

Påverkar animerade agenter minneskapaciteten hos användaren?

Erik Pettersson

Påverkar animerade agenter minneskapaciteten hos användaren?

Examensrapport inlämnad av Erik Pettersson till Högskolan i Skövde, för Kandidatexamen (B.Sc.) vid Institutionen för kommunikation och information.

2005-06-07

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: _____

Handledare för examensarbetet: Jana Rambusch

Påverkar animerade agenter minneskapaciteten hos användaren?

Erik Pettersson

Sammanfattning

Under de senaste åren har det blivit allt tydligare och fler resultat pekar på att kroppsliga tillstånd, såsom ansiktsuttryck, och människans informationsbearbetning är sammankopplade. Det har även visat sig att människor härmar varandras ansiktsuttryck och därigenom förändrar sina emotionella tillstånd. På senare år har det även börjat dyka upp allt fler animerade agenter som ska hjälpa användaren med datorprogram, hemsidor och lärande datorspel. Härmar en användare då även en animerad agents ansiktsuttryck precis som en verklig människa? Den här studien ska undersöka huruvida användaren till ett datorspel härmar den animerade agentens ansiktsuttryck och om det i sin tur påverkar dennes informationsbearbetning. I studien användes ett datorspel där en agent som hade antingen ett glatt, neutralt eller ledset ansiktsuttryck presenterade negativa, neutrala och positiva ord i en pratbubbla. Användarna fick sedan skriva ner så många ord som de kom ihåg. Resultaten visade att deltagarna inte härmade agentens ansiktsuttryck och att agenten inte hade påverkat deras informationsbearbetning.

Nyckelord: Social embodiment, emotional contagion, animerade agenter, emotioner, minne.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Bakgrund	3
2.1	<i>Social embodiment</i>	3
2.1.1	Upplevda sociala stimuli producerar kroppsliga tillstånd.....	4
2.1.2	Upplevda kroppsliga tillstånd hos andra påverkar även vår egen kroppshållning och emotionella tillstånd.....	4
2.1.3	Kroppshållningen påverkar ens eget känslotillstånd.	5
2.1.4	Kompabiliteten mellan kroppsliga tillstånd och kognitiva tillstånd påverkar hur effektivt informationsbearbetning utförs.	5
2.2	<i>Datorspel</i>	6
2.2.1	Dataspel i undervisningen.	7
2.2.2	Agenter i dataspel.....	7
2.3	<i>Minnet</i>	8
2.3.1	Sensoriskt minne.....	9
2.3.2	Korttidsminne.....	9
2.3.3	Långtidsminne.....	10
2.3.4	Embodiment och minne.....	10
2.4	<i>Minnet och emotioner</i>	12
2.4.1	Emotioner.....	12
2.4.2	Hur påverkar emotioner minnet?.....	13
3	Problembeskrivning	15
3.1	<i>Problemområde</i>	15
3.2	<i>Problemprecisering</i>	16
4	Metod	17
4.1	<i>Deltagare</i>	19
4.2	<i>Material</i>	20
4.3	<i>Genomförande</i>	21
5	Resultat	22
5.1	<i>Resultat från den kvantitativa delen av undersökningen.</i>	22
5.2	<i>Resultat från den kvalitativa delen av undersökningen.</i>	23
6	Diskussion	25
6.1	<i>Diskussion kring resultaten</i>	25
6.2	<i>Kritisk granskning av vald metod</i>	27

6.3	<i>Framtida studier</i>	28
-----	-------------------------------	----

Bilagor:

Bilaga 1: Förfrågan till målsman

Bilaga 2: Datorspelets layout

Bilaga 3: Ordlista

Bilaga 4: Datorspelets layout när alla ord presenterats

Bilaga 5: Datorspelets layout vid fri återgivning

1 Inledning

Under de senaste åren har det blivit allt tydligare att kroppsliga tillstånd och människans informationsbearbetning är sammankopplade (Barsalou, Niedenthal, Barbey och Ruppert, 2003a). Laird, Wagener, Halal och Szegda (1982, i Barsalou m.fl., 2003a) och Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a) visade i sina experiment att vissa emotionella ansiktsuttryck kan påverka minnet av emotionellt laddade ord. Har en person ett positivt ansiktsuttryck vid inläringen kommer denne ihåg och uppmärksammar positiva ord bättre, än om han skulle ha ett neutralt ansiktsuttryck. Resultaten är intressanta ur flera synvinklar, dels från ett kognitionsvetenskapligt perspektiv då minnet är en central del inom ämnet, men det är också viktigt inom undervisning. Undervisning består till stor del av att lära ut kunskap som förhoppningsvis eleverna sedan ska komma ihåg. Går det att påverka minnet genom att försätta eleverna i vissa emotionella tillstånd, så skulle det kunna förbättra undervisningen. Eleverna skulle bli mer motiverade och eventuellt lära sig bättre. En del inom undervisningen är elevernas interaktion med datorer, vilka är ett verktyg som används i skolan för att hjälpa eleverna med olika uppgifter som till exempel språkinläring, matematik och problemlösning (Amory, Naicker, Vincent och Adams, 1999). Elever tycker oftast det är roligare att arbeta aktivt med ett datorprogram eller datorspel än att sitta och lyssna passivt på en lärare under en vanlig lektion (Pillay, Brownlee och Wilss, 1999). Det finns mängder med lärande datorprogram som används i undervisningen som ett alternativ till traditionell undervisning. I datorprogrammen börjar det bli vanligare med så kallade animerade agenter, som ska hjälpa eleven med uppgifter och få denne att känna sig motiverad att fortsätta även om det inte går så bra (Preece, Rogers & Sharp, 2002). Det finns både nackdelar och fördelar med dessa agenter då de kan hjälpa de användare som är relativt oerfarna och behöver hjälp men de kan också vara irriterande och verka nedlåtande för de mer erfarna eleverna (Preece m.fl., 2002).

Det finns enligt Hatfield, Cacioppo & Rapson (1994) och Blairy, Herrera & Hess (1999) tendenser till att människor härmar andras ansiktsuttryck omedvetet och automatiskt, och på så vis blir smittade av den andres emotionella tillstånd. Som nämnts tidigare så finns det tecken på att emotionella tillstånd och minnet på något sätt hänger ihop Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a). I minnesforskningen dominerar fortfarande de traditionella teorierna som hävdar att det finns ett sensoriskt, ett korttidsminne och ett långtidsminne (Baddeley, 1999). Dessa teorier menar att emotioner och "fakta" inte lagras tillsammans utan är två skilda mekanismer (Eysenck & Keane, 2000). Det börjar dyka upp alternativa minnesteorier, några av dessa är så kallade simuleringsteorier. Teorierna menar i stora drag att tänkandet består av perceptuella och motoriska simuleringar av vår interaktion med omvärlden (Barsalou m.fl., 2003a; Hesslow, 2002). Simuleringsteorierna anser att emotioner, sensoriska och motoriska tillstånd lagras tillsammans med "fakta" och på så vis flätas samman (Barsalou m.fl., 2003a).

Om det nu finns en koppling mellan emotionella tillstånd och minnet, och om människor härmar varandras emotionella ansiktsuttryck hur kan då detta användas i verkligheten? Ett sätt att använda resultaten från studierna kring kroppsliga tillstånd och minnet, är

inom interaktionen med animerade agenter. Om nu människor härmar varandras ansiktsuttryck, härmar då människan även en artificiell agents kroppshållning omedvetet? Om människan gör det, så finns en chans att agenterna kan påverka användaren emotionellt, dels för att få denne att känna sig väl till mods med att använda programmet, och dels för att eventuellt kunna förbättra inläringen.

Syftet med rapporten är att undersöka huruvida en animerad artificiell agent kan påverka användaren emotionellt, genom sitt ansiktsuttryck och på så vis förbättra inlärningskapaciteten hos användaren. Syftet är även att försöka svara på frågeställningen: Kan en animerad agent i ett lärande datorspel överföra emotioner via sitt ansiktsuttryck till användaren och därigenom öka användarens inlärningsförmåga? För att undersöka denna fråga kommer det utföras en studie, där försökspersonerna interagerar med ett lärande datorspel som har en människolik animerad agent. I spelet ska de lära sig olika ord nämligen neutrala, negativa och positiva. Efteråt kommer det vara ett minnestest, där det undersöks om den animerade agenten har påverkat försöksdeltagarna. I bakgrundsdelen kommer social embodiment att förklaras närmare, vilka resultat som forskare har fått fram och hur de är applicerbara på datorspel och inlärningsprocessen. Det kommer även ges en kort inblick i hur datorspel kan användas i undervisningen. Eftersom syftet med rapporten är att undersöka hur en agent kan påverka inlärningskapaciteten, kommer även minnet att diskuteras i relation med emotioner eftersom det är genom emotionella ansiktsuttryck som agenten ska påverka användaren.

2 Bakgrund

Forskning inom social embodiment har visat många intressanta resultat som skulle kunna användas inom flera områden, som till exempel dataspelsindustrin, vilken bara blir större och större (Jayakanthan, 2002). Några som använder sig av datorspel är skolorna och de som är mest intressanta för dem är lärande datorspel som eleverna kan använda sig av för att lära sig glosor i ett nytt språk eller för att leta fakta. Inom lärande datorspel börjar det dyka upp animerade agenter, vilka ska hjälpa användaren att utföra uppgifter på datorn. Användaren av datorspelet eller programmet interagerar med agenten, och tillskriver den omedvetet mänskliga egenskaper (Preece m.fl., 2002). Om det visar sig att det finns samma sociala effekter vid interaktion med en animerad agent som vid interaktion med en människa, kan det vara en bra idé att använda animerade agenter i fler lärande datorspel. För att läsaren ska få en förståelse av vad social embodiment är och hur det kan användas inom datorspel, kommer det ges en introduktion till ämnet. Eftersom undervisning till stor del består av att lära ut kunskap till eleverna som de senare förhoppningsvis ska komma ihåg, så är minnet en central del, vilket också kommer presenteras i bakgrunden.

2.1 *Social embodiment*

De traditionella teorierna i kognitionsvetenskap har sett hjärnan som ett informationsbearbetande verktyg, vars förbindelse med omvärlden är föga intressant för forskarna (Wilson, 2002). Wilson (2002) menar att de perceptuella och motoriska systemen inte ansågs som betydelsefulla för att förstå kognitiva processer, utan fungerade enbart som input- och outputverktyg. Det finns enligt henne ett annat synsätt på kognition, som har sina rötter i vissa av kognitionsvetenskapens grenar, vilket framhåller vikten av de sensoriska och motoriska funktionerna och deras betydelse för interaktionen med omvärlden. Några av de personer som bidragit med kunskaper kring området, enligt Wilson (2002), är bl.a. utvecklingspsykologen Jean Piaget, som betonade uppkomsten av kognitiva förmågor från sensomotoriska förmågor, och J.J. Gibsons teorier kring affordances inom perceptionspsykologin. Teorin om affordance menar i korta drag att alla potentiella användningsområden för ett objekt är direkt synliga (Eysenck & Keane, 2000).

Under samma tidsperiod som kroppens påverkan på människans kognition började beaktas, så startade forskare inom området robotik att använda sig av direkt interaktion med omvärlden istället för att robotarna skulle ha interna representationer (Wilson, 2002). Detta synsätt på kognitionsvetenskapen började, enligt Wilson (2002) kallas för *embodied cognition*. Hon menar att det är ett växande intresse för idén att mind måste undersökas i kontexten med dess relation till den fysiska kroppen vilken interagerar med omvärlden. Vidare skriver hon att det argumenteras för att människan har utvecklats från varelser vars neurala resurser till största delen var hängivna åt perceptuella och motoriska processer, och vilkas kognitiva liv bestod mest av omedelbara interaktioner med världen. Clark (1997) tar det ett steg längre och menar att kroppens interaktion med omvärlden är nödvändig för att de kognitiva processerna ska utvecklas.

Denna rapport kommer att fokusera på fenomenet social embodiment vilket Barsalou m.fl. (2003a) beskriver som "states of the body, such as postures, arm movements, and facial expressions, arise during social interaction and play central roles in social information processing" (Barsalou m.fl., 2003a, s. 43). De menar att teorier kring embodied cognition kan hjälpa till att förklara och integrera sociala embodimenteffekter. De anser att det finns fyra typer av embodimenteffekter som upptäckts inom socialpsykologin. Den första effekten är att upplevda sociala stimuli inte bara producerar kognitiva tillstånd utan de producerar även kroppsliga tillstånd. Den andra påverkan är att upplevda kroppsliga tillstånd hos andra påverkar även vår egen kroppshållning. Den tredje effekten är att den egna kroppshållningen påverkar det emotionella tillståndet. Slutligen den fjärde effekten är att komabiliteten mellan kroppsliga tillstånd och kognitiva tillstånd påverkar hur effektiv informationsbearbetningen är. Effekterna är enligt Barsalou m.fl. (2003a) troligtvis omedvetna och automatiska. I nästkommande avsnitt ges exempel på de effekter som tagits upp.

2.1.1 Upplevda sociala stimuli producerar kroppsliga tillstånd.

Sociala stimuli ligger till grund för kulturella fenomen såsom stereotyper, attribueringar o.s.v. men dessa stimuli producerar även kroppsliga tillstånd. Ett exempel är Weisfeld och Beresford (1982, i Stepper & Strack, 1993), som utförde ett experiment där studenter iaktogs när de fick sina betyg. Studenter som fick bra betyg fick en mer rak hållning mot dem som sämre, vilket visar att sociala stimuli kan producera kroppsliga tillstånd. Ytterligare ett experiment, som Aarts och Dijksterhuis (2002) utförde, stödjer teorin om att sociala stimuli påverkar kroppsliga tillstånd. De visade sina försöksdeltagare ord med antingen snabba eller långsamma djur t.ex. snigel eller gepard. Resultaten visade att försökspersoner som fick stimuli med långsamma djur tog längre tid på sig att gå från försöksrummet till nästa rum, än de som fått se ord på snabba djur.

Flera experiment har även visat att sociala stimuli producerar ansiktsuttryck. Cacioppo, Petty, Losch och Kim (1986) visade sina försöksdeltagare visuella scener som var antingen positiva eller negativa. De scener som var positiva medförde positiva ansiktsuttryck och de scener som var negativa gav negativa ansiktsuttryck. Bilder på människor ger samma effekt, vilket Vanman och Miller (1993, i Barsalou m.fl., 2003a) visade i sin studie. Det räcker även med att en försöksperson tänker på en person för att det ska åstadkomma ansiktsuttryck (Vanman, Paul, Ito och Miller, 1997 i Barsalou m.fl., 2003a).

2.1.2 Upplevda kroppsliga tillstånd hos andra påverkar även vår egen kroppshållning och emotionella tillstånd.

När människor interagerar så efterapar och härmar de ofta varandras ansiktsuttryck (Barsalou m.fl., 2003a; Hatfield m.fl., 1994; Blairy m.fl., 1999), vilket tydliggjordes i Bavelas, Black, Lemery och Mullet (1986, i Barsalou m.fl., 2003a) experiment där försöksledaren förvred sitt ansikte på grund av en fejkad skada vilket medförde att försöksdeltagarna också förvred sina ansikten beroende på hur väl de kunde se försöksledarens ansikte. Ytterligare exempel på denna effekt är att personer tenderar att

gäspa mer när personer i deras omgivning gäspar (Provine, 1986, i Barsalou m.fl., 2003a), eller att mödrar har en benägenhet att själva öppna munnen när de matar sina nyfödda (O'Toole & Dubin, 1986, i Barsalou m.fl., 2003a). Människor härmar även ansiktsuttryck som presenteras för dem subliminalt (Dimberg, Thunberg & Elmehed, 2000).

Att människor tenderar att härma och ta efter andras ansiktsuttryck och kroppshållning kallas *emotional contagion* (Hatfield m.fl. 1994) vilket definieras av Hatfield, Cacioppo och Rapson (1992, i Hatfield m.fl., 1994), som "the tendency to automatically mimic and synchronize facial expressions, vocalizations, postures, and movements with those of another person and, consequently, to converge emotionally" (Hatfield m.fl., 1992, s.153-154, i Hatfield m.fl., 1994, s. 5). Doherty (1998) tydliggör att det är skillnad på emotional contagion och empati. Han menar att empati är när en person sätter sig in i en annan persons situation och försöker tänka och känna hur denne känner, vilket är en högre kognitiv process. Emotional contagion är en mer primitiv och lägre kognitiv process, där emotioner överförs mellan personer genom att den ena personen automatiskt och undermedvetet härmar den andres röst, kroppshållning och/eller ansiktsuttryck (Doherty, 1998; Neumann & Strack, 2000). Förmågan att härma andra finns redan hos spädbarn (Haviland & Lelwica, 1987, i Doherty, 1998).

2.1.3 Kroppshållningen påverkar ens eget känslotillstånd.

Det har visat sig att ens egen kroppshållning producerar emotionella tillstånd (Barsalou m.fl., 2003a; Hatfield m.fl., 1994). Huvudrörelser är enligt Barsalou m.fl. (2003a) ett exempel på embodiment som kan producera känslomässiga tillstånd, vilket visade sig i en undersökning som Wells och Petty (1980, i Barsalou m.fl., 2003a) utförde. I undersökningen visade dem att personer påverkas av vertikala och horisontella huvudrörelser. Rörelserna påverkade försökspersonernas bedömning av ett uppläst meddelande. De personer som utfört horisontella rörelser höll inte med meddelandet i lika stor grad som de personer som hade utfört vertikala huvudrörelser. Ett flertal undersökningar har visat att ansiktsrörelser eller ansiktsuttryck också påverkar emotionella tillstånd, exempelvis ansiktsuttrycket för glädje framkallar motsvarande emotionella tillstånd (Barsalou m.fl., 2003a), vilket även kallas för *facial feedback* (Adelmann & Zajonc, 1989; Barsalou m.fl., 2003a; Hatfield m.fl., 1994). Försökspersoner som höll en penna mellan tänderna samtidigt som de skulle bedöma olika seriefigurer, bedömde dem som roligare än de som höll en penna mellan läpparna (Duclos, Laird, Schneider, Sexter, Stern & Van Lighten, 1989). Duclos m.fl. (1989) menar att effekten beror på att skrattnusklerna stimuleras när en penna hålls mellan tänderna, och att motsatt effekt uppstår om pennan hålls mellan läpparna.

2.1.4 Kompabiliteten mellan kroppsliga tillstånd och kognitiva tillstånd påverkar hur effektivt informationsbearbetning utförs.

Barsalou m.fl. (2003a) menar att det finns en relation mellan kroppsliga tillstånd och kognitiva processer. De anser att när kroppsliga och kognitiva tillstånd är överensstämmande så fungerar informationsbearbetning av stimuli bättre, än när de inte är kompatibla. Vidare diskuterar dem att kopplingen visar på att det äger rum ett viktigt

samspel mellan kroppen och de högre kognitiva processerna. Flera experiment har fått resultat som stödjer deras påstående. Chen och Bargh (1999, i Barsalou m.fl., 2003a) undersökte huruvida positivt eller negativt laddade ord, som t.ex. kärlek och hat, påverkade reaktionstider när försökspersoner skulle dra ett handtag antingen mot sig eller från sig. Det visade sig att försökspersonerna fick kortast reaktionstid när de fick ett positivt laddat ord och de skulle dra spaken mot sig, och när de fick ett negativt laddat ord och skulle skjuta handtaget från sig.

Det finns liknande effekter när personer ska identifiera emotionella ansiktsuttryck på andra. I ett experiment som Walbott (1991, i Barsalou m.fl., 2003a) utförde skulle försökspersonerna avgöra vilka emotioner som olika personer visade. Det visade sig att försökspersonerna härmade ansiktsuttrycken för att lättare bestämma vilka de var, och de personer som härmade "mest" hade också flest rätt. Härmning spelar en viktig roll i kommunikationen av känslomässiga tillstånd (Hess & Blairy, 2001). Härmning i detta sammanhang är en automatisk reflex-lik process (Hoffman, 1984, i Hess & Blairy, 2001).

Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl., 2003a) visade att embodiment och minne interagerar med varandra. De visade denna effekt i ett experiment där försökspersonerna tvingades att ha ett visst ansiktsuttryck, genom att antingen ha en penna mellan tänderna, vilket skulle stimulera skrattmusklerna, eller så hade dem en penna mellan läpparna, vilket skulle stimulera musklerna för ilska. Medan försökspersonerna hade pennan i munnen så läste de en text. Efteråt var det ett minnestest på texten. Försökspersoner som hade fått sina skrattmuskler stimulerade kom ihåg humoristiska bitar från texten bättre, de som hade pennan mellan läpparna kom ihåg negativa delar bättre.

Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a) gjorde ett liknande experiment där försökspersonerna antingen skakade eller nickade med huvudet samtidigt som de läste positiva eller negativa adjektiv. De som nickade på huvudet kom ihåg positiva adjektiv bättre, och de som skakade på huvudet kom ihåg negativa adjektiv bättre. Resultaten från dessa experiment visar alla enligt Barsalou m.fl. (2003a) att embodiment och kognition hänger ihop. Han menar att om högre kognitiva processer uteslutningen använder sig av disembodied representationer, skulle inte en koppling mellan kroppsliga och kognitiva tillstånd finnas.

2.2 Datorspel

De effekter som presenterats i föregående avsnitt är intressanta att undersöka om de kan uppstå vid interaktion med en artificiell agent, istället för "riktiga" människor. Finns det liknande effekter vid kommunikation med en datoragent så kan det vara mycket bra att använda sig av vid utformning av nya datorspel och datorprogram. Förmågan till emotional contagion är något som designers kan använda sig av när de ska implementera agenter i datorprogram och datorspel. Lester, Towns, Callaway, Voerman och Fitzgerald (2000) anser att animerade agenter i datorbaserade utbildningskontexter är ett mycket bra

verktyg. De menar att agenterna har pedagogiska fördelar och fungerar som motivationshöjare.

2.2.1 Dataspel i undervisningen.

Hokanson och Hooper (2000) menar att det finns en del nackdelar med att använda datorer i undervisningen, speciellt lärande datorprogram eller spel. De argumenterar att det finns få bra exempel på när användare av lärorika datorspel ska ha lärt sig bättre eller snabbare när de interagerat med datorn än under en vanlig lektion. De anser att datorn är inte ett bättre undervisningssätt än en traditionell lektion med en lärare som håller i lektionen och elever som lyssnar. Med lärorika datorspel menas de spel som har som mål att användaren ska lära sig något samtidigt som denne spelar. Exempel på sådana spel kan vara matematikspel, spel där användaren tränar på utländska språk eller rena faktaspel. Amory m.fl. (1999) anser dock att datorer och speciellt lärorika datorspel är en viktig del i undervisningen, vilket Pillay m.fl. (1999) håller med om. De menar att inläring och spel eller lek hänger tätt ihop. Oyen och Bebko (1996) anser att det inte är själva datorspelen som gör att barnen lär sig bättre utan att det beror på att barnen tycker att spelen är roligare än vanliga lektioner, och att de därför riktar sin koncentration och uppmärksamhet mer mot själva uppgiften. De menar att datorprogrammen höjer barnens motivation att hålla på längre med spelen än vad de eventuellt hade gjort med en vanlig skoluppgift, vilket då medför bättre inläring. Vidare anser dem att det finns två sorters lärorika datorspel nämligen *exogena* och *endogena* spel. I de exogena spelen är inlärningsmomentet ett hinder som måste klaras av för att användaren ska komma vidare i spelet. I de endogena spelen används fantasi för att skapa en kontext där inlärningsmomentet är en integrerad del, här är målet med spelet direkt relaterat med inläringen. Bäst inläring sker, enligt Oyen och Bebko (1996), i de endogena spelen eftersom användarna motiveras att lära sig, till skillnad från de exogena spelen där de måste lära sig bara för att kunna fortsätta.

2.2.2 Agenter i dataspel

Människor tillskriver ofta mänskliga egenskaper till objekt, så kallat *antropomorfism*, vilket även sker i datorvärlden (Preece m.fl., 2002). Ett exempel på antropomorfism i datorprogram är användningen av artificiella agenter. Speciellt barn använder sig mycket av antropomorfism, vilket är något som reklambranschen har tagit tillvara på, exempelvis i reklam där paketerna för frukostflingor är mer mänskliga och målas till exempel med ansikten för att verka mer tilltalande för barnen (Preece, m.fl., 2002).

Enligt Preece m.fl. (2002) finns det fyra sorters agenter: *syntetiska agenter*, *animerade agenter*, *emotionella agenter* och *embodied konverserande agenter*. Syntetiska agenter är designade så mänskliga som möjligt, de ska gå och röra sig som människor samt ha ett mänskligt beteende med personligheter. Viktiga egenskaper hos denna sorts agenter är att deras ansiktsuttryck ska passa in i situationen. Animerade agenter liknar syntetiska agenter men har en roll att spela, som till exempel lärare eller handledare som ska hjälpa användaren med olika uppgifter på datorn. Emotionella agenter är designade så att de har ett flertal fördefinierade emotionella tillstånd som användaren kan ändra för att se vilken effekt det ger på agenten. De olika emotionella tillstånden tydliggörs genom agentens

beteende, såsom ansiktsuttryck och gester. Embodied konverserande agenter har främst används till att efterlikna mänsklig konversation. Hittills har dessa agenter mest använts vid forskning kring hur en konversation med/genom datorn kan efterlikna mänskliga konversationer (Preece m.fl., 2002).

När någon använder sig av ett datorverktyg i undervisningen eller för att lära sig något på fritiden så är det viktigt att kommunikationen med datorverktyget känns naturligt, därför börjar det bli vanligare med virtuella animerade agenter som ska hjälpa användaren (Preece m.fl., 2002). Agenterna ska få användaren att känna sig motiverad och positivt inställd till verktyget, vilket medför att denne kommer att lära sig bättre (Gratch, Rickel, André, Cassel, Petajan & Badler, 2002). De virtuella agenterna kan uppvisa emotioner för att förbättra interaktionen med användaren, eftersom människan är van vid att förmedla emotioner vid interaktion med andra så är det viktigt även vid interaktion med en dator (Bartneck & Reichenbach, 2005). Agenterna kan också få ovana datoranvändaren att slappna av och känna sig mer hemma med verktyget (Preece m.fl., 2002)

En nackdel med agenterna är att mer erfarna datoranvändare ofta tycker att de är i vägen och onödiga, vilket leder till att användaren kan bli irriterad (Preece m.fl., 2002). Schneiderman (1998, i Preece m.fl., 2002) kritiserar antropomorfistiska gränssnitt för att vara rent vilseledande, och att de kan få användaren att känna sig nervös och dum. Han menar också att när användaren upptäcker att agenten inte är så människolik och att den inte klarar av så många saker som användaren trodde, så uppstår ofta en konflikt vilken kan leda till att agenten bli misstrodd. Men det finns en del forskning vars resultat visar på att antropomorfism trots allt har en del fördelar (Reeves & Nass, 1996). Walker, Sproull och Subramani (1994, i Preece m.fl., 2002) visade i ett experiment att användare som blir presenterade för ett talande ansikte istället för bara text lägger ner mer tid på interaktionen och gör färre misstag på efterföljande test.

Bartneck (2001) understryker att människan är lika bra på att känna igen emotioner av konstgjorda ansikten som av fotografier på riktiga ansikten. Går det att utnyttja emotional contagion fullt ut vid interaktion med en dator så skulle den effekten dra många fördelar. För det första skulle den virtuella agenten kunna påverka användaren positivt genom sitt kroppsspråk så att denne blev mer motiverad och helt enkelt gladare. För det andra, om nu emotional contagion kan uppstå vid interaktion med en dator, kommer kanske användaren att efterapa den virtuella agentens kroppsspråk, vilket skulle kunna förbättra kommunikationen med datorn.

2.3 Minnet

Minnesforskning är en oerhört viktig del inom kognitionsvetenskapen, och en central del inom undervisningen oavsett område, speciellt när det gäller undervisning för barn eftersom deras minnesförmåga varierar i större utsträckning än vuxnas (Bjorklund, Schneider & Hernández Blasi, 2003). Ett verktyg inom undervisningen som var på frammarsch redan under 1980-talet är datorn (Malouf, 1987). Detta verktygs

användningsområde i undervisningen har bara ökat (Jayakanthan, 2002). Men datorprogrammets förmåga att få elever att lära sig bättre och utveckla deras kognitiva förmågor är, enligt Hokanson och Hooper (2002), överdriven. De argumenterar för att om eleverna ska kunna lära sig bättre och snabbare så måste kommunikationen med datorn bli bättre, vilket artificiella agenter kan hjälpa till med (Cassel, 2000). För att kunna förstå hur artificiella agenter påverkar användaren att lära sig bättre och snabbare, så krävs det en inblick i hur minnet är uppbyggt och fungerar. Vad finns det för kopplingar mellan agenter och hur användarens inläring fungerar?

Under 1960-talet dök det upp ett flertal minnesmodeller, vilka beskriver den grundläggande utformningen av minnessystemet (Atkinson & Shiffrin, 1968, i Eysenck & Keane, 2000). Tre olika minnestyper presenterades (Baddeley, 1999): *Sensoriska minnet* vilket håller information under mycket kort tid och är begränsat till en sensorisk modalitet. *Korttidsminnet* som har en mycket begränsad lagringskapacitet. *Långtidsminnet* som har en obegränsad lagringskapacitet och kan hålla information över extremt långa perioder (Baddeley, 1999). Dessa teorier om minnet har varit och är de dominerande i forskarsamhället (Baddeley, 1999).

2.3.1 Sensoriskt minne

Enligt Eysenck & Keane (2000) bombarderas våra sinnen hela tiden med information, av vilken bara en liten del uppmärksammas. Det sensoriska minnet är t.ex. bra när en person ska se en film. Människor ser filmer som kontinuerliga, objekt i filmen rör sig precis som de skulle göra i verkligheten. Men det som egentligen visas i en film är många stillbilder som visas i en serie. För att människan ska kunna se en kontinuerlig rörelse i filmen krävs det att hjärnans visuella system lagrar informationen från föregående bildruta tills nästa kommer (Baddeley, 1999), vilket även kallas *ikoniskt minne* (Eysenck & Keane, 2000). Ytterligare exempel på ett visuellt sensoriskt minne är om en person vevar ett tomtebloss i en cirkel inne i ett mörkt rum, så kommer det se ut som en rund ring av gnistor (Baddeley, 1999). Eysenck och Keane (2000) menar att information lagras i det ikoniska minnet i cirka 0,5 sekunder. Det sensoriska minnet fungerar inte bara för synen utan också för hörseln.

2.3.2 Korttidsminne

Korttidsminnet är människans förmåga att ha en relativt liten mängd information i huvudet samtidigt, vilken kommer att glömmas bort snabbt om den inte uppmärksammas (Roediger III & Goff, 1998). Ett exempel när korttidsminnet används är när ett telefonnummer ska hållas i huvudet från att det slogs upp i telefonkatalogen tills det ska slås på telefonen. Mängden information som kan hållas i korttidsminnet samtidigt är 7 ± 2 chunks. En chunk kan vara en förkortning som till exempel CSN, en siffra eller en bokstav och så vidare (Eysenck & Keane, 2000). Baddeley och Hitch (1974, i Eysenck & Keane, 2000) argumenterade för att begreppet korttidsminne ska bytas ut mot *arbetsminne*. Deras arbetsminne består av en *central styrenhet*, en *fonologisk loop* och ett *visuo-spatialt sketchblock*. Den fonologiska loopen och det visuo-spatiala sketchblocket är slavsystem under den centrala styrenheten, och används till olika uppgifter. Den fonologiska loopen bibehåller ordningen i vilken ord är presenterade och det visuo-

spatiala sketchblocket används till lagring och manipulation av spatial och visuell information. Varje komponent av arbetsminnet har en begränsad kapacitet, och är relativt oberoende av varandra (Eysenck & Keane, 2000).

2.3.3 Långtidsminne

I långtidsminnet är information lagrat under en längre tid, vilket kan vara allt från 30 sekunder till många år (Roediger & Goff, 1998). Vissa forskare hävdar att informationen som väl kommer till långtidsminnet aldrig försvinner, utan blir bara svårare att locka fram. Andra forskare tror däremot att minnena bleknar och försvinner (Baddeley, 1999). Exempel på minnen som lagrats i långtidsminnet är barndomsminnen eller vilken färg ens första kostym hade. Tulving (1972, i Eysenck & Keane, 2000) hävdar att det finns två olika typer av långtidsminnessystem nämligen *episodiskt minne* och *semantiskt minne*. I det episodiska minnet finns information om händelser och episoder som har hänt under en speciell tid och plats. I det semantiska minnet finns information om omvärlden såsom hur högt Eiffeltornet är eller vad huvudstaden i Brasilien heter.

2.3.4 Embodiment och minne

Det traditionella synsättet på kognition och minnet är att kunskap lagras och representeras som formella och explicita symboler (O'Connor & Glenberg, 2003). Minnet, enligt det klassiska synsättet, består av interna representationer såsom symboler, pekare utan struktur eller propositioner som relaterar till meningslösa symboler (Glenberg, 1997). Glenberg (1997) menar att det finns två problem med det traditionella synsättet. Det första är *the symbol grounding problem* (Harnad, 1990), hur kan meningslösa symboler få en mening? Det andra problemet består av att det klassiska synsättet förutsätter att interna representationer består av meningslösa symboler, vilket innebär att möjligheten att hitta andra former av representationer missas (Glenberg, 1997). Glenberg (1997) menar att episodiskt och semantiskt minne inte består av separata minnessystem, utan reflekterar bara skillnaden i hur ofta minnena används, metoderna för bedömning och innehållet. Han argumenterar även för att det inte finns någon skillnad mellan korttids- och långtidsminnet, och att det finns en alternativ förklaring till Baddeley och Hitch (1974, i Eysenck & Keane, 2000) arbetsminne med den centrala styrenheten. Istället för separata moduler, så finns det, enligt Glenberg (1997), olika kunskaper och strategier som är effektiva i särskilda domäner.

En alternativ teori till det traditionella synsättet är Barsalou (1999; 2002, i Barsalou m.fl., 2003a) minnesteori. De menar att kunskap lagras som simulationer, som består av sensoriska, motoriska och introspektiva tillstånd. Till skillnad från det traditionella synsättet på minnet och kognition där ett symbolsystem lagrar tillstånd och fakta separat från sensoriska, motoriska och introspektiva tillstånd (Barsalou m.fl., 2003a). Hesslow (2002) menar att kognitiva och sensomotoriska mekanismer är sammankopplade. När kunskaper eller händelser lagras, lagras också delar av de sensoriska, motoriska och introspektiva tillstånden som personen befinner sig i vid just det tillfället (Barsalou m.fl., 2003a). Barsalou m.fl. (2003a) menar att när en händelse eller specifik kunskap sedan blir tillämpad i minnet, så blir de tillstånd som personen befann sig i vid lagringstillfället också simulerade. Deras hypoteser är så kallade *simuleringshypoteser*. Att minnas en

händelse uppstår alltså genom att simulera de sensoriska, motoriska och introspektiva tillstånden som fanns vid lagringstillfället (Barsalou m.fl., 2003a). Barsalou, Simmons, Barbey och Wilson (2003b) menar att när ett objekt perceptueras visuellt blir ett flertal sammanhängande neurala detektorer aktiva i det visuella systemet, det aktiva mönstret sparas sedan i minnet. När sedan det visuella objektet är borta så reaktiveras delvis det aktiva mönstret för att representera objektet visuellt (Barsalou m.fl., 2003b). De understryker att dessa simuleringar eller återaktiveringar aldrig är fullständiga och att de kan vara förvrängda. Vidare anser dem att de simuleringar som sker ligger till grund för mentala bilder. Mentala bilder tenderar att vara medvetna, men återaktiveringen som ligger bakom dem är ofta omedveten (Barsalou, 2003b).

Barsalou m.fl. har fortfarande ett något symbolistiskt tänkande, deras hypotes är en förlängning av det traditionella synsättet eftersom de menar att människan även lagrar sensomotoriska och emotionella tillstånd tillsammans med faktaminnena. De menar fortfarande att vi lagrar minnen som i en slags databas för senare återsimulering. Hesslow (2002) har en lite annorlunda simuleringshypotes jämfört med Barsalou (2003a). Hesslow lägger större vikt på embodiment i sin simuleringsteori, han anser att mänskligt tänkande består av simulerade interaktioner med omgivningen. Hans hypotes består av tre grundläggande antaganden. Det första är simulering av handlingar. Människan kan aktivera motoriska strukturer i hjärnan, vilka liknar den aktivitet som finns under vanliga handlingar, men utan att faktiskt utföra någon motorisk rörelse. Det andra antagandet är simulering av perception. Att föreställa sig att visuellt perceptuera något är i grunden det samma som att verkligen se det. Enbart den perceptuella aktiviteten är skapad av hjärnan, istället för externa stimuli. Det tredje och sista antagandet är "förväntan". En simulerad handling kan frambringe perceptuell aktivitet i hjärnan som liknar den aktivitet som skulle ha ägt rum om handlingen verkligen hade utförts (Hesslow, 2002). Hesslow (2002) menar att simulerade handlingar framkallar tidigare inlärd emotionella konsekvenser, vilka kan ledsaga framtida beteende genom att uppmuntra eller straffa simulerade handlingar. Han menar alltså att när vi tänker så består tankarna av simulerade handlingar, och dessa simulerade handlingar kan framkalla tidigare inlärd emotionella konsekvenser. Ett exempel kan vara om vi tänker på att köra bil till moster Gerd, så kan det frambringe tidigare inlärd emotionella tillstånd på grund av vissa saker som hänt tidigare. Exempelvis kan vara så att när vi åkte till moster Gerd förra gången så krockade vi med bilen, vilket då kan föranleda att vi känner obehag när vi tänker på den kommande resan.

Både Barsalous (2003a) och Hesslows (2002) olika simuleringshypoteser, är två konkurrerande teorier till det traditionella synsättet på minnet. Hypoteserna passar bättre in på de sociala embodiment resultat som Barsalou (2003a) presenterade, än vad de klassiska teorierna gör eftersom de inte har någon relevant förklaring till varför dessa effekter uppstår. Hesslows simuleringsteori är en "ren" embodimentteori medan Barsalou fortfarande har ett något symbolistiskt tänkande. Simuleringsteorierna är ett bra komplement och alternativ i minnesforskningen.

2.4 Minnet och emotioner

De sociala embodiment effekterna som tagits upp tidigare i rapporten visar på att det finns en koppling mellan människans informationsbearbetning och de kroppsliga tillstånden (Barsalou m.fl., 2003a). Det finns experiment som tyder på att kroppsliga emotionella uttryck såsom ett glatt ansiktsuttryck, påverkar huruvida människan kommer ihåg vissa emotionellt laddade ord bättre (Laird m.fl., 1982, i Barsalou m.fl., 2003a). Denna effekt kan ge en intressant koppling till emotional contagion, där emotioner överförs mellan människor undermedvetet. Om människor kan påverka varandra emotionellt, så borde det finnas en koppling mellan emotional contagion och minnet eftersom Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl., 2003) visade tendenser till att emotionella uttryck faktiskt påverkar minnet. Varför är det så att vissa emotionella ansiktsuttryck kan påverka minnet? Är det så att emotioner och minnet är sammankopplade och integrerade med varandra? För att försöka få svar på dessa frågor behövs en inblick i hur emotioner fungerar och påverkar människan rent allmänt.

2.4.1 Emotioner

Emotioner är en av de mest centrala och framträdande aspekterna i människans liv och erfarenheter (Ortony, Clore & Collins, 1988), de är fundamentala för att människan ska kunna fungera (Niedenthal, 2003). Emotioner påverkar även hur människan fattar beslut, hur hon planerar inför framtiden och till och med hur världen perceptueras (Isla & Blumberg, 2002). Forskning inom kognitionsvetenskap har bortsett från emotioner, men på senare år har ett ökat intresse för området uppstått (Griffiths, 1998). Anledningen till att emotioner har ignorerats beror till stor del på att den traditionella synen på kognitionsvetenskap har jämfört människan med en dator, vilken inte har några egna emotioner, eller sett henne som en stimuli-responsvarelse (Eysenck & Keane, 2000). Emotionella tillstånd påverkar kognitiva funktioner såsom uppmärksamhet, perception, minne och beslutsfattande (Niedenthal, 2003). Niedenthal (2003) beskriver emotioner på följande sätt: "Emotions are sets of processes that involve different components including subjective feelings, but also expressive motor action, cognitive appraisals, physiological arousal, and tendencies to take particular actions" (s.1115).

Den vetenskapliga undersökningen av emotioner började med Charles Darwin, när han använde fotografier för att bevisa att människor kan läsa av emotioner ur ansiktsuttryck (Griffiths, 1998). Griffiths (1998) menar att Darwin argumenterade för att ansiktsuttryck var både instinktiva och universella och att de härstammar från primater. Att ansiktsuttryck av emotioner är universella har även visat sig i senare forskning, i alla fall ansiktsuttrycken för glädje, sorg, rädsla, ilska, avsky och eventuellt förvåning. En annan tidig teori om emotioner kom från William James under 1890-talet. James ansåg att perceptionen av ett externt stimuli direkt påverkade nervsystemet, vilket i sin tur påverkade kroppen, exempelvis flykt vid synen av en björn, sedan perceptueras förändringarna i ens eget beteende och känslan av rädsla kommer (Griffiths, 1998).

2.4.2 Hur påverkar emotioner minnet?

Kopplingen mellan emotioner och minnet är inte helt klar, men det finns forskning som pekar åt att emotioner faktiskt påverkar minnet. Sylwester (1994) menar att kopplingen mellan minne och emotioner är mycket komplex, han anser att emotioner styr uppmärksamheten som i sin tur styr inläringen. Hans påstående är ett tecken på att datorn är ett bra verktyg i undervisningen då både barn och vuxna tycker datorspel och datorprogram är roliga (Jayakanthan, 2002), vilket medför bättre motivation och uppmärksamhet mot programmen (Sylwester, 1994). Arntz, Groot och Kindt (2005) utförde en studie där de jämförde om människor kommer ihåg neutrala och emotionella berättelser bättre. Deras resultat visade att försöksdeltagarna kom ihåg mer av de emotionella bitarna än de neutrala, vilket kan ha flera förklaringar men det kan vara en fingervisning för att emotioner och minnet på något sätt hänger ihop.

Niedenthal (2003) menar att emotionella tillstånd aktiverar information i minnet som representerar det tillståndet. Aktiveringen medför att annan information som är associerad med det emotionella tillståndet också blir aktiverat, vilket i sin tur påverkar hur lätt och effektivt ny information lagras. Resultatet blir då att information som lagras i minnet är samtidigt sammankopplat till ett eller flera emotionella tillstånd (Niedenthal, 2003). Ett exempel på denna teori är när en person är glad, då kommer denne automatiskt att uppmärksamma och lagra glada ansikten eller fraser bättre. Denna teori passar väl ihop med de embodimentteorier som presenterades tidigare, där Barsalou (2003) menar att informationsbearbetning fungerar bäst när kroppsliga och emotionella tillstånd är överensstämmande. Barsalou (1999; 2002, i Barsalou m.fl., 2003a) anser, som nämnts tidigare, att kunskap lagras i minnet som simulationer, som består av sensoriska, motoriska och introspektiva tillstånd. Påståendet betyder att det emotionella tillstånd som personen befinner sig i när denne ”lagrar” minnet kommer också att sparas. När personer är glada så kommer de lättare att lära sig och komma ihåg information som är förknippad med positiva saker (Niedenthal, 2003; Bower, 1981; Bower & Mayer, 1989), vilket medför att upplevda emotioner är embodied (Glenberg, 1997).

Kopplingen mellan minnet och emotioner är inte helt klar, det finns flera olika teorier, några av dem är presenterade här. De traditionella teorierna om emotioner och minnet är att de är skilda, medan det kommer flera teorier som anser att minnet och emotioner faktiskt hänger ihop, såsom Hesslows (2002) och Barsalous (2003a) simuleringsteorier. Även Niedenthals (2003) teori är ett intressant alternativ i forskningen kring detta område.

Syftet med rapporten är, som nämnts tidigare, att undersöka huruvida det går att få fram samma sociala embodiment effekter vid interaktion med en animerad agent, som när två människor kommunicerar. De resultat som presenterats tyder på att det skulle kunna vara möjligt att få fram en sådan effekt. Preece m.fl. (2002) menar att användaren av en dator påverkas emotionellt enbart av emotionella ikoner i gränssnittet. Det är viktigt att få fram så bra undervisningsmetoder som möjligt, och eftersom datorspel blir vanligare och barn

och vuxna tycker de är roliga, så är det ett bra område att satsa på. Motivationen finns redan hos människor att använda spelen, det som behövs är tekniker för att göra dem bättre och höja användarnas inlärningskapacitet. En teknik är att utnyttja de resultat som kommit fram i forskningen kring social embodiment. Ett sätt att göra det är att undersöka om det finns någon social embodiment effekt vid interaktion med en animerad agent.

3 Problembeskrivning

3.1 Problemområde

Inom forskning kring social embodiment finns det många frågor som ännu inte har besvarats. Många av de effekter som presenterats i social embodiment, som till exempel att försökspersoner kommer ihåg positivt laddade ord bättre om de stimulerat skrattmusklerna, än om de skulle ha haft ett neutralt ansiktsuttryck, har bara hypotetiska förklaringar (Laird m.fl., 1982, i Barsalou m.fl. 2003a; Förster & Strack, 1996, i Barsalou m.fl., 2003a). Resultatet ger indikationer om att minnet och kroppsliga tillstånd på något sätt är sammankopplade, vilket skulle kunna bidra till bättre undervisningsmöjligheter, som diskuterades utförligare i avsnitt 2.1.4 och 2.4.2. Minnet är ett hett område inom undervisningsområdet (Bjorklund m.fl., 2003), det är mycket intressant att veta hur minnet är uppbyggt och fungerar, eftersom det kan medföra att undervisningen kan förbättras och elevernas inlärningskapacitet kan höjas, se avsnitt 2.2 och 2.3. En del minnesforskning har visat att med hjälp av datorspel och datorprogram, är det möjligt att höja elevernas inlärningskapacitet (Amory m.fl., 1999). Vissa forskare anser att datorprogrammen enbart höjer elevernas motivation eftersom de oftast är roligare än en vanlig lektion. Motivationen bidrar i sin tur till att eleverna sitter längre med programmen än vad de skulle ha lyssnat på en vanlig lektion och på så sätt lär sig bättre (Pillay m.fl., 1999). Ett sätt att få användaren av ett datorprogram eller spel mer intresserad, motiverad och nöjd med produkten är att använda sig av artificiella agenter i programmet (Preece m.fl., 2002). Animerade agenter kan hjälpa användaren med uppgifter såsom att lösa ett matematiskt problem, medan emotionella agenter finns främst till för att underhålla användaren. Människor tillskriver objekt mänskliga egenskaper, vilket även sker för en dator (Preece m.fl., 2002), agenterna kan då bli en naturlig del av interaktionen med datorn. Det finns även risker med agenterna, då erfarna användare kan irritera sig på dem och finna dem nedlåtande (Schneiderman, 1998, i Preece m.fl., 2002).

När människor interagerar med varandra förmedlar de undermedvetet emotioner mellan varandra genom kroppshållningen, rösten och genom att härma andras ansiktsuttryck (Doherty, 1998; Neumann & Strack, 2000), se avsnitt 2.1. Vid interaktion med virtuella agenter finns det liknande tendenser att emotioner kan överföras från agenten till användaren (Preece m.fl., 2002). Ett problem är att det inte finns så mycket forskning kring huruvida artificiella agenter överför emotioner till människan, exempelvis via kroppshållningen. Är det så att artificiella agenter kan överföra emotioner till användaren, så skulle det gå att utnyttja vid lärorika datorprogram i undervisningen. Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl., 2003a) och Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a) fann i sina experiment att det finns en koppling mellan emotionella uttryck i ansiktet och minnet samt att Doherty (1998) och Neumann och Strack (2000) har funnit tendenser till att människor faktiskt överför emotioner till varandra genom emotional contagion. Ett sätt som överföringen kan äga rum på är enligt Hatfield m.fl. (1994) och Blairy m.fl. (1999) att människor omedvetet härmar andras ansiktsuttryck, vilket betyder att när människor interagerar så efterapar de varandras ansiktsuttryck. Detta föranleder att det kan finnas en koppling mellan att undermedvetet bli emotionellt smittad av andra och att minnas. Kan

det vara så att andra människor påverkar oss genom kroppshållningen och att samma effekt uppstår som när Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl. 2003a) inducerade sina försökspersoner en viss kroppshållning? I rapporten kommer denna fråga att dras ett steg längre, genom att undersöka huruvida artificiella agenter kan påverka användaren emotionellt genom sin kroppshållning. Om den emotionella överföringen finns är den då så stark att människan efterapar det emotionella tillståndet som agenten befinner sig i, och kan i sådana fall minnet påverkas, precis som i Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl. 2003a) och Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl. 2003a) undersökningar? Detta är en fråga som studien i den här rapporten kommer att undersöka.

3.2 Problemprecisering

Den frågeställning som ska försöka besvaras i den här rapporten är: *Kan en animerad agent i ett lärande datorspel överföra emotioner via sitt ansiktsuttryck till användaren och därigenom öka användarens inlärningsförmåga?*

Den animerade agenten i den här undersökningen kommer att begränsas till enbart ett ansikte, då det övriga kroppsspråket hos agenten inte ska påverka användaren. Ansiktet kommer att vara mycket människolikt och i 3D, för att se om social embodiment effekter även kan uppstå vid interaktion med ett datoransikte. Agenten kommer att ha en passiv roll i spelet. Lärande datorspel i det här fallet kommer att vara ett endogent inlärningsspel där användaren blir presenterad ord för att sedan försöka komma ihåg dem. Det ska undersökas om en agent kan överföra emotioner via sitt ansiktsuttryck. Överföring av emotioner i den här undersökningen handlar om emotional contagion, vilket presenterades närmare i avsnittet social embodiment. Kommer användaren att efterapa agentens ansiktsuttryck, eller kommer användaren smittas av agentens emotionella tillstånd på andra sätt? Om användaren härmar agentens ansiktsuttryck, kommer det då att äga rum någon facial feedback, att användarens ansiktsuttryck för glädje producerar samma emotionella tillstånd (Adelmann & Zajonc, 1989; Barsalou m.fl., 2003a; Hatfield m.fl., 1994). Inlärningsförmågan i problempreciseringen kommer i undersökning behandla huruvida användaren kommer ihåg fler positiva, negativa eller neutrala ord i spelet när agenten är glad, ledsen eller neutral. Det kommer även att undersökas om samma resultat kan uppnås som vid Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl. 2003a) och Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a) experiment där de visade tendenser till att människor kommer ihåg mer positivt laddade ord om de själva är glada, och att de kommer ihåg mer negativa ord om de är arga. Men istället för att försökspersonerna ska "tvingas" ha ett speciellt ansiktsuttryck som i deras undersökningar, så kommer den animerade agenten att spela den rollen i undersökningen och försöka påverka användarens ansiktsuttryck genom emotional contagion.

Det finns flera metoder för att undersöka problemområdet men i den här undersökningen kommer ett datorspel att användas. I spelet kommer det att finnas en animerad agent som interagerar med användaren, efteråt får försöksdeltagaren genomföra ett minnestest. Mer om den valda metoden och genomförandet står beskrivet i nästkommande avsnitt.

4 Metod

Det finns många sätt att undersöka social embodiment effekter. Laird m.fl. (1982, i Barsalou m.fl., 2003a) och Förster och Strack (1996, i Barsalou m.fl., 2003a) inducerade sina försökspersoner med ett visst ansiktsuttryck, antingen genom att ha en penna mellan läpparna eller att de tvingades skaka eller nicka på huvudet. I den här undersökningen kommer försökspersonerna inte att "tvingas" ha ett särskilt ansiktsuttryck utan syftet är att undersöka huruvida försökspersonerna härmar den animerade agentens ansiktsuttryck och att det därigenom påverkar deras minnesförmåga. Undersökningen är både kvalitativ och kvantitativ. Kvalitativ i den bemärkelsen att försöksledaren kommer att tolka om försökspersonerna verkligen härmar de ansiktsuttryck den animerade agenten visar. Kvantitativ genom att resultaten som fås in från minnestesterna kommer att kvantifieras och beräknas statistiskt.

Kvalitativa metoder beskriver, enligt Breakwell och Rose (2000), vilka processer som förekommer och frambringar skillnader mellan dessa processer över tid. Kvantitativa metoder, anser de, beskriver mer vilka processerna är, hur ofta de förekommer och skillnaden i deras styrka över tid. Kvalitativa metoder ger mer utrymme för tolkning av enskilda resultat, som till exempel intervjudatan från en viss person som sticker ut från mängden. I kvantitativa beräkningar tas ofta utstickande resultat bort, för att de skulle ge ett missvisande medelvärde. Försöksledarens påverkan tas ofta med i tolkningen av resultaten medan i kvantitativa metoder ska den vara så obefintlig som möjlig för att få ett så opåverkat resultat som möjligt. Vid kvantitativa metoder brukar inte försöksledaren gå in och tolka enskildas resultat utan allas resultat slås ihop för att få medelvärden, som sedan beräknas med hjälp av statistik. Kvalitativa metoder däremot ger ofta mycket information om få personer, som exempelvis vid en öppen intervju där försökspersonerna får beskriva mer öppet hur de känt eller upplevt något. Kvantitativa metoder ger ofta mindre information om många personer, det kan vara en svarsenkät med låsta svar och försökspersonen får kryssa i till vilken grad hon håller med ett visst påstående. Enligt Breakwell och Rose (2000) är det möjligt att blanda kvalitativa och kvantitativa metoder, för att dra fördel av bådas egenskaper. Det skulle vara svårt att endast göra en kvalitativ eller kvantitativ undersökning i detta fall eftersom de ofta går in i varandra, i en kvantitativ undersökning går det inte att utesluta de kvalitativa delarna och tvärtom.

I den här studien undersöks det huruvida försökspersonerna härmar den animerade agentens ansiktsuttryck, vilket kommer att kontrolleras genom att videofilma försökspersonernas ansikten när de interagerar med agenten. Videofilmerna ligger sedan till grund för den kvalitativa delen i undersökningen. Videoinspelning används då det anses vara det bästa alternativet eftersom det inte finns tillgång till apparatur som kan mäta muskulär verksamhet. Sådan apparatur hade varit ett bättre undersökningssätt då det är mer exakt än att tolka visuella uttryck på video samt att den kan mäta mer diskreta ansiktsuttryck som kan vara svåra att se med blotta ögat. Videoinspelning har vissa nackdelar, den kan störa försökspersonerna så att de uppträder annorlunda än vad de hade gjort annars eller distrahera dem från uppgiften. I den här undersökningen är det

nödvändigt att ha ett permanent lagringsmedium eftersom det är mycket svårt att tolka huruvida försökspersonerna härmar agenten direkt under undersökningen, och sedan få ett korrekt resultat. Försöksledaren hade antagligen stört försökspersonerna mer än vad videokameran kommer att göra.

Det finns två oberoende variabler i undersökningen och de är ansiktsuttryck hos den animerade agenten och orden som blir presenterade av agenten. Hade fler oberoende variabler använts hade det blivit för många variabler vilket skulle ha gjort undersökningen mycket svår att genomföra och balansera. Just dessa två oberoende variabler valdes eftersom det är dem som studien ämnar undersöka. Den oberoende variabeln ansiktsuttryck har tre nivåer glatt, ledset och neutralt. Även variabeln ord har tre nivåer positiva, negativa och neutrala. Det finns en beroende variabel i undersökningen, det som mäts, och det är antal ihågkomna ord av försökspersonerna. Det valdes endast en beroende variabel eftersom andra variabler inte är intressanta i den här undersökningen och att det skulle ha samma effekt som för många oberoende variabler, en svårkontrollerad studie med krångliga resultat. I studien kommer det att undersökas huruvida de oberoende variablerna har haft någon effekt på den beroende variabeln. Det är den beroende variabeln som kommer att ligga till grund för de kvantitativa beräkningarna.

Den kvantitativa metoden undersöker om det finns några skillnader i minneskapacitet mellan olika försökspersoner beroende på om de interagerat med ett visst emotionellt ansiktsuttryck hos den animerade agenten. Mer exakt så undersöks om försökspersonerna kommer ihåg vissa emotionellt laddade ord bättre, t.ex. positiva ord, om den animerade agenten har ett glatt ansiktsuttryck och om försökspersonerna kommer ihåg negativa ord bättre om agenten har ett negativt ansiktsuttryck. Det jämförs alltså hur många ord som försökspersonerna kommer ihåg när agenten har olika ansiktsuttryck. Visar det sig att försökspersonerna kommer ihåg fler positiva ord om agenten är glad, och att de har härmat agentens ansiktsuttryck så kan det vara en tendens till att agenten har påverkat användaren emotionellt, som i sin tur kan påverka försökspersonens minneskapacitet vilket kan bidra till att denne kommer ihåg fler ord som överensstämmer med det sinnestillstånd som hon befinner sig i. Försökspersonernas resultat i minnestesterna kommer att användas för att beräkna medelvärden som sedan används i de statistiska uträkningarna, där det framkommer om det finns några signifikanta resultat.

I undersökningen kombineras kvalitativa och kvantitativa metoder. Hade enbart den kvalitativa metoden använts hade det framkommit om det finns tendenser till att försökspersonerna härmar agentens ansiktsuttryck, men inte hur det påverkar minneskapaciteten. Om enbart den kvantitativa metoden använts skulle undersökningen få fram hur försökspersonerna presterat i minnestestet men inte vad resultaten berodde på. Därför kombineras dessa metoder för att kunna utsluta till så stor del som möjligt att andra stimuli påverkat försökspersonerna, och för att se om det finns tendenser till att de verkligen härmar agenten och om det påverkar minneskapaciteten.

4.1 Deltagare

Samtliga försöksdeltagare går på Norrmalmskolan i Skövde och är mellan 10-11 år gamla. Ålderskategorin valdes eftersom de fortfarande kan tycka att enklare datorspel är roliga och därför ha mer intresse för att göra sitt bästa i undersökningen. Äldre barn skulle kunna tycka att dataspelet var för enkelt och då möjligen att det varit tråkigt, vilket skulle kunna medföra att de inte vill genomföra hela spelet eller att de bara "suttit" av tiden och inte gjort sitt bästa. Barn i åldrarna 10 till 11 år kan störas mindre av videoinspelningen än vad äldre barn skulle göra, på grund av att yngre barnen kan tycka det är roligare att bli videofilmade. Äldre barn kan finna det mer "pinsamt" att bli videofilmade, vilket är ett antagande som försöksledaren gjort. Att undersökningen ska genomföras på Norrmalmskolan beror på att rektorn på skolan ställde sig positiv till att låta studien äga rum där, och att den ligger nära Högskolan. Rektorn valde ut vilken klass som skulle delta i undersökningen. Cirka två veckor innan genomförandet skickades det ut en förfrågan till elevernas föräldrar, där de informerades kort om studien och att de fick skriva på pappret om deras barn fick vara med i undersökningen, se bilaga 1. 15 av 17 elever hade med sig pappret tillbaka med en underskrift om att de fick vara med. Det endast de elever som hade tillstånd av sina föräldrar som var med i undersökningen. Denna försiktighetsåtgärd utfördes då alla försöksdeltagare videofilmades.

Undersökningen handlar om hur datorspel i undervisningen kan påverka användaren och därför användes en skolklass för att få rätt kontext. Försökspersoner som spelat mycket datorspel innan kommer inte att tas bort från undersökningen. De som har stor datorvana eller spelat mycket tidigare kan ha lite lättare att genomföra själva spelet än försökspersoner som inte har någon datorvana, men det har antagligen inte någon större effekt på resultatet. Att denna påverkan inte skulle ha någon direkt inverkan på resultaten beror på att spelet är av mycket enkel karaktär och att det inte mäter hur användarna presterar med mus och tangentbord. Däremot kommer försökspersoner som eventuellt inte har någon datorvana att tas bort från undersökningen, då de kan ta mycket längre tid på sig att genomföra studien och att de koncentrerar sig mer på att komma ihåg hur de skulle agera med tangentbord och mus än själva spelet. Försökspersoner med grava synskador eller de som har svårt att läsa på grund dyslexi eller liknande kommer att väljas bort från undersökningen på grund av att de inte skulle få jämförbara resultat. Det har inte gjorts något särskilt urval gällande pojkar och flickor utan alla barn i en klass blev tillfrågade. Studien undersöker inte könsskillnader eller skillnader i åldrar mellan försökspersonerna. De elever som fått målsmans tillstånd att vara med i studien deltog. Antalet deltagare var nio tjejer och sex pojkar, se fördelning enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1. Antal killar och tjejer som deltog i undersökningen.

Åldersgrupp	Tjejer	Killar
10 år	7	5
11 år	2	1

4.2 Material

Försöksdeltagarna genomförde studien på en dator vars skärm var vänd mot en vägg. Skärmen var vänd mot väggen för att så lite saker skulle störa eller påverka dem under studien, såsom intressanta objekt i omgivningen. Det användes två webbkameror, den ena för att spela in försöksdeltagarens ansiktsuttryck den andre användes för att samtidigt spela in den animerade agentens ansiktsuttryck. Den första webbkameran var uppsatt till höger om skärmen för att filma försöksdeltagarna, och den andra var fastmonterad på en stolsrygg som var vänd snett mot skärmen för att spela in vad som ägde rum på skärmen. Båda webbkamerorna var inkopplade till en annan dator, där videoinspelningen skedde. Gratisprogrammet Active Webcam (2005) användes för att spela in videofilmerna till hårddisken. Försöksdeltagarna använde sig av ett vanligt tangentbord för att skriva orden i spelet.

Eftersom ingen pilotstudie genomfördes, p.g.a. tidsbrist, så är vissa metodval inte förankrade i någon tidigare empirisk studie utan är framtagna av försöksledaren. Datorspelet som användes i undersökningen programmerades av tekniker Mikael Lebram på Högskolan i Skövde. Spelet gick ut på att en animerad agent presenterade ord i en pratbubbla som försöksdeltagarna skulle skriva av i en liten textruta (se bilaga 2). När de skrivit av ordet tryckte de på enter på tangentbordet eller på OK-knappen med musen. När de tryckt på någon av dessa knappar kom nästa ord i pratbubblan fram tills samtliga 30 ord blivit presenterade. Orden slumpades fram från en lista. Listan bestod av tio positiva ord, tio neutrala ord och tio negativa ord, se bilaga 3. Antalet ord valdes på grund av att det verkade som den bästa lösningen. Fler ord än 30 hade varit för många, försöksdeltagarna hade antagligen blandat ihop orden plus att fler ord hade gjort att spelet hade tagit längre tid vilket skulle kunna tråka ut deltagarna så att de tappade motivationen till att fortsätta. Det hade kunnat gå med något färre ord men om för få hade använts finns risken för en takeffekt, vilket medför att det inte går att se om de oberoende variablerna har haft någon effekt på den beroende variabeln då deltagarnas resultat har nått toppunkten. Orden valdes ut av försöksledaren och är inte förankrade i någon tidigare forskning, orden valdes p.g.a. deras likartade längd och att försöksdeltagarna skulle veta vad de innebar.

När försöksdeltagarna skrivit av alla ord kom det fram en liten ruta där det stod ”klart” och det fanns en OK-knapp (se bilaga 4). Spelet bestod alltså av ett människolikt ansikte i 3D, en pratbubbla, en ruta att skriva in ordet i och en OK-knapp. Ansiktet rörde sig genom att exempelvis röra på ögonen, huvudet, ögonbryn, mun osv. för att verka mer människolikt. Ansiktet föreställde en kvinna, och hade axellångt blondt hår. Ett kvinnoansikte valdes p.g.a. att programmet som ansiktet hämtades ifrån var en demoversion med endast två agenter tillgängliga och det kvinnliga ansiktet uppvisade de emotionella tillstånden bäst. Att agenten hade axellångt blondt hår berodde också på att ansiktet hämtades från en demoversion. Det gick att välja på en snaggad frisyr eller blondt hår, det blonda håret valdes för att det såg mest naturligt ut. Det animerade ansiktet var hämtat från ett gratis demoprogram som heter Peopleputty (2005). Pratbubblan syftade till att komma från agenten, så att det verkade som att agenten sade orden som

presenterades. Bubblan var vit, och orden som presenterades i den var i svart text, med typsnittet Times New Roman. Typsnittet valdes inte av någon särskild anledning, utan var det typsnitt som programmeraren valt. Orden visades tills försöksdeltagaren hade skrivit av ordet och tryck på enter eller OK-knappen. Även om deltagarna skrev in ett felstavat ord eller något annat ord så kom nästa ord fram, spelet kontrollerade alltså inte huruvida orden var korrekt innan nästa ord presenterades. Stavningen kontrollerades inte av spelet på grund av att det skulle bli för mycket fokus på hur orden stavades och inte vad de innebar emotionellt. Denna kontroll kan dock göras på de videoinspelningar som gjordes av skärmen. När alla ord blivit presenterade så startade ordbehandlingsprogrammet Anteckningar (2001), som är ett enklare ordbehandlingsprogram i Microsoft Windows, se bilaga 5. Där fick deltagarna helt fritt skriva in de ord som de trodde blivit presenterade av den animerade agenten, denna del gick inte heller på tid, däremot om deltagarna satt mer än fem minuter utan att skriva något nytt ord så avbröt försöksledaren. Textfilen sparades sedan på datorn för senare analyser och statistiska beräkningar.

4.3 Genomförande

Studien genomfördes i ett konferensrum på Norrmalmskolan i Skövde, dit försöksdeltagarna kom en och en från pågående lektion. När en försöksperson var klar gick denne upp till klassrummet och informerade nästa person som var på tur. Det var ingen insyn i rummet, däremot var det inte ljudisolerat. Det trängde in diverse ljud från skolgården men det verkade inte störa försöksdeltagarna, antagligen för att de är så vana vid dessa ljud. Mellan varje försöksperson så ställdes den animerades agentens humör och ansiktsuttryck in på antingen glad, ledsen eller neutral. Vilket humör som försöksdeltagaren skulle få berodde på lottning, så det var helt slumpmässigt vilket ansiktsuttryck som de skulle bemötas med. Den animerade agentens ansiktsuttryck var samma genom hela försöket. Fem elever fick det glada ansiktet, fem fick det ledsna och fem fick det neutrala. Uppläggningsen i undersökningen var en mellangruppsuppläggningsen med repeated measures inom grupperna.

När försökspersonerna kom så informerades de om att undersökningen var helt frivillig och att de fick avbryta när som helst om de ville. Deltagarna informerades även om att skulle videofilmas och att deras resultat skulle sparas. Om försökspersonerna gett tillstånd att bli videofilmade och att deras resultat fick sparas så startades videoinspelningen. När försöksledaren informerat deltagaren hur spelet skulle gå till, och eventuella frågor besvarats fick de klartecken att starta spelet. Under spelets gång satt försöksledaren snett bakom försökspersonen för att störa så lite som möjligt. Den kvalitativa undersökningen genomfördes till viss del under spelets gång, genom att deltagarna observerades. Dock kunde inte försökspersonernas ansikten observeras, vilket fick göras genom att granska det inspelade materialet efter undersökningen. När försöksdeltagarna meddelat försöksledaren att de inte kom ihåg fler ord och att de ville avbryta så stoppades videoinspelningen, textfilen med de ihågkomna orden sparades och deltagarna tackades för deltagandet. Spelet tog cirka tio minuter att genomföra med instruktioner. Ingen av försökspersonerna valde att avbryta under försöket, utan alla försök genomfördes utan avbrott.

5 Resultat

Syftet med analysen är att undersöka om det finns tendenser till att det animerade ansiktet har påverkat försökspersonernas minneskapacitet, samt att se om deltagarna har efterapat det animerade ansiktets uttryck. Om det är så att försöksdeltagarna kommer ihåg fler positiva ord när det animerade ansiktet är glatt samt kommer ihåg fler negativa ord när ansiktet är ledset än när ansiktet är neutralt så finns det en möjlighet att ansiktet har påverkat försöksdeltagarna. Huruvida den effekten fanns under försöket kommer att undersökas i den kvantitativa delen av undersökningen, och presenteras först i rapporten. Hur försöksdeltagarna har interagerat med agenten kommer att undersökas i den mer kvalitativa delen av undersökningen. Det kan vara så att försöksdeltagarna har härmat det animerade ansiktets uttryck och ändå inte påverkats till den omfattning att deras minneskapacitet skulle ha influerats. Det kan också vara så att deras minneskapacitet har påverkats men att det inte finns några observerbara tecken på att de härmar agentens ansiktsuttryck, vilket kan bero på att efterapningen är så diskret att den kanske enbart skulle kunna upptäckas med hjälp av apparatur som mäter ansiktets muskelaktivitet. Alla försöksdeltagare togs med i beräkningarna, ingen ströks.

5.1 Resultat från den kvantitativa delen av undersökningen.

Orden som försöksdeltagarna skrev ner i minnestestet är det material som uträkningarna grunder sig på. Om deltagarna skrev samma ord två gånger så ströks det ena av dem och togs ej med i beräkningarna, samma sak om de skrevit ett ord som inte presenterats av agenten. Det var två deltagare som skrevit ett ord, och en deltagare som skrevit två ord som inte var med i listan. Två deltagare hade skrivit samma ord två gånger. Resterande försöksdeltagare hade enbart skrivit korrekta ord. Medelvärdena i tabell 2 nedan visar att det kan förekomma en golfeffekt då försökspersonerna inte kom ihåg så många ord. En golfeffekt är när det inte går att se om de oberoende variablerna har haft någon effekt på den beroende variabeln då deltagarnas resultat har nått ett bottenvärde. Medelvärdena visar också att det inte finns några tendenser till att försökspersonerna kommer ihåg fler positiva ord när ansiktet var glatt samt kommer ihåg fler negativa ord när ansiktet var ledset.

Tabell 2. Sammanfattningstabell över medelvärden och standardavvikelser för antal ihågkomna ord beroende på ansiktsuttryck hos den animerade agenten.

Ansiktsuttryck hos den animerade agenten	Emotionellt laddade ord	Antal ihågkomna ord Medelvärde	Standardavvikelse
Glatt	Positiva	3,00	1,41
Glatt	Negativa	3,40	1,51
Glatt	Neutrala	1,60	0,89
Ledset	Positiva	1,80	1,10
Ledset	Negativa	2,60	0,89
Ledset	Neutrala	2,40	1,14
Neutralt	Positiva	2,40	1,14
Neutralt	Negativa	3,40	1,14
Neutralt	Neutrala	1,00	0,71

De statistiska uträkningarna som gjordes visar att det inte finns en signifikant interaktionseffekt mellan ansiktsuttryck och orden, [$F(2)=0,605$, $MSE=1,322$, $p=0,562$, *effektstorleken är 0,092 och observed power är 0,128*], vilket betyder att ansiktet inte har haft någon signifikant påverkan på antal ihågkomna ord. Detta resultat medför att det inte är någon idé med fortsatta jämförelser mellan huruvida olika ansiktsuttryck påverkat deltagarna olika mycket.

Det gjordes statistiska jämförelser med anseende på hur försökspersonerna kom ihåg negativa, positiva eller neutrala ord bättre eller sämre, oberoende av ansiktet eftersom det inte påverkat deltagarna. Det gjordes totalt nio stycken parvis jämförelser, alla testades mot alla, vilket är för många om det ska erhållas ett statistiskt riktigt värde, därför gjordes en Sidak korrigerings för att få korrekt resultat. Försökspersonerna kom inte ihåg signifikant mer positiva ord än negativa eller tvärtom [$t=2,46$; $p=0,087$]. Försöksdeltagarna kom heller inte ihåg mer positiva ord än neutrala eller tvärtom [$t=1,52$; $p=0,393$]. Däremot kom deltagarna ihåg signifikant mer negativa ord än neutrala ord [$t=3,44$; $p=0,015$].

5.2 Resultat från den kvalitativa delen av undersökningen.

Vid analysen av det inspelade materialet granskades försöksdeltagarnas ansiktsuttryck såsom mun, ögonbryn, ögon och även helhetsuttrycket. Det analyserades även huruvida deltagarnas uttryck ändrades under datorspelets gång. Det inspelade materialet samt de observationer som gjordes på plats under genomförandet av studien visade att deltagarna inte synligt härmade den animerade agentens ansiktsuttryck. Deltagarna hade generellt sett samma ansiktsuttryck under spelet som de hade innan de började spela. Var det t.ex. en tjej som kom och var mycket intresserad av vad det var för undersökning och var

positivt inställd till spelet så var hon glad under hela spelet även om agenten var ledsen. Analysen var subjektiv det är endast en försöksledare som har granskat försöksdeltagarnas ansikten för att avgöra om de härmat agenten eller inte. Kriterierna för hur deltagarna ansikten har bedömts glada, ledsna eller neutrala har delvis tagits från den animerade agenten. För att ett ansikte ska bedömas som glatt ska mungiporna vara uppåt, personen ska le eller skratta. Hon ska vara alert och intresserad och eventuellt ha höjda ögonbryn. För att deltagaren ska bedömas som ledsen ska mungiporna peka neråt eller vara horisontella, ögonbrynen ska vara neutrala eller peka neråt näsan samt att personen ska verka något mer ointresserad eller apatiskt jämfört med om hon skulle ha varit glad. För att ansiktsuttrycket skulle bedömas som neutralt ska ansiktet vara relativt uttryckslost och vara mittemellan glad och ledsen. Deltagarnas ansikten bedömdes även utifrån agentens ansikte. Om agenten var glad så kontrollerades det huruvida deltagarna ändrade sina ansiktsuttryck efter agenten eller om de behöll sina egna.

Videofilmerna av skärmen analyserades för att se hur deltagarna hade skrivit in orden i den lilla textrutan innan de tryckte på ok-knappen eller enter för nästa ord. Analysen visade att de inte skrev in andra ord än de som presenterats i pratbubblan, däremot var ett fåtal av orden felstavade. Felstavningarna var av enklare art som t.ex. sorjsen istället för sorgsen. Det var ingen av försöksdeltagarna som verkade bli störd av webbkamerorna, de verkade glömma bort att de fanns ganska snart efter att spelet börjat.

6 Diskussion

Här kommer resultaten att diskuteras och kopplas samman med vissa av de teorier som togs upp i bakgrunden samt syftet med rapporten vilken var att undersöka huruvida animerade agenter påverkar användarens minneskapacitet. Den valda metoden kommer att diskuteras kritiskt och förbättringsförslag till framtida undersökningar kommer tas upp.

6.1 Diskussion kring resultaten

Resultaten för den kvantitativa delen av undersökningen visar att det animerade ansiktet inte har påverkar försöksdeltagarnas minneskapacitet. Detta kan vara ett tecken på att datoriserade ansikten inte påverkar människan lika mycket som andra människor. Men det finns anledning att tro att försöksdeltagarna inte påverkades av den animerade agenten på grund av att de inte interagerade med själva agenten utan med en pratbubbla. Vid genomförandet upptäcktes att försöksdeltagarna inte tittade så mycket på agenten utan fokuserade mest på ordet och att skriva av det i textrutan, vilket medförde att kommunikeringen med agenten blev begränsad. Den bristande kommunikeringen med agenten hade kunnat upptäckas vid en pilotstudie, vilket hade varit att fördrå då spelet hade kunnat utvecklas till det bättre innan den riktiga studien. Men den otillräckliga interaktionen är något som framtida undersökningar kan dra lärdom av och förbättra.

Det finns alltså inga synliga spår av emotional contagion, jmf. Hatfield m.fl. (1994) avsnitt 2.1.2, i den här undersökningen. Försöksdeltagarna hade generellt sett samma ansiktsuttryck genom hela försöket oavsett vilket uttryck det animerade ansiktet hade. Var försöksdeltagaren glad när försöket började så var hon glad genom hela undersökningen oavsett om agenten var ledsen. Denna effekt stärker de kvantitativa resultaten, eftersom även den kvalitativa undersökningen visar att de inte härmade agentens uttryck. Vid Hatfield m.fl. (1994) undersökningar, se avsnitt 2.1.2, där de upptäckte att emotional contagion äger rum mellan människor, så kommunicerar personerna med hela kroppen, de använder sig av röst, kroppens hållning samt ansiktsuttryck. Däremot så understryker Bartneck (2001), jmf. avsnitt 2.2.2, att människan är lika bra på att känna igen emotioner av konstgjorda ansikten som av fotografier på riktiga ansikten. I den här undersökningen visades enbart agentens ansikte eftersom det var tanken att undersöka huruvida försökspersonerna härmade enbart ansiktsuttryck. Det kan vara så att det hade erhållits annorlunda resultat om agentens kropp hade visats plus att agenten sade orden i ett röstläge som överensstämde med sinness tillståndet. Troligtvis tittade försökspersonerna för lite på ansiktet för att det skulle äga rum någon emotional contagion. Men det kan också vara så att försöksdeltagarna påverkades av agenten men att de var för få deltagare för att signifikanta resultat skulle kunna uppnås eller att reaktionen hos dem var så diskret att den enbart kunnat mätas med hjälp av mer avancerad teknik. Vid diskussion med rektorn på Norrmalmskolan beslutades det att en skolklass skulle delta i försöket, det hade antagligen varit bättre med minst dubbla mängden deltagare för att få resultat som överensstämmer bättre med populationen. Hade försöksdeltagarna suttit passivt och fått orden presenterade för dem av agenten ett och ett och sedan fått skriva upp alla de ord som dem kom ihåg så hade de

antagligen tittat mer på agenten än vad de gjorde vid den här undersökningen. Hade de tittat mer på agenten så kanske de till en större utsträckning härmat ansiktsuttrycket och blivit smittade av emotional contagion.

Det var stor skillnad på hur många ord deltagarna kom ihåg, vissa av dem kom ihåg tre ord medan andra kom ihåg upp till elva ord. De försöksdeltagare som verkade tycka spelet var roligt, vid de kvalitativa observationerna, var också de som kom ihåg flest ord. Denna effekt stämmer överens med Sylwester (1994) teori, se avsnitt 2.4.2, som menar att emotioner styr människans uppmärksamhet som i sin tur påverkar inläringen. Tre av försöksdeltagarna skrev ord i minnestestet som inte blivit presenterade av den animerade agenten, det var orden: argsen, hatt, stolt och meningslös. Förklaringen till varför de skrev ord som inte blivit presenterade av agenten kan vara många. En förklaring kan vara att de helt enkelt chansade när de inte kom ihåg fler ord. Orden är liknande dem som är med i undersökningen varför det inte skulle vara så osannolikt för deltagarna att de var med. En annan förklaring är att de kan ha fått för sig att de orden var med redan vid presentationen. Två försöksdeltagare skrev ett ord två gånger i minnestestet, nämligen sorgsen och kruka. De har antagligen skrivit orden två gånger då de vet att ordet blivit presenterat av agenten men att de glömt att de redan skrivit det. Båda deltagarna har skrivit det dubblade ordet sist.

De ord som var med i undersökning valdes av försöksledaren. Målet var att deltagarna skulle förstå innebörden av orden, annars faller hela undersökningen. Alla deltagare förstod vad orden betydde, och de flesta orden var med minst en gång vid den fria återgivningen. Överlag så valdes ord som skulle bestå av ungefär lika många bokstäver, så att inte det skulle kunna påverka huruvida de kom ihåg vissa ord bättre.

Resultaten visade att försökspersonerna kom ihåg signifikant fler negativa än neutrala ord, vilket är liknande resultat som Arntz, Groot och Kindt (2005), jmf. avsnitt 2.4.2, fick i sin undersökning. De lät sina försökspersoner titta på en serie slides samtidigt som de fick höra en berättelse som var antingen neutral eller hade en emotionell del. Resultaten visade att försökspersonerna kom ihåg den emotionella delen bättre än någon av de andra delarna. Det är dock något märkligt att försökspersonerna, i den här undersökningen, inte kom ihåg fler positiva än neutrala ord, vilket skulle stämma överens med resultaten från Arntz m.fl. (2005) undersökning. En anledning kan vara att agenten faktiskt påverkat deltagarna emotionellt men endast negativt, vilket kan bero på att agenten representerade negativa emotioner bättre och mer naturtroget än positiva emotioner. Denna effekt skulle i så fall stämma överens med Niedenthal (2003), Bower (1981), Bower och Mayer (1989) teori, se avsnitt 2.4.2, om att människan lättare lagrar information som stämmer överens med det sinnestillstånd som de befinner sig i. Även Barsalou m.fl., 2003a och Hesslow (2002) simuleringshypoteser, jmf. avsnitt 2.3.4, menar att de sinnestillstånd som personen befinner sig i vid lagringstillfället också lagras tillsammans med övriga "minnen". Vid den här undersökningen kan det vara så att agenten har påverkat försökspersonerna emotionellt negativt, det negativa sinnestillståndet har sedan hållit i sig vid den fria återgivningen vilket då påverkat återgivningen av orden, så att de kom ihåg fler negativa

ord. Det kan även vara så att deltagarnas emotionella tillstånd var negativt redan innan undersökningen av någon anledning, och att det har påverkat dem.

Om den animerade agenten används i lärande datorspel som i den här undersökningen så har den ingen synlig effekt på minneskapaciteten, det fanns dock tendenser till att barnen tyckte det var roligt med en animerad agent, och därför tyckte bättre om spelet. Även om agenter inte har någon påverkan så kan de vara bra för att barnen ska tycka att spelen är roligare och därför bli mer motiverade att spela dem och därigenom lära sig mer. Gratch mfl. (2002), se avsnitt 2.2.2, eftersträvar samma effekt med de animerade agenterna. De menar att agenterna ska få användaren att känna sig bekväm och positivt inställd till datorapplikationen och därigenom få dem att lägga ner mer effektiv tid på användandet.

6.2 Kritisk granskning av vald metod

Rummet där undersökningen genomfördes var inte ljudisolerat vilket medförde att ljud från skolgården trängde in i rummet vid raster. Ljuden kan ha påverkat deltagarna, ingen av dem påpekade att de störts av ljuden. De borde också vara så vana vid ljuden, eftersom de utsätts för dem under hela skoldagarna, att de inte uppmärksammar dem. En nackdel med studien är att det bara var en person som tittade på och avgjorde vilka ansiktsuttryck som deltagarna hade under försöket via det inspelade. Det bästa hade varit om två eller flera oberoende personer tittat på materialet och sedan jämförde sina resultat, för att få så korrekta resultat som möjligt men det var ej genomförbart i den här studien.

Något som kan ha stört försökspersonerna är webbkamerorna, då försöksdeltagarna kan ha agerat annorlunda när de vetat om att blev filmade än de hade gjort annars. Vid observationer som gjordes verkade inte försökspersonerna bry sig om webbkamerorna, men de kan ha fått dem att agera annorlunda ändå.

Gällande metodval så skulle det ha varit bättre om spelet var designat på ett annorlunda sätt så att försökspersonerna interagerade mer med agenten. Det hade varit bättre om agenten presenterat orden på ett annat sätt så det verkade som att de kom från henne. I detta spel var pratbubblan statisk och försökspersonerna uppfattade det inte som att agenten presenterade orden utan att de enbart dök upp när de skrivit av ett ord. Antalet försökspersoner har varit en stor nackdel i den här undersökningen vilket antagligen bidrog till att det inte blev några signifikanta resultat, det hade varit bättre med minst det dubbla antalet deltagare. Ett misstag som gjordes i spelet var att det animerade ansiktet täcktes för av ordbehandlingsprogrammet vid den fria återgivningen. Ansiktet borde även ha visats när deltagarna skulle återerinra sig orden. Om agenten påverkade deltagarna emotionellt under presentationen av orden så skulle agenten även ha påverkat dem vid återgivningen vilket eventuellt kan ha influerat resultaten. Deltagarna kan ha återgått till ett annat emotionellt tillstånd när agenten slutade visas, detta är dock inte så troligt eftersom det var så kort tid mellan att orden presenterats och återgivningen. Denna studie kan ses som ett första steg i att försöka få svar på om animerade agenter kan påverka användarens minneskapacitet.

6.3 Framtida studier

Något som framtida studier bör undersöka är hur resultaten skulle påverkas om den här undersökningen förbättrades med fler försökspersoner och ett mer utvecklat datorspel. En stor nackdel i den här undersökningen är just antalet försökspersoner. Datorspelet bör revideras inför kommande undersökningar på ett sådant sätt att deltagarna inte enbart tittar på ordet som presenteras i pratbubblan utan interagerar mer med agenten. Mer grundläggande skulle vara att enbart undersöka om försökspersonerna påverkas emotionellt av verklighetstroga animerade agenter i samma utsträckning som av människor. Framtida studier skulle även kunna undersöka om användaren påverkas av ett mer "tecknat" ansikte i 2D som består mer av ritat ansikte med exempelvis enbart en mun, näsa och ögon. Användaren kan ha lättare att genomsåda ett mer verklighetstroget ansikte. Det kanske krävs ett animerat ansikte som är mycket likt en människas och som uppvisar emotioner lika naturtroget eller ett enklare ansikte i 2D där användaren tydligt kan se att det inte ska vara en verklig människa, för att användaren ska härma ansiktets emotionella tillstånd.

Det skulle vara intressant för en framtida undersökning att låta barnen vara mer passiva i sitt agerande och att agenten presenterar orden på ett sådant sätt så det verkligen ser ut som de kommer från henne. Agenten skulle även kunna presentera orden med hjälp av verbal teknik, men då skulle det vara svårt att veta om användarna påverkas av röstläget eller ansiktet eller båda. Den här undersökningen har prövat om animerade agenter har någon påverkan på minneskapaciteten, men det vore mycket intressant att se om de har någon påverkan på problemlösning. Många datorspel består av många små problem som behöver en lösning för att användaren ska kunna fortsätta, kan då en animerad agent påverka användarna att lösa problemen snabbare och enklare. Ett exempel på ett företag som redan har anammat att använda sig av en agent är Sydkraft (<http://www.sydkraft.se>), vilka har använt sig av bilder av en verklig person för att skapa en animerad agent som ska hjälpa kunden vid frågor.

I undersökningen användes ett kvinnligt ansikte vilket kan ha påverkat undersökningen, i kommande studier kan det undersökas om det är någon skillnad mellan kvinnliga och manliga agenter. Kan kvinnliga uppvisa emotionella tillstånd bättre än manliga eller tvärtom, eller är de lika bra? Det vore även intressant att jämföra olika åldersgrupper mot varandra, t.ex. om äldre barn påverkas mer än yngre eller om barn generellt påverkas mer än vuxna. Åldern på agenten kan också vara något för senare studier att undersöka, om agenten är i samma ålder som försöksdeltagarna är det något som skulle kunna förbättra överföringen av emotioner. Härmar barn andra barns emotioner, via emotional contagion, bättre än vad de härmar vuxna? Ytterliggare en aspekt som går att undersöka är om ett inspelat "riktigt" ansikte överför emotioner bättre än ett animerat

Om det visar sig i framtida studier att animerade agenter kan påverka minneskapaciteten så skulle lärande datorspel vara ett bra användningsområde men även så kallade tutorials som är genomgångar eller små handledningar där nya användare får lära sig vissa av

datorprogrammets funktioner. Dessa tutorials är inbyggda i programmet och består ofta av att användaren får utföra vissa kommandon som denne sen ska komma ihåg för att kunna använda sig av senare. Här skulle det gå att använda en animerad agent för att påverka användaren dels emotionellt så han blir positivt inställd till programmet men också för att han ska komma ihåg så mycket som möjligt.

Referenser

- Aarts, H. & Dijksterhuis, A. (2002) Category activation effects in judgment and behaviour: The moderating role of perceived comparability. *British Journal of Social Psychology*, 41, 123-138.
- Active Webcam (Version: 5.6) (2005) [Datorprogram] Etobicoke: PY Software. Tillgänglig på Internet: <http://www.pysoft.com> [Hämtad 05.04.05]
- Adelmann, P.K. & Zajonc, R.B. (1989) Facial efference and the experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 40, 249-280.
- Amory, A., Naicker, K., Vincent, J. & Adams, C. (1999) The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30, 311-321.
- Anteckningar (Version 5.1) (2001) [Datorprogram] Microsoft AB.
- Arntz, A., Groot, C. & Kindt, M. (2005) Emotional memory is perceptual. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 36, 19-34.
- Baddeley, A.D. (1999) *Essentials of human memory*. Hove: Psychology Press Ltd, Publishers.
- Barsalou, L.W., Niedenthal, P.M., Barbey, A.K. & Ruppert, J.A. (2003a) Social embodiment. *The Psychology of Learning and Motivation*, 43, 43-92.
- Barsalou, L.W., Simmons, W.K., Barbey, A.K. & Wilson, C.D. (2003b) Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in Cognitive Science*, 7, 84-91.
- Bartneck, C. (2001) How convincing is mr. data's smile: affective expressions of machines. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11, 279-295.
- Bartneck, C. & Reichenbach, J. (2005) Subtle emotional expressions of synthetic characters. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62, 179-192.
- Bjorklund, D.F., Schneider, W. & Hernández Blasi, C. (2003) Memory. I: L. Nadel (red.), *Encyclopedia of Cognitive Science* (s. 1059-1065). London: Nature Publishing Groups.
- Blairy, S., Herrera, P. & Hess, U. (1999) Mimicry and judgment of emotional facial expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 23, 5-41.
- Bower, G.H. (1981) Mood and memory. *American Psychologist*, 36, 129-148.
- Bower, G.H. & Mayer, J.D. (1989) In search of mood-dependent retrieval. *Journal of Social Behavior and Personality*, 4, 121-156.
- Breakwell, G.M. & Rose, D. (2000) Research: theory and method. I: G.M. Breakwell, S. Hammond & C. Fife-Schaw (red:er), *Research methods in psychology* (2:a upplagan, s. 5-21). London: SAGE Publications Ltd.
- Cacioppo, J.T., Petty, R.E., Losch, M.E. & Kim, H.S. (1986) Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valance and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 260-268.

- Cassel, J. (2000) Nudge nudge wink wink: elements of face-to-face conversation for embodied conversational agents. I: J. Cassel, J. Sullivan, S. Prevost & E. Churchill (red:er), *Embodied conversational agents* (s. 1-27). Cambridge MA: The MIT Press.
- Clark, A. (1997) *Being there putting brain, body, and world together again*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Dimberg, U., Thunberg, M. & Elmehed, K. (2000) Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, *11*, 86-89.
- Doherty, R.W. (1998) Emotional contagion and social judgment. *Motivation and Emotion*, *22*, 187-209.
- Duclos, S.E., Laird, J.D., Schneider, E., Sexter, M., Stern, L. & Van Lighten, O. (1989) Emotion-specific effects of facial expressions and postures on emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, *57*, 100-108.
- Eysenck, M.W. & keane, M. (2000) *Cognitive psychology a student's handbook* (4:e upplagan). Hove: Psychology Press Ltd.
- Glenberg, A.M. (1997) What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences*, *20*, 1-55.
- Gratch, J., Rickel, J., André, E., Cassel, J., Petajan, E. & Badler, N. (2002) Creating interactive virtual humans: some assembly required. I: N. Shadbolt (red) *IEEE Intelligent Systems* (s. 54-63), Juli/Augusti 2002.
- Griffiths, P.E. (1998) Emotions. I: W. Bechtel & G. Graham (red:er), *A companion to cognitive science* (s. 197-203). Oxford: Blackwell Publishers Ltd
- Harnad, S. (1990) The symbol grounding problem. *Physica D*, *42*, 335-346.
- Hatfield, E., Cacioppo, J.T. & Rapson, R.L. (1994) *Emotional contagion*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hess, U. & Blairy, S. (2001) Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology*, *40*, 129-141.
- Hesslow, G. (2002) Conscious thought as simulation of behaviour and perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *6*, 242-247.
- Hokanson, B. & Hooper, S. (2000) Computers as cognitive media: examining the potential of computers in education. *Computers in Human Behavior*, *16*, 537-552.
- Isla, D. & Blumberg, B. (2002) New challenges for character-based AI for games. I: P. Alto (red.) *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on AI and Interactive Entertainment*, March 2002, CA.
- Jayakanthan, R. (2002) Application of computer games in the field of education. *The Electronic Library*, *20*, 98-102.
- Lester, J.C., Towns, S.G., Callaway, C.B., Voerman, J.L. & Fitzgerald, P.J. (2000) Deictic and emotive communication in animated pedagogical agents. I: J.

- Cassel, J. Sullivan, S. Prevost & E. Churchill (red:er), *Embodied conversational agents* (s. 123-154). Cambridge MA: The MIT Press.
- Malouf, D.B. (1987) The effect of instructional computer games on continuing student motivation. *Journal of Special Education*, 21, 27-38.
- Neumann, R. & Strack, F. (2000) "Mood contagion": the automatic transfer of mood between persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 211-223.
- Niedenthal, P.M. (2003) Emotion I: L. Nadel (red.), *Encyclopedia of cognitive science* (s. 1115-1123). London: Nature Publishing Groups.
- O'Connor, K. & Glenberg, A.M. (2003) Situated cognition. I: L. Nadel (red.), *Encyclopedia of cognitive science* (s. 19-25). London: Nature Publishing Groups.
- Ortony, A., Clore, G.L. & Collins, A. (1988) *The cognitive structure of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oyen, A-S. & Bebkö, J.M. (1996) The effects of computer games and lesson contexts on children's mnemonic strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 173-189.
- Peopleputty (Version: demo) (2005) [Datorprogram] Santa Cruz: Haptik Inc. Tillgängligt på Internet: <http://www.haptik.com> [Hämtad 05.04.05].
- Pillay, H., Brownlee, J. & Wilss, L. (1999) Cognition and recreational computer games: implications for educational technology. *Journal of Research on Computing in Education*, 32, 203-216.
- Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H. (2002). *Interaction Design: Beyond Human- Computer Interaction*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Reeves, B. & Nass, C. (1996) *The media equation : how people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roediger, H.L. & Goff, L.M. (1998) Memory. I: W. Bechtel & G. Graham (red:er), *A companion to cognitive science* (s. 250-264). Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Stepper, S. & Strack, F. (1993) Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64, 211-220.
- Sylwester, R. (1994) How emotions affect learning. *Educational Leadership*, 52, 60-65.
- Wilson, M. (2002) Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 625-636.

Bilaga 1: Förfrågan till målsman

Hej!

Jag skriver mitt examensarbete på Högskolan i Skövde på det kognitionsvetenskapliga programmet. Kognitionsvetenskap kan kortfattat beskrivas som studier om hur information/kunskap skapas och representeras, men behandlar också det mänskliga tänkandet vilket innefattar olika kunskapshanterande processer såsom varseblivning, minne, problemlösning, språk/kommunikation, inläring osv.

Jag ska genomföra en studie på Norrmalmskolan, där jag undersöker hur datorspel påverkar den som spelar. Jag ska undersöka hur datorspel som används i undervisningen kan förbättras så att användarna lär sig bättre. Det kommer inte att förekomma någon form av våld i spelet. Spelet kommer att ta ca. 20 minuter. Jag har pratat med rektor Lotta Johansson som har godkänt undersökningen, vilken kommer att äga rum medan barnen är i skolan. Alla som är med i undersökningen kommer att videofilmas för att jag sedan skall kunna tolka resultaten. Videobanden kommer att förstöras när resultaten är insamlade. All medverkan är anonym, jag kommer inte att nämna några namn i rapporten.

Vill ni ha en kopia på mitt examensarbete när det är klart, så är det bara att kontakta mig.

Jag behöver målsmans godkännande för att eleven skall få vara med i undersökningen.

Härmed tillåts nedanstående elev att medverka i undersökningen:

Elevens namn och klass

Ort och datum

Målsmans underskrift

Namnförtydligande

OBS. Namnen är konfidentiella men de behövs för att jag ska kunna kontrollera vilka elever som får tillstånd att delta.

Har ni frågor så är det bara att ringa eller skicka e-post till:

Erik Pettersson

Tel:

Mobil:

E-post:

Bilaga 2: Datorspelets layout



Bilaga 3: Ordlista

Positiva	Neutrala	Negativa
Glad	Papper	Ledsen
God	Träd	Arg
Positiv	Tegel	Dum
Gillar	Lampa	Dålig
Välvillig	Kruka	Värdelös
Intresserad	Päron	Tråkigt
Lycka	Boll	Sorgsen
Njuta	Vägg	Kass
Kärlek	Stol	Elak
Bra	Klocka	Hat

Bilaga 4: Datorspelets layout när alla ord presenterats



Bilaga 5: Datorspelets layout vid fri återgivning

