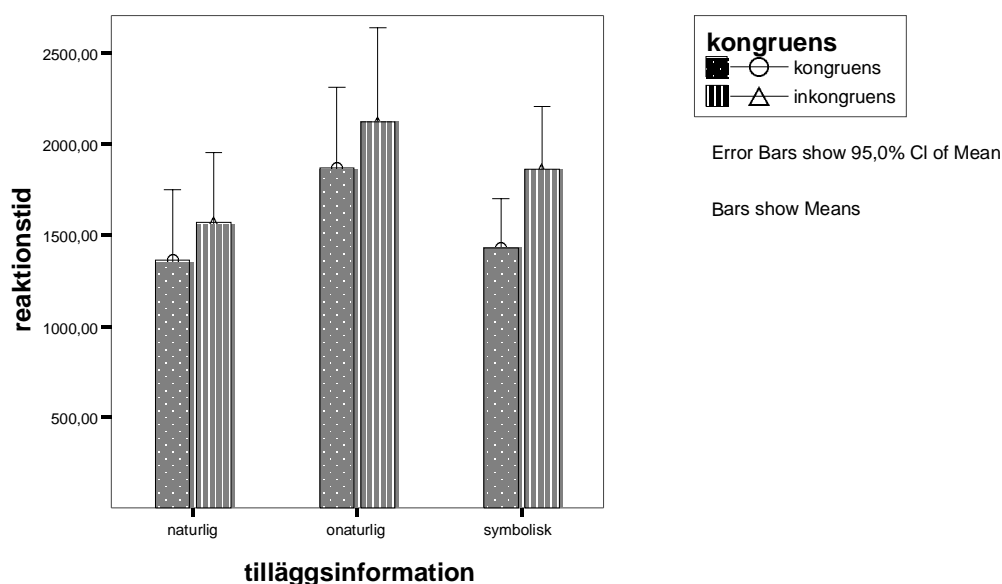
Först undersöktes huvudeffekterna för kongruens och tilläggsinformation med avseende på reaktionstid. Med avseende på kongruens visade testen på ett signifikant värde, $F(1, 17)=18,623$, $p=0,000$. Även värdena för tilläggsinformationen var signifikanta, $F(2, 34)=4,606$, $p=0,017$.

Vidare undersöktes huruvida det rådde en interaktionseffekt mellan kongruens och tilläggsinformation genomfördes en 2x3 ANOVA, vilken visade på någon interaktionseffekt med avseende på reaktionstiden inte förelåg, $F(2, 34)=2,342$, $p=0,111$.

Analytiska jämförelse genomfördes för att utröna var den signifikanta skillnaden låg, testen visade på en signifikant skillnad mellan naturligt och onaturligt, $F(1,$

5 Resultat

17)=6,568, $p=0,020$. Resultaten från motsvarande test mellan naturligt och symboliskt visade inte på något signifikant resultat, $F(1, 17)=1,982$, $p=0,177$.



Figur 16. Medelvärde och standardavvikelse för medianvärdet med avseende på reaktionstid, i milisekunder och uppdelat med avseende på kongruens.

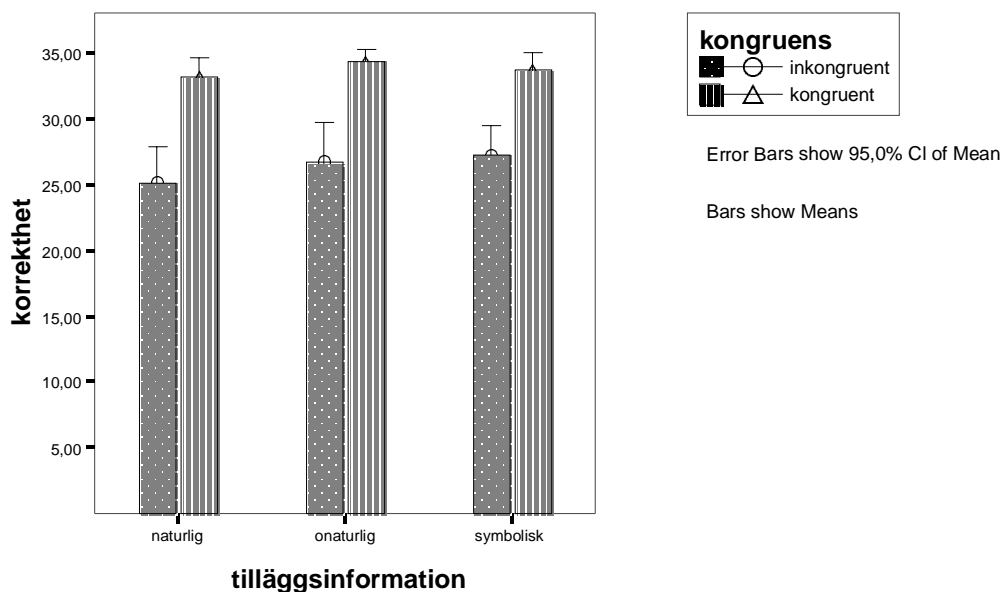
5.2 Korrekthet

Korrektheten var den andra beroende variabeln som användes, även den kan ses som ett mått på effektiviteten, som enligt frågeställningen skall undersökas. Betraktas medelvärdena med avseende på korrektheten visar de att den onaturligt mappade tilläggsinformationen hade flest antal rätt och den naturligt mappade minst rätt, vilket framgår av figur 17. Den naturligt mappade tilläggsinformationen hade den minsta spridningen och den symboliskt mappade tilläggsinformationen hade den största.

En ANOVA genomfördes med avseende på korrekthet för de två huvudeffekterna, vilken visade på ett signifikant värde för kongruens, $F(1, 17)=90,768$, $p=0,000$. För tilläggsinformation visade den dock inte på något signifikant värde, $F(2, 34)=1,393$, $p=0,262$.

För att undersöka huruvida det förelåg en interaktions effekt mellan kongruens och tilläggsinformation genomfördes en 2×3 ANOVA, vilken visade på att det inte förelåg någon interaktionseffekt, $F(2, 34)=0,445$, $p=0,644$.

5 Resultat



Figur 17. Medelvärde och standardavvikelse för antal korrekta svar, där max antal rätt är 36 för respektive tilläggsinformation och kongruenstyp.

5.3 Sammanställning av resultat

Ovan gjorda indelningen av resultaten med avseende på reaktionstid och korrekthet är motiverade utifrån frågeställningen och är naturlig då dessa hade valts som de två beroende variablerna. De medelvärden som redovisas för reaktionstid i resultatdelen är medelvärden på varje försökspersons medianreaktionstid. Anledningen till att medianvärde använts är att inte några få extremvärde skall kunna påverka resultatet. Ovan i resultatdelen presenteras statistiska analyser som kan motiveras utifrån frågeställningen, om vilken tilläggsinformation som är effektivast. Huvudeffekterna undersökts för att utröna huruvida det finns någon skillnad mellan nivåerna på den oberoende variabeln och i ett explorativt syfte även med avseende på kongruens. Vidare genomfördes analytiska jämförelse med avseende på reaktionstid och tilläggsinformation för att säkerställa mellan vilka nivåer på den oberoende variabeln tilläggsinformation som skillnaden fanns.

De resultat som framkom när den beroende variabeln reaktionstid mättes visar på att det går snabbare att bedöma ett avstånd i tre dimensioner om tilläggsinformationen är naturligt mappad, vilket stödjer sig på den statistiska analysen, där naturligt jämfördes mot onaturligt och den statistiska analysen visade ett signifikant värde. Kopplas detta tillbaka till frågeställningen så styrks den till viss del, eftersom reaktionstiden är en del av det valda måttet effektivitet. Med andra ord bekräftas frågeställningen, att naturligt mappad tilläggsinformation är ett bättre val än onaturlig tilläggsinformation med avseende på effektivitet.

Den deskriptiva statistiken för kongruens som togs fram i ett explorativt syfte visade på att reaktionstiden för att bestämma ett avstånd i tre dimensioner är kortare för

5 Resultat

bedömningar som är kongruenta än för inkongruenta. Vilket är statistiskt säkerställt med en ANOVA. Detta resultat pekar på att det är lättare att göra bedömningar som är kongruenta. Ett sätt att tolka detta resultatet är att vi delvis använder oss av heuristiker när det är möjligt och därför får vi snabbare svar när bedömningarna är kongruenta.

Den andra beroende variabeln, korrekthet visar inte på några större skillnader mellan medelvärdena för de olika typerna av tilläggsinformation. Detta kan tolkas som att om endast korrekthet är intressant så är det ingen större skillnad mellan de olika typerna av tilläggsinformation.

Går man vidare och tittar på de explorativa medelvärdena för kongruens, det vill säga kongruent och inkongruent, som togs fram visar de på att det är mycket svårare att göra en inkongruent bedömning. Resultaten visar att när en kongruent bedömning görs svara man rätt till 94 procent. Motsvarande siffra för en inkongruent bedömning är 66 procent. Att skillnaden mellan kongruenta och inkongruenta bedömningar med avseende på korrekthet är så pass stor pekar mot att det är svårt att integrera de två dimensionerna och göra en korrekt tredimensionell avståndsbedömning. Tittar man på det totala antal rätt i procent är den siffran 83,7 procent vilken överstiger de 75 procenten som skulle uppstått om endast heuristiker användes och ingen integration av de två dimensionerna tilläggsinformation och position i det tvådimensionella planet. Alltså tyder resultaten på att man till viss del kan integrera dessa två dimensionerna och göra en korrekt tredimensionell avståndsbedömning.

6 Diskussion

De resultat som redovisats i resultatdelen visar på att det är effektivare med ett gränssnitt som använder sig av naturligt mappad tilläggsinformation. Dessa resultat kommer att diskuteras nedan i underkapitlet resultat. Eventuella brister i metod och genomförandet av undersökningen kommer att diskuteras nedan i separata underkapitel.

6.1 Resultat

Utgår man ifrån de resultaten som presenterats i resultatdelen, ser man att den effektivaste tilläggsinformationen med avseende på den beroende variabeln reaktionstid är naturligt mappad tilläggsinformation, vilket innebär att vi får ett svar på frågeställningen angående effektiviteten. Skillnaden finns dock inte hos båda de beroende variabelerna utan endast hos reaktionstiden. Den explorativa undersökningen som genomfördes med avseende på kongruens, visar på intressanta resultat. Jämförs kongruens med tilläggsinformation visar resultaten på att om bedömningen är kongruent eller inkongruent är viktigare än vilken typ av tilläggsinformation som bedömningen presenteras med. Med andra ord pekar dessa resultat på att det är viktigare vad som presenteras (kongruent eller inkongruent) än hur (typ av tilläggsinformation).

För att sammanfatta de viktigaste resultaten i undersökningen, utifrån frågeställningen, visar resultaten på att den naturligt mappade tilläggsinformationen är den effektivaste. Mer underordnat i frågeställningen framgår att det skulle vara en skillnad mellan de olika typerna av tilläggsinformation, vilket också framkom och styrks av de tidigare presenterade resultaten. Nästa resultat som framkom i rapporten, utifrån den explorativa analysen, är att det är markant svårare att avgöra vilket objekt som ligger längst ifrån en mittpunkt om bedömningen är inkongruent, jämfört med om bedömningen är kongruent bedömning.

6.2 Metod

När en undersökning skall genomföras är det alltid lämpligt att genomföra en pilotundersökning. Vilket innebär att experimentets upplägg testas, men exempelvis testas även att försöksdeltagarna inte missförstår uppgiften. En annan viktig del av ett pilottest är att se till att den mätdata som man får i sin utdatafil, om man valt dataloggning som metod, är adekvat och att den går att använda.

Tar man ett steg åt sidan är det inte svårt att se de stora fördelarna med en väl genomförd pilotstudie. Yttre omständigheter gjorde att det inte fanns möjlighet att genomföra en pilotstudie. Vilket ledde till att vissa av de första ordinarie försöksdeltagarna som bokats in till experimentet fick användas som försöksdeltagare i en pilottest. När dessa personer genomförde experimentet upptäcktes att utdatafilen inte lämnade den information som behövdes för att kunna analysera resultaten. Hade försöksdeltagare bokats in till en pilottest från början med tid efter testerna för att korrigera eventuella fel, hade problemen blivit mindre och värdefull tid hade inte gått till spillo. I detta fallet ledde det till att resultaten från sju försöksdeltagare inte kunde användas och värdefull data gick förlorad.

6 Diskussion

Efter att det första felet var åtgärdat visade det sig ändå att det fanns en bugg kvar i programmet, som ej kunde åtgärdas på grund av yttre omständigheter. Buggen innebar att ett extra stimuli visade sig tre gånger under varje experiment, detta var något alla försöksdeltagare råkade ut för. Att ett extra stimuli visades ledde till att alla försöksdeltagare fick ett resultat för mycket per deltest. Detta resultat kunde inte särskiljas från resten av resultaten, vilket ledde till att det fanns tre resultat för mycket för varje försöksdeltagare. Då denna betingelse uppträdde slumpvis en gång per nivå av den oberoende variabeln tilläggsinformation, anses det inte vara någon systematiskt fel eller någon störande faktor som kan ha påverkat slutresultatet.

Antalet försöksdeltagare är avgörande för resultaten i en kvantitativ studie. Det största hotet mot en kvantitativ undersökning är att antalet försöksdeltagare som används är för få, vilket leder till att den externa validiteten hotas. När den externa validiteten hotas i ett experiment kan det leda till oönskade konsekvenser som att resultaten inte kan generaliseras till en vidare population. Antalet deltagare i undersökningen var 18 stycken vilket få ses som för få för att med säkerhet kunna säga att resultaten är normalfördelade. För att återkoppla till tidigare diskussion om pilottester så hade förmodligen resultaten blivit bättre om de försöksdeltagarnas resultat som föll bort hade kunnat användas. Urvalet av försöksdeltagare får ses som representativt med avseende på åldern. Dock är inte urvalet med avseende på kön representativt, då det var 60 % mer kvinnor i undersökningen. Att kvinnorna var överrepresenterade kan leda till missvisande resultat, med andra ord borde könsfördelningen kontrolleras bättre och varit jämnt fördelad (Moir & Jessel, 1989).

Valet av stimulismaterial för de olika nivåerna av den oberoende variabeln tilläggsinformation kan diskuteras. I synnerhet kan den onaturligt mappade tilläggsinformationen ifrågasättas, dock kan den motiveras med att den finns implementerad i ett befintligt gränssnitt. Just att den finns implementerad i ett system gör att den kan användas som en referens. Den naturligt mappade tilläggsinformationen kan däremot kritiseras. Finns det alternativ som hade gett ett bättre resultat, är en rent retorisk fråga, men ändå något som absolut borde forskas vidare kring. I den implementerade naturligt mappade tilläggsinformation användes en förändring av ytan när höjden förändrades. Vid en närmare genomgång hade ett bättre alternativ förmodligen varit att ändra storleken på sidan av kvadraten när höjden förändrades, vilket skulle innebära att en halvering av höjden skulle ge ett dubbelt så stort objekt. Detta skulle innebära att mer rättvisande mått på den naturligt mappade tilläggsinformationen hade varit, 8, 10,66, 16 och 32 dpi. Med dessa nya mått hade man förmodligen fått bättre resultat då skiljande mellan objekten är större. I eventuella fortsatta studier borde dessa värden användas i stället. Den symboliska tilläggsinformation får ses som tillfredställande, då försöksdeltagarna hade en kortare reaktionstid jämfört mot den onaturligt mappade tilläggsinformationen.

När objekten visades på bildskärmen presenterades de i fasta lägen, vilket kan påverka resultatet, exempelvis kan det vara så att en ickediskret avståndspresentation skulle gynna den naturligt mappade tilläggsinformationen mer.

6.3 Slutsatser

För att koppla tillbaka till den teoretiska bakgrunden, visar det sig att det inte är samma förutsättningar som gäller när djupledtrådar används i ett gränssnitt som när de

perceptueras i verkligheten. Trots att endast en djupledtråd använts och en eventuell interaktion med andra djupledtrådar tagits bort, klarar sig den valda djupledtråden lika väl som andra typer av tilläggsinformation. Detta får ses som ett starkt tecken på att den naturligt mappade tilläggsinformation har en stor potential som presentationsform av tredimensionell information i tvådimensionella gränssnitt.

Ser man till de specifika resultaten som framkom i denna studien visar de på att man inte får ett mer korrekt resultat när en bedömning görs, men det går snabbare att göra bedömningen om en naturligt mappade tilläggsinformation används. Utifrån ett vidare perspektiv kan resultaten användas som grund när djupperception skall implementeras i olika typer av gränssnitt. Med andra ord finns det praktiska tillämpningsområden inom ämnesområden som radargränssnitt och olika typer av människa maskin interaktion. Just perceptionen är en förutsättning för att man skall kunna uppfatta vad som finns i ett gränssnitt, vilket innebär att grundläggande perceptionsforskning är nödvändig och att resultaten som framkommer i olika undersökningar bör används.

6.4 Uppslag till fortsatt arbete

Under arbetets gång har ett antal alternativa synsätt dykt upp. När den naturligt mappade tilläggsinformationen valdes gjordes det utifrån ett visst antal kriterier. Frågan är huruvida dessa kriterier var tillräckligt heltäckande? Ett sätt att gå vidare är att välja andra djupledtrådar som naturligt mappad tilläggsinformation. Vill man greppa över ett större område kan man istället jämföra interaktionen mellan de olika djupledtrådarna och på de viset få fram den optimala djupledtråden som då eventuellt skulle bestå av en sammansättning av flera djupledtrådar.

I denna studie har tilläggsinformationen svarat mot höjden. Ett alternativ till detta kan vara att istället mappa tilläggsinformationen mot det euklidiska avståndet. Detta skulle innebära att om man använder naturligt mappad tilläggsinformation skulle storleken motsvara avståndet till mittpunkten och inte som i denna studie, höjden över marken.

Ytterligare ett alternativ för framtida forskning skulle vara att kombinera naturligt mappad tilläggsinformation med symboliskt mappad och få fram någon hybridpresentation, vilken skulle vara intressant att jämföra mot den naturligt och symboliskt mappade tilläggsinformationen som använts i detta experimentet.

Vidare skulle ett mer teoretiskt uppslag vara att undersöka möjligheterna för att undvika att ett objekt skymmer ett annat och finna en eventuell lösning på problemet. Detta problem har inte kunnat uppstå i denna studie eftersom endast ett objekt har presenterats på varje sida.

7 Referenser

- Bhatt, R. S. & Waters, E. S. (1998) Perception of three-dimensional cues in early infancy. *Journal of experimental child psychology* 70, 207-224.
- Cohen J.D., MacWhinney B., Flatt M., and Provost J. (1993) *PsyScope: A new graphic interactive environment for designing psychology experiments. Behavioral Research Methods, Instruments, and Computers*, 25(2), 257-271.
- Dawson, C. W. (2000) *The essence of computing project A student's guide*. Harlow: Prentice Hall.
- Eriksson, S. (1975) *Perception*. Stockholm: Almqvist & Wiksell Förlag AB.
- Gardner, H. (1985) *The Mind's New Science*. America: Basic Books.
- Gibson, J. J. (1979) *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Gregory, L.R. & Colman, M.A. (1996) *Sensation and Perception*. London: Longman Essential Psychology.
- Gärdenfors, P. (2000) *Conceptual spaces*. Cambridge: The MIT Press.
- Hershenson, M. (1999) *Visual Space Perception*. Cambridge: The MIT Press.
- Maddox, W. T. (1992). Perceptual and decisional separability. I F. G. Ashby (red.), *Multidimensional models of perception and cognition* (s. 147-180). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Marr, D. (1982) *Vision*. New York: W. H. Freeman and company.
- Moir, A. & Jessel, D. (1989) *Brainsex, Tänker du manligt eller kvinnligt?* Malmö: Almqvist & Wiksell.
- Norman, D. A. (1990) *The design of everyday things*. New York: Doubleday.
- Norman, D. A (1993) *Things that make us smart*. Cambridge: Perseus Books.
- O'Donnell, L. M. & Smith, A. J. (1994) Visual cues for enhancing depth perception. *Journal of visual impairments & blindness vol. 88 issue 3*, 258-267.
- Patel, R. & Davidsson, B. (1994) *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.
- Sekuler, R. & Blake, R. (1994) *Perception*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Shaughnessy, J. J. & Zechmeister, E. B. (1990) *Research methods i psychology*. New York The McGraw-Hill companies Inc.
- Stochman, G & Shapiro, L. G. (2001) *Computer vision*. New York: Prentice Hall.
- Waller, D. (1999) Factors affecting the perception of interobject distances in virtual environment. *Teleoperators & virtual environment Vol. 8 Issue 6*, 657-671.
- Wickens, C. D., Liang, C-C., Prevett, T. & Olmos, O. (1994) *Egocentric and exocentric displays for terminal area navigation. Proceedings of the human factors and ergonomics society 38th annual meeting*. Santa Monica CA: Human factors society.

7 Referenser

Wickens, C. D., Miller, S. & Tham, M. (1994) The Implication of Data-Link for Representing Pilot Request Information on 2D and 3D Air Traffic Control Displays. *Proceedings of the human factors and ergonomics society 38th annual meeting*. Santa Monica CA: Human factors society.

8 Bilagor

Bilaga 1

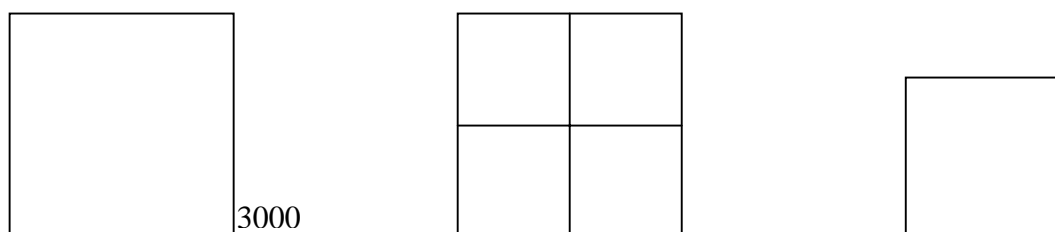
Välkommen till ett kognitionsvetenskapligt experiment!

Detta experimentet är en del av mitt examensarbete och kommer att ligga till grund för mina slutsatser. Redan nu vill jag tacka dig för ditt deltagande.

Ni kommer att göra ett experiment vilket kommer att ta cirka 30 minuter. Tillvägagångssättet är att det kommer att presenteras två objekt på monitorn. Ni kommer att göra en avståndsbedömning och svara genom att trycka på en av de två markerade tangenter på tangentbordet. Nästa bild presenteras sedan automatiskt. Det är viktigt att ni svarar så fort som möjligt.

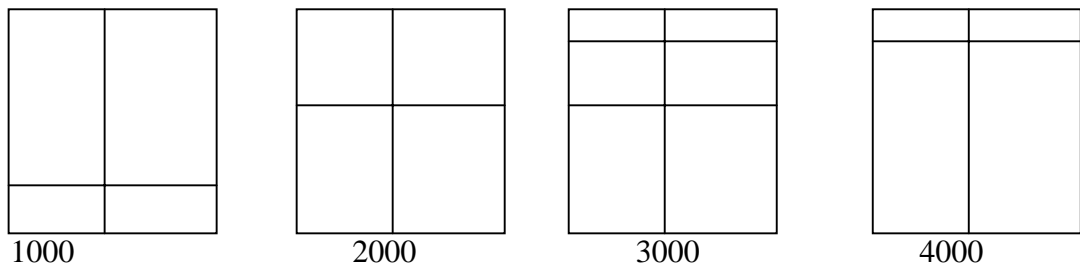
Figurerna som kommer att presenteras är tre olika och kommer att presenteras parvis. De presenterade figurerna symboliserar flygplan och dess höjd. Eftersom de alltid presenteras parvis innebär det att de finns två flygplan i bilden. Din uppgift är att avgöra vilket av de två flygplanen som har den längsta flygsträckan till mittpunkten. Uppgifter som finns till din hjälp är höjden som flygplanet flyger på.

Det finns tre olika sätt att presentera höjdinformationen, det första är med siffror se figur 18 till vänster. Det andra är med hjälp av streckkombinationer, se figur 18 i mitten. Det sista och tredje alternativet är att storleken på fyrkanten ändras beroende på flygplanets höjd, se figur 18 till höger. Den minsta fyrkanten representerar den högsta höjden. De olika alternativen för streckkombinationerna ser du nedan i figur 19. Det flygplan som har det längsta avstånd är alltså det objekt som har den längsta flygsträckan till mittpunkten, det är alltså flygsträckan som räknas och inte objektets placering i bilden



Figur 18. Olika typer av höjdinformation

8 Bilagor



Figur 19. Symbolnyckel

Scenario:

Sammanfattningsvis så skall du alltså trycka på bokstav V, om det vänstra objektet har den längsta flygsträckan till mittpunkten, eller H om det är det högra objektet som har den längsta flygsträckan till mittpunkten.

Övrig information:

Att delta i experimentet är helt frivilligt och kan när som helst avbrytas.

Försökdeltagaren är helt anonym och går inte att kopplas till någon mätdata.

Än en gång tack för din medverkan.