



LUNDS UNIVERSITET

Ekonomihögskolan

Statistiska Institutionen

Hur olika faktorer påverkar minnesprestation

- En analys med användning av Bootstrap

Anatole Nöstl

Kandidatuppsats i statistik
15 HP
Nivå 61-90 HP
VT 2010
Handledare: Björn Holmquist

Sammanfattning

I denna text analyseras data som härrör från ett psykologiskt minnesexperiment utfört vid Lunds universitet. Beräkningarna fokuserar framförallt på att undersöka vilka faktorer som i någon större utsträckning påverkar minnesprestationen. Vid minnesexperimentet fick deltagaren under instuderingsfasen se ett antal objekt vilka kunde förekomma antingen som ord eller som bild. Typen av objekt bestämdes slumpmässigt under experimentets gång vilket resulterade i att det förekom olika långa serier av en och samma objekttyp innan växling till den andra ägde rum. I en senare testfas fick deltagaren besvara frågor angående objektet samt dess egenskaper. Huvudfrågan som denna analys försöker besvara är om, och i så fall hur, växlandet av objekttyper påverkar sannolikheten för att minnas ett specifikt objekt. För att utreda denna fråga delades materialet upp med avseende på om objekttypen växlade eller ej. Därefter analyserades eventuella skillnader i medelvärden för respektive grupper med hjälp av bootstrap.

Utöver analysen gällande objekttypers inverkan undersöktes även om ett objekts position under instuderingsfasen - dvs om det befann sig i början, mitten eller slutet - påverkar minnesprestationen. Förfarandet vid beräkningarna är det samma som ovan.

Resultaten i dessa två delanalyser tyder på att växlandet mellan olika objekttyper påverkar minnesprestationen avsevärt men däremot spelar position under instuderingsfasen en obetydlig roll.

MatLab, MS Excel och SPSS användes vid analysen.

Nyckelord: Bootstrap, minne, konfidensintervall, differenser

Abstract

The current paper examines to what extent different factors influence our ability to remember. Data used in the analysis originates from a psychological memory experiment conducted at the University of Lund. During the study phase of the experiment, participants viewed different objects which could either appear as a word or a picture. The object type was randomly chosen which resulted in varying sequences of each object type. In the later test phase participants were asked about the objects and their properties. One of the factors analyzed is what impact the switching of object type has on the memory performance. In order to examine this, data was split up into categories depending on if a switch was present or not. Each participant's mean was calculated for each category. Any potential differences between the categories were then compared by using bootstrap.

The second factor examined concerns if the position (beginning, middle or end) of the object during the study phase influences the performance. The procedure used had much resemblance with the above mentioned calculations.

Results from these two analyses suggest that the switching of object type has quite an impact on memory performance while the position during the study phase hardly affects the performance at all.

MatLab, MS Excel och SPSS were utilized for the analyses.

Keywords: Bootstrap, memory, confidence interval, difference

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Disposition	1
2	Datamaterial	2
2.1	Experimentupplägg	2
3	Bootstrap	4
3.1	Allmän beskrivning.....	4
3.2	Skillnader mellan två populationer.....	5
3.3	Konfidensintervall	5
4	Metod	7
4.1	Prestationsmått.....	7
4.2	Ordning.....	7
4.3	Switch/non-switch analys.....	7
5	Resultat	9
5.1	Allmän minnesprestation över alla kategorier	9
5.1	Deskriptiva mått på switch respektive non-switch data.....	9
5.2	Switch/non-switch analys.....	10
5.3	Ordning.....	10
6	Diskussion	12
	Referenser	13
	Appendix	14

1 Inledning

Data som analyseras i denna text härrör från ett minnesexperiment där deltagarens uppgift bestod av att försöka minnas ett antal objekt samt specifika objektrelaterade egenskaper. Experimentet utfördes vid psykologiska institutionen under hösten 2008. Denna analys kommer försöka besvara prestationsrelaterade öppna frågor samt tvetydiga resultat. Då experimentet kan få en uppföljning är denna analys av betydande vikt för eventuella förändringar som bör göras i experimentupplägget innan nästa steg genomförs.

Huvudmålet med denna analys är att utreda om och i så fall vilka av ett objekts egenskaper som påverkar minnesprestationen. En egenskap kan exempelvis vara objektets position under instudering, det vill säga om det presenterades i början eller i slutet i någon av experimentets instuderingsfaser. Vidare kunde varje objekt under instuderingsfasen förekomma som antingen bild eller ord. Visningstypen – ord eller bild - bestämdes slumpmässigt vilket medförde att visningstyp inte växlade enligt ett på förhand bestämt mönster utan istället bildade olika långa serier av ord respektive bilder. Då sambandet mellan minnesprestation och detta växlande av visningstyper inte undersökts i någon större utsträckning tidigare ligger uppsatsens fokus framförallt på detta.

Då data som ska analyseras inte anses vara normalfördelad samt att urvalet är litet har beräkningarna av eventuella skillnader i huvudsak skett med hjälp av bootstrap.

1.1 Disposition

Nästa avsnitt inleds med en förklaring av viss psykologisk terminologi vilken anses vara av vikt för förståelsen av experimentet samt varför vissa test utförs. I samma kapitel beskrivs även experimentets olika steg i detalj. Därefter följer en översiktlig beskrivning av hur en bootstrap utförs, både när det gäller test för medelvärden men också hur konfidensintervall skapas. Detta i sin tur följs upp av en beskrivning av hur värdena som undersöks har tagits fram samt hur beräkningarna utförts. Resultaten presenteras i anslutning till metodsektionen och avslutningsvis hålls en kort diskussion av resultaten.

2 Datamaterial

Data som ska analyseras kommer ursprungligen från ett minnesexperiment utfört vid psykologiska institutionen och för att läsaren ska få en ökad förståelse av varför vissa beräkningar valts följer här en kort presentation av minnesterminologin.

Experimentets syfte var att belysa skillnader i hur olika objekt samt deras egenskaper kodas i det episodiska minnet. Ett episodiskt minne kan exempelvis vara att komma ihåg vilken färg man har på bilen och var på parkeringen man ställde den. Ovanstående exempel illustrerar det som i minneslitteraturen betecknas som episodiskt minne (Tulving, 1973), alltså förmågan att återuppleva en tidigare händelse. I detta fall består det episodiska minnet av tre komponenter; objekt (bilen), inre attribut (färg) samt yttre attribut (position på parkeringen) (Kuo & Van Petten, 2008). Denna uppdelning följer av att man med hjälp av hjärnbildningsteknik, framförallt fMRI, funnit att attributen bearbetas separat i mediala temporalloben (MTL). Eichenbaum et al. (2007) menar att det inre attributet, färgen, binds till objektet i ett tidigare skede och att det yttre attributet, positionen, är fristående tills det kan förenas med objektet i hippocampus och först då blir episoden en fullständig enhet. Som komplement till fMRI har man i dessa sammanhang även använt sig av event related potentials (ERP) vilket innebär att man averagerar EEG-aktivitet tidsläst till stimulus-presentation i en experimentuppgift.

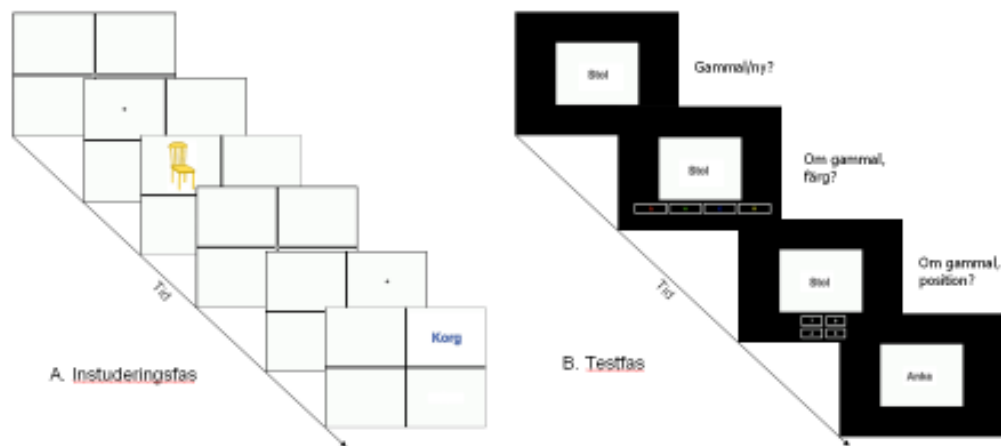
Även om merparten av forskningslitteraturen är ense om att MTL-regionen är avgörande för igenkänningsminne finns det tvetydigheter i hur olika typer av attribut binds till objekt. För att belysa detta valde den aktuella studien att använda sig av två olika källattribut (färg och position) samt att objektet kunde förekomma som antingen ord eller bild. Beroende på om man kom ihåg ett (igenkänning, eng. recognition), två (hithit) eller inga (igenkänning) källattribut fanns möjlighet att med hjälp av beteendedata och ERP undersöka eventuella aktiverings- och prestationsskillnader.

2.1 Experimentupplägg

Sjutton personer, varav 10 män, i åldrarna 20 till 36 (median = 22) deltog i studien. Samtliga var studenter vid Lunds universitet. Tre försökspersoner togs bort på grund av att dessa hade för få accepterade ERP försök.

Testmaterialet bestod av 192 bilder med tillhörande ord föreställandes konkreta och entydiga objekt. Alla bilder och ord färglades i rött, grönt, blått och gult. Dessa delades sedan in i tre block som vardera bestod av två faser: instudering och test. Instuderingsfasen innehöll 32 objekt och testfasen

innehöll de 32 från instuderingsfasen samt 32 nya objekt. Under instuderingsfasen kunde objekten presenteras antingen som ord eller bild och under testfasen enbart som ord. Vidare visades objekten under instuderingsfasen i en av de ovan nämnda färgerna och i en slumpvis vald kvadrant på skärmen. Försökspersonernas uppgift bestod i att försöka komma ihåg objektet i fråga, vilken kvadrant det förekommit i samt dess färg. I testfasen visades sedan ett ord i gråskala centrerat på skärmen och försökspersonen skulle med en knapptryckning avgöra om det aktuella objektet förekommit i instuderingsfasen eller inte. Om ett objekt markerats som gammalt visades följdfrågor angående dess färg och position under instuderingen.



Figur 1. Illustration av experimentdesign. (A) Instuderingsfas. Vid bildpresentation avgjorde försökspersonen om objektet var större eller mindre än en skolåda. (B) Testfas. Om försökspersonen indikerat ett objekt som gammalt fick denne följdfrågor om objektets färg och position. Ordningen av dessa frågor varierades mellan försökspersonerna.

3 Bootstrap

Nedan presenteras grunderna i förfarandet och områden som berörs är bland annat beräkningar för ett stickprov, differenser mellan två stickprov samt hur konfidensintervall beräknas.

3.1 Allmän beskrivning

Bootstrap är en återsamlingsmetod med återläggning som används för att från ett stickprov skatta en populations fördelning då denna är okänd. Metoden används exempelvis för att undersöka om medelvärdet i ett visst stickprov är beskrivande för hela populationen. Idén bakom bootstrap bygger på att man genom att slumpmässigt dra n element från ett stickprov och man beräknar den önskade storheten, exempelvis medelvärde, vid varje dragning. Genom att återupprepa denna procedur ett stort (B) antal gånger kan man sedan konstruera en fördelning som återspeglar den ursprungliga populationen och då även skatta dess parametrar. Genom att exempelvis jämföra sitt ursprungliga stickprovsmedelvärde med den nya fördelningen kan man avgöra om detta är ett vanligt förekommande värde eller ej (Moore & McCabe, 2006).

Givet ett stickprov om n element från en population ser proceduren för en bootstrap ut på följande sätt:

- a) Dra n element slumpmässigt ur stickprovet. Beräkna därefter en valfri storhet såsom medelvärde eller median.
- b) Repetera denna process B antal gånger, vanligen 1000 eller mer.
- c) Konstruera återsamlingsfördelningen för den valda storheten. Beräkna därefter konfidensintervall etc.

Med ett tillräckligt stort B kan man sedan skatta parametrar såsom medelvärde och standardavvikelse i populationen genom att beräkna dessa för återsamlingsfördelningen med hjälp av ekvationerna (1) respektive (2).

$$\bar{\theta}^* = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B \theta_i^* \quad (1)$$

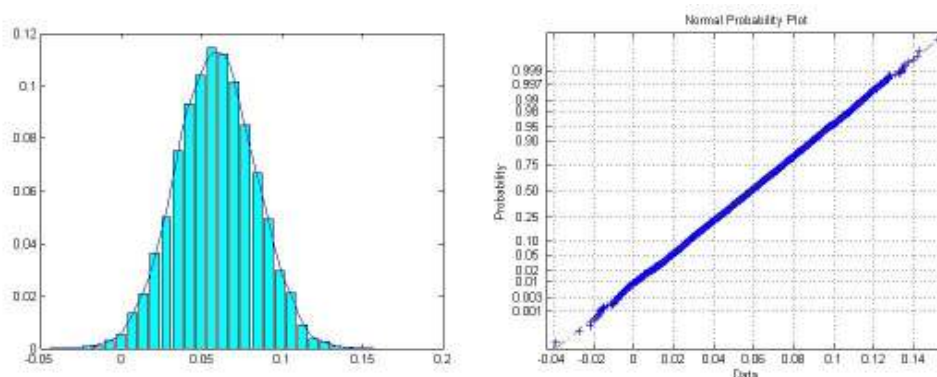
$$s_{\theta^*} = \sqrt{\frac{1}{B-1} \sum_{i=1}^B (\theta_i^* - \bar{\theta}^*)^2} \quad (2)$$

3.2 Skillnader mellan två populationer

Ett vanligt användningsområde för bootstrap är att undersöka om det föreligger eventuella skillnader mellan två populationer. Proceduren är snarlik den ovan presenterade dock konstruerar man fördelningen på differenserna mellan stickproven istället för att undersöka dessa var för sig. För att sedan testa om det föreligger någon signifikant skillnad mellan stickproven använder man sig av konfidensintervall vilket förklaras nedan.

Givet två stickprov om n och m element från två populationer ser proceduren för en bootstrap över differenser ut på följande sätt:

- Dra n element slumpmässigt ur det första stickprovet och m element ur det andra. Beräkna därefter en valfri storhet såsom differensen mellan medelvärdena eller medianerna.
- Repetera denna process B antal gånger, vanligen 1000 eller mer.
- Konstruera återsamlingsfördelningen för den valda storheten. Beräkna därefter konfidensintervall etc.



Figur 2. Exempel på ett histogram och en normalplot för en bootstrap över differenser mellan två populationer.

3.3 Konfidensintervall

För att undersöka de kritiska värdena i en återsamlingsfördelningen används konfidensintervall. Det finns ett flertal sätt att beräkna detta men här kommer bara metoden för percentilintervall återges.

Användandet av percentilerna i återsamlingsfördelningen är en enkel metod för att konstruera ett konfidensintervall (Blom & Holmquist, s. 280). Se ekvation (3) nedan. Sätt α till det önskade värdet och B till antalet element i fördelningen.

$$I_{\theta} = (\theta_{(B\alpha/2)}^*, \theta_{(B(1-\alpha/2))}^*) \quad (3)$$

Om konfidensintervallet är för en fördelning över differenser/korrelation mellan två stickprov så gäller att skillnaden/sambandet är signifikant om intervallet ej innehåller noll. Är däremot intervallet för en fördelning från enbart ett stickprov gäller att stickprovet beskriver den ursprungliga populationen om den undersökta storheten faller innanför gränserna.

4 Metod

MS Excel 2008 användes för datamanipulation, SPSS 11.0 användes för beräkning av deskriptiva mått och MatLab R2008a användes för bootstrap beräkningarna. Alla beräkningar som bygger på att undersöka skillnader mellan olika grupper och/eller undersöker samband mellan variabler baserar sig på bootstrap. Signifikansnivåer som testas är 95% och 99%.

4.1 Prestationsmått

Igenkänningsprestation räknades ut som antalet korrekt igenkända gamla objekt ("Gammal"-svar, oavsett objekttyp eller korrekt källa) dividerat med totala antalet gamla objekt. Källprestation räknades ut som antalet korrekt angivna källattribut (färg och/eller position) dividerat med totala antalet korrekt igenkända gamla objekt. Motsvarande beräkningar gjordes även separat för respektive objekttyp samt för switch och non-switch fallen. Värdena som används för att beräkna nedanstående jämförelser bygger på genomsnittspoäng från varje försöksperson.

Betingelse	Beräkning av prestation
Igenkänning (Rec.)	$[\text{Antal igenkända objekt}] / [\text{Totala antalet gamla objekt}]$
Färg (Col.)	$[\text{Antal objekt med korrekt färg}] / [\text{Antalet igenkända objekt}]$
Position (Loc.)	$[\text{Antal objekt med korrekt position}] / [\text{Antalet igenkända objekt}]$
HitHit (HitHit)	$[\text{Antal objekt med korrekt färg \& position}] / [\text{Antalet igenkända objekt}]$

Figur 3. Beräkning av prestation.

4.2 Ordning

För att undersöka om objekt som presenterats i början eller i slutet av instuderingsfaserna hade förbättrad prestation jämfört med de mellanliggande objekten (primacy/recency-effekter) beräknades en genomsnittspoäng per position under instuderingen och därefter "plottades" dessa i ett diagram för att undersöka om det finns en eventuell trend. Dessa genomsnittspoäng delades sedan in i 3 olika klasser; klass 1 består av position 1-8, klass 2 består av position 9-24 och klass 3 består av position 25-32. Klassernas värden jämfördes sedan med samma teknik som användes för switch/non-switch beräkningarna för att se om ordning medför några skillnader i prestation.

4.3 Switch/non-switch analys

För att undersöka hur växlandet av objekttyp (ord/bild) påverkade minnesprestationen delades materialet upp i fem kategorier: switch, non-switch, +1, +2 samt +3- (se figur 3 för detaljer). Switch innebär att objekttyp

växlar, non-switch är alla objekt utom första i en serie utan växling, +1 är enbart objekt som befinner sig på första positionen i en serie, +2 är de som befinner sig på andra positionen i en serie och slutligen är +3- de objekt som är på tredje positionen och uppåt. Maximala längden av en serie uppgår till sju.

Nummer	Typ	Kodad typ	
1	Word	Switch	} Enkel förekomst av ord betecknas som switch.
2	Pic	Switch	
3	Pic	+1	} Serie av bilder. Första förekomsten i en serie räknas som switch.
4	Word	Switch	
5	Word	+1	} Serie av ord. Första förekomsten i en serie räknas som switch, andra som +1, tredje som +2 och slutligen fjärde som +3-. Vidare räknas position 2 och uppåt till kategorin non-switch.
6	Word	+2	
7	Word	+3-	
⋮	⋮	⋮	
32	Word	Switch	

Figur 4. Indelning av switch och non-switch för objekt presenterade under instudering.

5 Resultat

5.1 Allmän minnesprestation över alla kategorier

I tabell 1 presenteras medelvärden för varje betingelse sammanslaget över alla individer.

Tabell 1. Minnesprestation över alla individer. Siffrorna anger andel korrekt svar, standardavvikelse inom parentes.

	Igenkänning	Färg	Position	Färg & Position
Bilder	0,77	0,65	0,27	0,16
Ord	0,73	0,48	0,28	0,15
Bilder & Ord	0,75	0,57	0,28	0,16

5.1 Deskriptiva mått på switch respektive non-switch data.

I tabell 2 presenteras medelvärden sammanslaget över alla individers minnesprestation (se avsnitt 4.1 för förfarande) för varje betingelse och kategori och i tabell 3 presenteras antalet mätpunkter för vardera kategori. Se figur 3 för detaljer angående kategoriseringen.

Tabell 2. Medelvärden och standardavvikelser för ursprungsdata.

	Switch	Non-Switch	+1	+2	+3-
Bilder					
Recognition	0,773 (0,08)	0,817 (0,10)	0,795 (0,12)	0,829 (0,16)	0,886 (0,15)
Color	0,678 (0,15)	0,616 (0,19)	0,617 (0,24)	0,579 (0,28)	0,567 (0,26)
Location	0,262 (0,09)	0,282 (0,10)	0,240 (0,20)	0,271 (0,18)	0,349 (0,21)
Hithit	0,165 (0,05)	0,158 (0,10)	0,161 (0,15)	0,115 (0,15)	0,145 (0,19)
Ord					
Recognition	0,726 (0,15)	0,730 (0,11)	0,722 (0,18)	0,801 (0,20)	0,669 (0,28)
Color	0,454 (0,16)	0,497 (0,16)	0,528 (0,14)	0,403 (0,28)	0,545 (0,38)
Location	0,207 (0,08)	0,352 (0,11)	0,336 (0,18)	0,431 (0,22)	0,295 (0,34)
Hithit	0,106 (0,06)	0,201 (0,13)	0,200 (0,13)	0,213 (0,27)	0,218 (0,32)
Ord & Bild					
Recognition	0,749 (0,11)	0,774 (0,11)	0,759 (0,09)	0,815 (0,15)	0,777 (0,19)
Color	0,566 (0,12)	0,556 (0,15)	0,572 (0,17)	0,491 (0,25)	0,555 (0,20)
Location	0,234 (0,06)	0,317 (0,07)	0,288 (0,13)	0,351 (0,11)	0,329 (0,17)
Hithit	0,135 (0,04)	0,180 (0,08)	0,180 (0,10)	0,164 (0,16)	0,174 (0,17)

Tabell 3. Antal mätpunkter (n) för varje betingelse och kategori.

	Switch	Non-Switch	+1	+2	+3-
Bilder					
Recognition	349	323	173	79	71
Color	271	262	138	64	60
Location	271	262	138	64	60
Hithit	271	262	138	64	60
Ord					
Recognition	349	323	184	80	59
Color	253	235	134	63	38
Location	253	235	134	63	38
Hithit	253	235	134	63	38
Ord & Bild					
Recognition	698	646	357	159	129
Color	524	497	272	127	98
Location	524	497	272	127	98
Hithit	524	497	272	127	98

5.2 Switch/non-switch analys

Nedan presenteras resultaten från bootstrappen angående skillnader mellan switch och non-switch fallen. I switch-kolumnen presenteras det aktuella medelvärdet (se tabell 2) och i kategorikolumnerna differensen mellan switch och de olika kategorierna. Se tabell 4 för bilder, tabell 5 för ord och tabell 6 för bilder och ord.

I tabell 4 presenteras resultaten för bilder. Enbart skillnaderna för igenkänning i kategorin +3- visade sig vara signifikanta.

Tabell 4. Prestationsskillnader mellan switch och non-switch för bilder.

	Switch	Non-switch	+1	+2	+3-
Recognition	0,773	0,044	0,022	0,056	0,113*
Color	0,678	-0,062	-0,061	-0,098	-0,110
Location	0,262	0,020	-0,021	0,009	0,088
HitHit	0,165	-0,006	-0,003	-0,049	-0,019

*Signifikant differens på 95%-nivån.

I tabell 5 presenteras resultaten för ord. Endast skillnaden för position visade sig vara signifikant.

Tabell 5. Prestationsskillnader mellan switch och non-switch för ord.

	Switch	Non-switch	+1	+2	+3-
Recognition	0,726	0,005	-0,003	0,075	-0,057
Color	0,454	0,042	0,074	-0,051	0,091
Location	0,207	0,145*	0,128*	0,223*	0,088
HitHit	0,106	0,095*	0,095*	0,107	0,112

*Signifikant differens på 95%-nivån.

I tabell 6 presenteras resultaten för bilder och ord. Skillnaderna för position visade sig vara signifikanta.

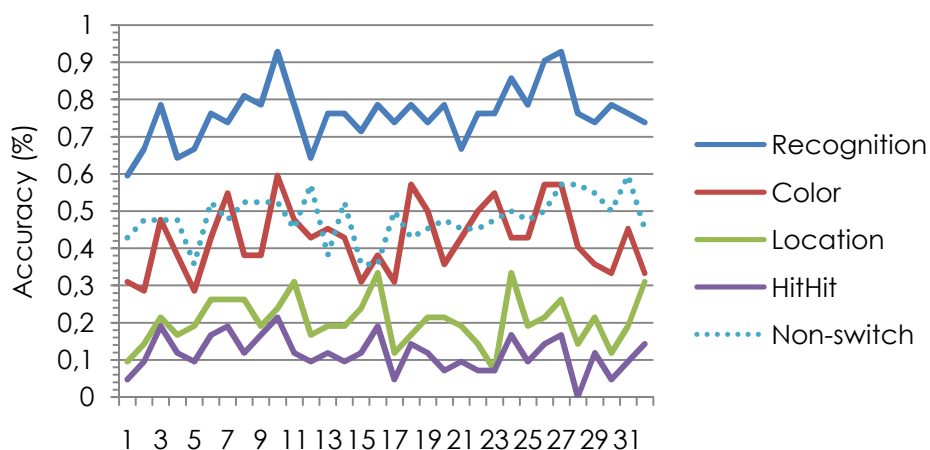
Tabell 6. Prestationsskillnader mellan switch och non-switch för bilder och ord.

	Switch	Non-switch	+1	+2	+3-
Recognition	0,749	0,024	0,009	0,065	0,028
Color	0,566	-0,010	0,006	-0,075	-0,011
Location	0,234	0,083*	0,054	0,116*	0,095*
HitHit	0,135	0,044*	0,045	0,029	0,039

*Signifikant differens på 95%-nivån.

5.3 Ordning

I figur 5 presenteras ett diagram över prestation för färg, position, hithit och recognition för att undersöka om det finns några tecken på att prestationen skulle vara högre i början och/eller i slutet. Det finns dock inga tecken på någon sådan trend.



Figur 5. Diagram över andel rätt vid olika positioner under instudering.

I tabell 7 presenteras resultaten av jämförelser mellan de olika klasserna. Inga större skillnader påträffades, dock ser det ut som att det finns skillnader i prestation mellan klass 1 och klass 3 för igenkänning.

Tabell 7. Skillnader beroende på position under instudering (1=1-8, 2=9-24, 3=25-32).

	1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
Recognition	0,06	0,09*	0,03
Color	0,06	0,04	0,01
Location	0,01	0,01	0,00
HitHit	0,01	0,03	0,02

*Signifikant skillnad på 95%-nivån.

6 Diskussion

Sammanfattningsvis kan sägas att analysen har gett väldigt intressanta resultat som förmodligen kommer att påverka framtida experiment inom minnesområdet. Vidare har metoden bootstrap känts mycket passande med avseende på datas utseende och rekommenderas vid framtida analyser.

De intressantaste resultaten är framförallt de som framkommit genom switch/non-switch beräkningarna. Detta gäller både för en eventuell förklaring till att positionsattributet hade så mycket sämre resultat i detta experiment jämfört med andra liknande studier (Uncapher, Otten & Rugg, 2006). Speciellt viktigt är dock vetenskapen om hur mycket dessa serier påverkar vid en eventuell uppföljning av minnesexperimentet. Framst då ERP-problem uppstod på grund av för få accepterade mätningar vilka i sin tur är tätt sammanlänkade med just prestation. Vidare är resultaten intressanta för den allmänna minnesforskningen. I synnerhet då det finns en hel del litteratur som beskriver dessa "task switching" - uppgifter (Monsell, 2003) men då är det främst studier gällande uppmärksamhet. I viss mån undersöker man vad "task switching" har för konsekvenser för prestation vid framplockning av minnen dock finns det knappt några studier gällande dess inverkan vid instudering. Med tanke på resultaten i denna analys är det något man borde ta fasta på och undersöka vidare.

De uteblivna effekterna av instuderingsposition kan förklaras med att sådana effekter oftast brukar förekomma om instuderingsfasen direkt följs av testfasen. Vidare gäller att de tidiga effekterna enbart uppstår om man kan repetera objekten och med tanke på att det är ganska mycket information som skall memoreras antas att repetitionen begränsas av uppmärksamhetsresurser. Slutligen har instuderingsposition störst inverkan om testfasen sker med en så kallad "free recall", dvs att objekten får återges fritt utan hänsyn till ordning.

Sammanfattningsvis kan man utifrån resultaten i denna analys anta att minnesprestationen är tätt sammanlänkad med tillgängliga uppmärksamhetsresurser då de betingelser med lägst prestation (ord/position) är mer känsliga för den extra belastningen som växlandet av visningstyp innebär.

Avslutningsvis kan nämnas att det förmodligen finns andra samband att undersöka dock är antagligen switch/non-switch resultaten de mest omvälvande.

Referenser

Blom, G. & Holmquist, B. (1998) Statistikteori med tillämpningar. *Studentlitteratur*, Lund.

Eichenbaum, H., Ranganath, C., & Yonelinas, A. P. (2007). The medial temporal lobe and recognition memory. *Annual reviews of neuroscience*, 30, 123-152.

Kuo, T. Y., & Van Patten, C. (2008). Perceptual difficulty in source memory encoding and retrieval: Prefrontal versus parietal electrical brain activity. *Neuropsychologia*, 46, 2243-2257.

Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in cognitive neuroscience*, 7, 134-140.

Moore, D. & McCabe, G. (2006). Introduction to the Practice of Statistics, 5e, *Freeman & Co.*

Tulving, E., & Thomson D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychology Review*, 80, 353-373.

Uncapher, M. R., Otten, L. J., & Rugg, M. D. (2006). Episodic Encoding Is More than the Sum of its Parts: An fMRI investigation of Multifetural Contextual Encoding. *Neuron*, 52, 547-556.

Appendix

```
%Kod för att beräkna eventuella signifikanta skillnader i  
medelvärden  
%mellan två grupper mha bootstrap.
```

```
%Inläsning av Data
```

```
data_b = xlsread('C:\data1.xls');  
data_a = xlsread('C:\data2.xls');  
data_d = xlsread('C:\data3.xls');  
data_c = xlsread('C:\data4.xls');  
data_f = xlsread('C:\data5.xls');  
data_e = xlsread('C:\data6.xls');
```

```
%Skapar vektorer för lagring av differenser
```

```
ab_diff = zeros(10000,1);  
cd_diff = zeros(10000,1);  
ef_diff = zeros(10000,1);
```

```
i = 0;
```

```
%Loopar bootstrappen 10000x
```

```
for i = 1:10000
```

```
    %Bootstraps (1000) för data a och b
```

```
    bs_a = bootstrp(1, @mean, data_a);  
    bs_b = bootstrp(1, @mean, data_b);
```

```
    bs_c = bootstrp(1, @mean, data_c);  
    bs_d = bootstrp(1, @mean, data_d);
```

```
    bs_e = bootstrp(1, @mean, data_e);  
    bs_f = bootstrp(1, @mean, data_f);
```

```
    %Beräkning av medelvärdesdifferens mellan a och b
```

```
    bs_ab_diff = (bs_a)-(bs_b);  
    bs_cd_diff = (bs_c)-(bs_d);  
    bs_ef_diff = (bs_e)-(bs_f);
```

```
    %Uppbyggnad av vektor av differenser mellan a och b
```

```
    ab_diff(i) = bs_ab_diff;  
    cd_diff(i) = bs_cd_diff;  
    ef_diff(i) = bs_ef_diff;
```

```
%Slut på loop
```

```
end
```

```
%Beräkning av Percentil KIs (95%)
```

```
ab_sort = sort(ab_diff);  
cd_sort = sort(cd_diff);  
ef_sort = sort(ef_diff);
```

```
%Nedre och övre gränser för 95%
```

```
ab_95_low = ab_sort(250);  
cd_95_low = cd_sort(250);  
ef_95_low = ef_sort(250);  
ab_95_up = ab_sort(9750);  
cd_95_up = cd_sort(9750);  
ef_95_up = ef_sort(9750);
```