



Hjernen endrer vår oppfatning av virkeligheten ved å manipulere våre sanseintrykk

Forfattere: Magnus Trandokken og Leonard Meidell Müller-Henneberg, Ullern vgs

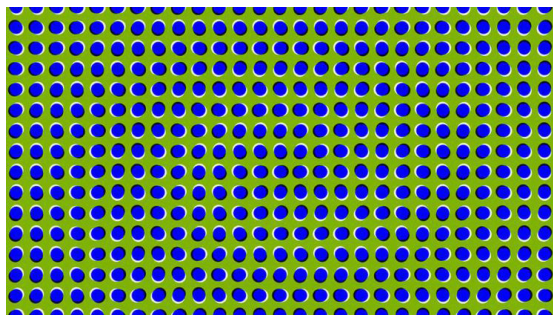
Sammendrag

Studier har vist at menneskets oppfatning av virkeligheten endres ved ulike bruk og tilgang til sansene. Forsøket vårt gikk derfor ut på å undersøke om hjernen endrer tidsoppfatningen av en hendelse ut ifra en underbevisst prediksjon om hva som skal skje. Dette ble undersøkt i to forsøk. Det første forsøket gikk ut på å måle forskjellen i reaksjonstid med og uten tilgang til synssansen etter et stikk i tåen. Resultatene viser at personene med tilgang til synssansen hadde en statistisk signifikant raskere reaksjonstid. I forsøk 2 ønsket vi å finne ut om det var en signifikant forskjell mellom to gruppers oppfatning av endring i en forsinkelse. Hver person trykket på en knapp gjentagende ganger som utløste et forsinket blink. Gruppen som ikke fikk informasjon om forsøket opplevde en endring i forsinkelsen. Begge forsøkene viste at sanseintrykk kan manipuleres av hjernen.

Introduksjon

Hjernen har mange komplekse oppgaver som må løses til enhver tid, og en av disse er prosesseringen av sanseimpulsene våre. Signaler fra forskjellige sanser over hele kroppen prosesseres i ulike hastigheter i forskjellige nevron-regioner (Grønlien, Tandberg, Glørstad, Syvertsen, 2013). For at sansesignalene skal være nyttige for en organisme, må disse signalene justeres i tid og markeres til korrekt tidspunkt i hendelsene utenfor. I samspill med resten av sansene våre er forståelse av timingen av hendelser, som en motorisk handling etterfulgt av en sensorisk konsekvens, kritisk for å bevege seg, snakke og lære. Vi mennesker har en tendens til å stole blindt på virkeligheten hjernen serverer oss, selv om vi er klare over at denne virkeligheten ikke alltid er reell (Røsjø, 2019).

Optiske illusjoner er et godt eksempel på hvordan hjernen manipulerer sanseimpulsene våre. Hjernen kommer med visse antagelser fra tidligere erfaringer og opererer med disse når den analyserer synsimpulsene. I figur 1, ser det ut som om de blå prikkene beveger seg, men dette er bare en konstruksjon laget av hjernen ettersom ingen av prikkene beveger på seg. Realiteten vi opplever er kunstig og ulik fra den realiteten.



Figur 1. Optisk illusjon (PCNews, 2018)

Til tross for betydningen av oppførsel og oppfattelse, er nevronområdene for tidsoppfatning fortsatt et mysterium. Selv om forskernes lange interesse for tidsoppfatning, har det først i de seneste årene blitt etablert en samordnet innsats for å forske på dette feltet (Eagleman, 2011). Eksperimentell psykologi brukes i dag for å kartlegge og forstå hvordan dyr oppfatter og analyserer tidsintervaller, mens fysiologi, funksjonell MR-undersøkelse (fMRI) og elektroencefalografi (EEG) avdekker hvordan nevroner og hjerneregioner ligger til grunn for tidsmessige beregninger (Eagleman, 2011).

Det er tidligere blitt forsket på hvordan sansene fungerer, og hva slags funksjon de har i menneskekroppen. I 2013 publiserte Matthew Ratcliffe en bok om hva sansene forteller hjernen. Den belyser hvordan en persons oppfattelse av verden endres om en av sansene, spesielt synet eller hørselen, blir fjernet (Ratcliffe, 2013). Ratcliffes forskning har bidratt til en økt forståelse av sansene og deres betydning, og gjør det mulig for forskere å gjøre anvendt forskning innenfor dette feltet.

Sansesignaler blir transportert til hjernen gjennom nervefibere kalt aksoner. Hastigheten på disse signalene varierer ut ifra blant annet type akson, hvilke sansereseptorer signalet oppstår i, og i hvor myelinisert aksonet er. Myelin er et fettlag som forsterker signalene som transporteres gjennom aksonet. Derfor vil et myelinisert akson transportere signaler raskere til hjernen enn et akson som ikke er myelinisert.

Smertesignalene er en av de tregere signalene og beveger seg med en snitthastighet på rundt 2 m/s («Nerve conduction velocity», 2020). Dette er siden smertereseptoren består av et C-fiber akson som ikke er myelinisert («Nerve conduction velocity», 2020). Synssignalene er mye raskere og sendes med en snitthastighet på over 80 m/s etter signalene er prosessert i synsreseptoren («Nerve conduction velocity», 2020). Sansesignaler fra synsreseptoren har i tillegg kort vei til hjernen, og vil derfor oppfattes raskere enn signalene fra smertereseptoren.

I studien ønsket vi å undersøke hvordan hjernen tolker strømmen av sansesignaler for å tilpasse den tidsmessige oppfatningen av en hendelse. Noen av de overordnede spørsmålene vi hadde var derfor: Er vår oppfattelse av korte tidsspenn faktisk, eller et resultat av signalprosessering i hjernen? Vil hjernen forutse mønstre i informasjonsstrømmer og endre oppfatningen deretter? Hvis hjernen manipulerer den tidsmessige oppfatningen, er manipulasjonen bevisst? Dette ønsker vi å få svar på fordi vi, med resultatene, vil kunne ha en større forståelse om menneskekroppens hjerne, noe som vil komme til gode i utviklingen av kunstig intelligens.

Vi vil i denne artikkelen illustrere to eksperimentelle tilnærminger for å se sammenhengen mellom hastigheten til forskjellige aksontyper og oppfatningen av signalene, undersøke hvordan hjernen manipulerer sansesignalene for å konstruere en troverdig virkelighet, og få svar på spørsmålene ovenfor.

Metode

Forsøk 1

Vi ønsket å undersøke teorien vår om at hjernen manipulerer sanseinntrykkene, samt Ratcliffes forskning på sammenhengen mellom hjernens oppfatning av virkeligheten og sansene i bruk. Det ble derfor utført et forsøk for å undersøke disse teoriene. Det ble valgt ut to grupper à 6 deltakere, der en av gruppene fungerte som en kontrollgruppe. Den ene gruppen hadde bind for øynene for å isolere smertesansen mest mulig. Kontrollgruppen hadde ikke bind for øynene. Testobjektene var alle i alderen 17-18 år. I forsøket ble en spiker stukket inn i stortåen for å skape smerte hos testobjektet. Spikeren var normalt spiss og ble stukket hardt nok til å skape en reaksjon, men penetrerte ikke huden. Stortå ligger langt unna hjernen, og smertesignalene må derfor reise langt. Det kunne derfor forventes en forsinkelse fra stikket til en reaksjon oppsto hos testobjektet. Det ble formulert to hypoteser før forsøket:

- *Nullhypotese:* Ingen statistisk signifikant forskjell i reaksjonstid mellom gruppen som ser og gruppen som ikke ser.
- *Alternativ hypotese:* Det er en statistisk relevant forskjell i reaksjonstid mellom gruppen som ser og gruppen som ikke ser.

Alle testene ble filmet med sakte-film, på 240 bilder per sekund. Ved bruk av en programvare for filmredigering ble antall bilder talt fra spikeren traff tåa til testobjektet reagerte. Det kunne derfor avgjøres om det var en forskjell i reaksjonstid hvis synet var involvert. Det ble gjennomført en T-test med et valgt signifikansnivå $p=0,05$. Hvis p -verdien er under signifikansnivået, kan nullhypotesen forkastes.

Forsøk 2

Forsøk 2 undersøker om hjernen endrer på en persons oppfatning av realiteten. Forsøket ble utført på to grupper à 10 testobjekt bestående av elever fra tredjeklasse på en videregående skole i Oslo. Det ble kodet en nettside til forsøket, og kildekoden er lagt ut på Github.com (vedlegg 1). Testobjektet interagererte med nettsiden (vedlegg 2) under forsøket mens aktiviteten ble overvåket fra en administrasjonsside (vedlegg 3). Fra administrasjonssiden kunne hvert testobjekt overvåkes under hele forsøket.

Forsøket baserte seg på at testobjektet satt isolert i et mørkt rom med programvaren foran seg. Når testobjektet klikket på skjermen, var det en forsinkelse på 200 ms før skjermen blinket. Blinket varte i 200 ms før skjermen ble svart. Testobjektet trykket på skjermen 100 ganger før forsøket ble stanset. Testen ble gjennomført likt på begge gruppene, med ett unntak. Den ene halvdel ble ikke informert om annet enn hvordan gjennomføre forsøket. Den andre halvdel ble informert om at de skulle fokusere på forsinkelsen mellom trykket og blinket. Ingen av deltakerne hadde noe form for kontakt eller kommunikasjon under forsøket, dette for å unngå forventninger og informasjon om forsøket. Alle forsøkspersonene gjennomførte samme test. Ingen hadde utført testen tidligere. Det ble formulert to hypoteser før forsøket:

- *Nullhypotese:* Ingen statistisk signifikant forskjell i oppfattelse av forsinkelsen mellom gruppen som ble informert og gruppen som ikke ble informert.
- *Alternativ hypotese:* Det finnes en statistisk relevant forskjell i oppfattelse av forsinkelsen mellom gruppen som ble informert og gruppen som ikke ble informert.

Etter testen ble hvert testobjekt stilt følgende spørsmål: Endret forsinkelsen seg?

Dataen ble strukturert i en frekvenstabell, se tabell 3. Det ble gjennomført en Kjikvadrattest på dataen for å regne ut en p -verdi. Det forventede resultatet for hver gruppe ble regnet ut, se tabell 4. Forventet resultat ble regnet ut ved å multiplisere rad-summen med kolonne-summen og dividere med totalsummen av testobjekt i forsøket: $\frac{\sum \text{rad} * \sum \text{kolonne}}{\text{grand total}}$

Det ble utført en analyse på dataen med hensyn til nullhypotesen i form av en kjikvadrattest med et valgt signifikansnivå $p=0,05$. Hvis p -verdien er under signifikansnivået kan nullhypotesen forkastes.

Resultat

Forsøk 1

Det deltok i alt 12 stykker i forsøket. De uten synssansen tilgjengelig brukte i snitt 0,448 sekunder på å reagere etter stikket i tåen. Testobjektene med synssansen tilgjengelig derimot, reagerte på nesten halvparten av tiden: 0,242 sekunder. Tallene baseres på rådata fra forsøk 1 (vedlegg 4). Resultatene viser en statistisk signifikant forskjell på reaksjonstid mellom testgruppene (tosidig t -test av gjennomsnitt med lik varians, $p=0,000$).

Forsøk 2

Totalt deltok 20 personer i forsøket. Alle forsøkspersonene ble intervjuet etter endt forsøk, og rådataen ble strukturert inn i en frekvenstabell, se tabell 1.

Tabell 1: Rådata samlet inn under forsøket samt utregnet forventet resultat beskrevet i metodedeelen. Tallene i kolonnene beskriver antall testobjekt som svarte ja og nei på om de opplevde en endring i forsinkelsen. Radene tar for seg antall informerte og ikke informerte testobjekt.

	Opplevde endring		Total
	Ja (forventet)	Nei (forventet)	
Informert	2 (4,50)	8 (5,50)	10
Ikke informert	7 (4,50)	3 (5,50)	10
Total	9	11	20

Resultatene viste at det var en signifikant forskjell på gruppene. 70 % av forsøkspersonene i gruppen som ikke ble informert opplevde en endring i forsinkelsen, mens kun 20 % av gruppen som ble informert opplevde en endring.

Forventet resultat distanserer seg klart fra faktiske målinger. Ifølge de forventete resultatene skulle det ikke være noen forskjell på gruppene, og det skulle være flere som ikke opplevde en endring i forsinkelsen. Kjikvadrattesten ga en p -verdi lik 0,024 som er innenfor det konvensjonelle signifikansnivået på fem prosent. Dette betyr at det kun er 2,4 % sannsynlighet for at resultatene var tilfeldige.

Diskusjon

Forsøk 1

Resultatene av forsøk 1 viser hvordan testobjektene uten tilgjengelig synssans brukte i snitt nesten 0,5 sekunder lengre tid på å reagere på nålstikket i tåen, enn testobjektene med synssansen tilgjengelig. Totalt var det 12 testobjekt, fordelt på to grupper, som deltok i forsøk 1. Forsøket ga tydelige resultater med en p -verdi under signifikansnivået på $p=0,05$. Dette underbygger at resultatene høyst sannsynlig ikke er tilfeldige. Dette viser at gruppen med tilgang til synssansen hadde en statistisk signifikant raskere reaksjonstid fra de ble stukket til de følte smerte. Man kan dermed avkrefte nullhypotesen om at det ikke finnes en statistisk signifikant forskjell i reaksjonstid mellom gruppen med og uten synssansen tilgjengelig. Dermed kan man med større sikkerhet si at en person med bind for øynene mest sannsynlig vil reagere tregere på et stikk i tåen enn en person med synssansen tilgjengelig.

En feilkilde i dette forsøket kan være forskjellen i høyden til testobjektene. En høyere person vil ha en tregere reaksjonstid enn en lavere person. Dette er fordi informasjonen som oppfattes av nocireseptoren bruker lengre tid ettersom nervene må transportere varslingen om stikket over en lengre avstand. Høyden til testobjektene ble ikke målt i forkant av forsøket.

Forsøk 2

Fra resultatene i forsøk 2, fant vi ut at gruppen med informasjon om forsøket hadde en generell oppfattelse om at det ikke fantes en endring i forsinkelsen mellom blinkene. Gruppen uten informasjon om forsøket opplevde derimot en endring i forsinkelsen. Kjikvadrattesten ga en p-verdi lik 0,024, en verdi lavere enn det valgte signifikansnivået på $p=0,05$. Nullhypotesen om at det ikke er en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene kan derfor falsifiseres.

Med tanke på at testen er både lang og det skjer lite, kan en feilkilde være at en person kan ha forhastet seg, på grunn av den monotone opplevelsen testen stiller med. Dette kan ha påvirket resultatene ved at testobjektene har mistet fokus på eksperimentet. Dette var noe vi så tendenser av ved at noen av testobjektene klikket markant raskere på slutten av deres forsøk.

Det er mye som tyder på at vår tidsmessige oppfatning av hendelser er et resultat av signalprosessering i hjernen. Dette kan man se i form av erfaringen om at ulike nervesystemer med ulike aksontyper har ulik hastighet. Dermed vil også tiden før oppfattelse av blinket være ulikt. Dette samsvarer med resultatene, hvor man kan observere hvordan testobjektene tidsmessige oppfatning av korte tidsspenn endrer seg gjennom forsøket og er et resultat av signalprosessering i hjernen. Under forsøket observerte man hvordan hjernen tilpasset seg situasjonen og manipulerte personens virkelighetsoppfatning i forsøk for å danne en troverdig og naturtro virkelighet. At lyset på skjermen kommer samtidig som trykket kan for hjernen oppfattes som mer realistisk og naturlig.

Vil hjernen forutse mønstre i informasjonsstrømmer og effektivisere oppfatningen deretter, er et sentralt spørsmål tett knyttet opp til teorien om hjernens evne til å manipulere vår oppfattelse av virkeligheten. Her viser resultatet antydninger til at en person uten viten om den faktiske situasjonen, kan oppfatte virkeligheten forskjellig fra det den egentlig er. Med utgangspunkt i rådata (vedlegg 5), opplevde 7 av 10 av de ikke-informerte at forsinkelsen til lyset endret seg etter trykket.

Til slutt kan man se på hvordan hjernens manipulasjon til en persons tidsmessige oppfatning er bevisst eller ikke. Resultatene viser at det er en statistisk signifikant forskjell i opplevelsen av forsinkelsen mellom gruppene. Man kan lese ut av resultatene at den tidsmessige oppfatningen til testobjektene som ikke ble informert før forsøket, ble manipulert av hjernen mens den tidsmessige oppfatningen til den andre gruppen med informasjon ikke ble manipulert. Vi kan på bakgrunn av våre resultater si at manipulasjonen av den tidsmessige oppfatningen er ubevisst fra testobjektets perspektiv, selv om handlingen er fullt bevisst fra hjernens side. Det er vanskelig å skille mellom hva som er bevisst og hva som er ubevisst ettersom dette kommer an på perspektivet man ser fra. Ved å ta utgangspunkt testobjektets perspektiv kan vi konkludere med at hjernens manipulasjon av den tidsmessige oppfatningen er ubevisst.

Som konklusjon kan vi basert på resultatene våre avkrefte nullhypotesen om at det ikke er forskjell mellom gruppen med og uten synssansen tilgjengelig. Dette styrker den alternative hypotesen om at det finnes en statistisk relevant forskjell mellom gruppene. Man kan ikke bekrefte den alternative hypotesen ettersom det alltid finnes usikkerhet knyttet til et forsøk. Likevel anbefales det å utføre flere og mer omfattende studier innenfor feltet for å redusere usikkerheten. Ettersom vår studie inneholdt 20 testobjekt er denne studien kanskje for liten for å stadfeste noen konklusjon. Det anbefales også å undersøke om våre resultater er overførbare til andre sanser som f.eks. hørselen.

Referanser

- Clark, J. (2018, 7. Februar). What is a Chi-Square Test? [Blogginlegg]. <https://magoosh.com/statistics/chi-square-test/>
- Eagleman, D. (2008). Human time perception an its illusions. *NCBI*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2866156/>
- Eagleman, D. (2011). *Incognito – The Secret Lives of the Brain*. Texas: Pantheon.
- Gronlien, Tandberg, Glørstad Tsigaridas. (2013). *Biologi 1* (1.). Oslo: Gyldendal
- PCnews. (2018). https://sm.pcmag.com/t/pcmag_uk/gallery/2/21-optical/21-optical-illusionsthat-prove-your-brain-sucks_wcg4.740.jpg
- Pöppel, E. (1997). A hierchial model of temporal perception. *Trends in cognitive sciences*. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01008-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01008-5)
- Ratcliffe, M. (2013). The Hand, an Organ of the Mind: What the Manual Tells the Mental. https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=Z2NXDM10LysC&oi=fnd&pg=PA131&dq=matthew+ratcliffe+senses&ots=HQEaYPOV7J&sig=Bb_A1JOW7gDsAvExq3mJLKptbXw&redir_esc=y#v=onepage&q=matthew%20ratcliffe%20senses&f=false
- Røsjø, B. (2019). Hjerneforsker: -Du lager din egen, personlige modell av virkeligheten. *Forskning.no*. <https://forskning.no/hjernen-partner-universitetet-i-oslo/hjerneforsker--du-lager-din-egen-personlige-modell-av-virkeligheten/1332699>
- Wikipedia contributors. (2019, 20. Desember). Nerve conduction velocity. from https://en.wikipedia.org/wiki/Nerve_conduction_velocity
- Wikipedia contributors. (2020, 29. Januar). Nociceptor. from <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nociceptor&oldid=938196283>

Vedlegg

Vedlegg 1:

<https://github.com/magnus188/hjernesience>

Vedlegg 2:

<https://hjernesience.web.app/>

Vedlegg 3:

<https://hjernesience.web.app/dashboard.html>

Vedlegg 4:

https://drive.google.com/file/d/1iVmQcuoqAzwUKEA_-Azv4Khl7v_mDcSM/view?usp=sharing

Vedlegg 5:

<https://drive.google.com/file/d/1D5pWH4FKsoTAOLlHEurkXbN7JOeT7dO/view?usp=sharing>