

Från tanke till text?

Albert Lindberg, 41209,
Kandidatavhandling i datavetenskap,
Handledare: Jerker Björkqvist,
Fakulteten för naturvetenskaper och teknik,
Åbo Akademi,
2019

Innehåll

1. Introduktion	3
2. Bakgrund	3
3. Neurologi	5
3.1. Hur skulle man kunna läsa tankar?	6
4. Inläsning av hjärnan	7
4.1. Icke-invasiva metoder	7
4.1.1. EEG	8
4.1.2. fNIRS	9
4.1.3. Andra metoder	10
4.2. Invasiva metoder	11
5. Dagens metoder och framsteg	11
5.1. Att skriva med hjärnan	12
5.1.1. DASHER	12
5.1.2. Andra metoder att skriva	13
5.2. Rekonstruering av tal	14
6. Användningen av HDG:n för tillfället	15
6.1. Kommersiell HDG	15
7. Problematiken idag	16
8. Diskussion	17
9. Avslutning	17
10. Referenser	18

1. Introduktion

Hjärn-datorgränssnitt (HDG) eller på engelska "brain computer interface" (BCI) som det också kan kallas på svenska är ett system som kopplar ihop hjärnan och datorn. Syftet med teknologin är att få en bättre koppling mellan maskiner och människan genom att få en direkt kommunikation mellan båda parterna. Avhandlingen kommer endast fokusera på inläsning från hjärnan eftersom det är det mest utvecklade systemet och det kommer inte gås igenom insättning av data i hjärnan.

Målet med denna avhandling är att undersöka den nuvarande teknologins genomförbarhet med att tyda tankar, är det möjligt eller inte och i så fall varför är det inte möjligt. Det första skedet i att kunna läsa tankar är att kunna skriva text med hjärnan vilket är ett av de mest aktiva forskningsområden idag inom HDG-forskningen. Ett annat stort forskningsområde inom HDG är att förstå hjärnan och dess funktioner samt hjälpa människor med olika hjärnsjukdomar.

2. Bakgrund

Det var Jaques Vidal som myntade termen "Brain computer interface (BCI)" det vill säga hjärn-datorgränssnitt (HDG) år 1973 då han arbetade på "The Brain Computer Interface Project" som gav namnet på verktyget i fråga. Det egentliga målet med projektet var att testa genomförbarheten av ett verktyg som skulle ge möjligheten till människo-datorkommunikation men samtidigt skulle man få till stånd ett unikt verktyg för att undersöka neurologiska fenomen i hjärnan.

Det långsiktiga målet med teknologin enligt Vidal är följande: "To provide a direct link between the inductive mental processes used in solving problems and the symbol-manipulating, deductive capabilities of the computer, is, in sense, the ultimate goal in man-machine communication". För att uppnå detta mål krävs stora framsteg inom neurofysiologi, signalanalys och datavetenskap, menar Vidal, och än idag krävs stora framsteg inom dessa områden. [8]

Inom neurologin krävs att man förstår hjärnan och alla dess funktioner för att veta vad man ska läsa från hjärnan. Det finns mer än 100 miljarder neuroner enbart i hjärnan [1] som vi inte har en chans att individuellt ta indata från. Man lyckades nyligen identifiera området i hjärnan som hanterar läsning av text men hur det fungerar vet man inte, så det finns ännu mycket att forska om i hjärnan. [10]

Inom signalanalys krävs ännu någon metod som kan analysera hela hjärnaktiviteten i realtid med så bra noggrannhet som möjligt. Invasiva metoder, det vill säga instrument man implanterar under skallen, kommer alltid ha en fördel i hur bra data man kan få men de har stora hälsorisker. Icke-invasiva metoder kräver bättre sätt att rensa bort oljud från omgivningen, förstärka signalerna från hjärnan och har inte möjligheten för tillfället att identifiera aktivitet djupare inne i hjärnan. [11]

Inom datavetenskap krävs det någon metod för att hantera all data som de olika verktygen läser in. Med elektroencefalografen som tas upp senare går det rätt så lätt att köra maskininlärning och djupinlärning på. Djupinlärning har visat sig vara den bästa metoden för tillfället men om man lyckas läsa in mera data i framtiden kan dessa metoder bli för långsamma [4].

Det finns några olika sätt man kan avläsa data ur hjärnan, men det mest använda sättet är att läsa de så kallade hjärnvågorna med hjälp av en elektroencefalograf (EEG). Ett problem med EEG:en är att den nästan endast läser hjärnbarkens aktivitet. Hjärnbarken är alltså stora hjärnans yttersta skikt. Enligt D. Purves [1] vet man inte vad hjärnans elektriska rytmer egentligen gör, som är hjärnvågorna som man i huvudsak kan läsa med hjälp av en EEG, men ändå har EEG:en använts flitigt i HDG sammanhang eftersom utdatan är rätt så lätt förståelig och apparaten i sig själv är billig och lätt hanterbar. Nyligen har man också börjat kombinera olika former av inläsning av data från hjärnan som till exempel fNIRS. [6]

3. Neurologi

Neurologin kallas ibland för "The last great frontier in biological science" för att man vet så lite om ämnet. Man vet det mesta om de flesta organen i kroppen men man vet inte om alla funktioner i hjärnan eftersom den är väldigt komplex med många små komponenter.

Det finns åtminstone 100 miljarder neuroner i en fullvuxen människas kropp. Alla dessa neuroner skulle man vilja läsa in i realtid för att få en hundra procentig uppfattning om vad som sker i hjärnan, vilket är i stort sett omöjligt med dagens teknologi. Man kan ändå med en del metoder få rätt så bra överblick över aktiviteten i hjärnan i realtid, och med andra metoder kan man få mer exakt data men inte i realtid.

Det är inte bara elektriska signaler mellan neuronerna utan det sker också en hel del kemiska signaler som är svårare att identifiera med dagens teknik. Så fastän man skulle lyckas läsa hjärnans alla neuroners elektriska signaler så skulle vi kanske ändå inte ha all information som finns tillgänglig i hjärnan. Varje neuron i människan kan ha mellan 1 och 10 000 kopplingar till andra neuroner men i medeltal har varje neuron cirka 100 kopplingar. [1]

Hjärnan är uppdelad i tre huvudsakliga delar stora hjärnan, lilla hjärnan och hjärnstammen. Stora hjärnan är fokuset i denna text eftersom där sker all verksamhet som människan kan påverka medan lilla hjärnan sköter om till exempel balansen och fin muskelmotorik. Hjärnstammen som kopplar hjärnan till ryggmärgen kontrollerar de automatiska funktionerna i kroppen som hjärtrytmen, andningen, blodtryck och svalget [7].

Stora hjärnan är den största delen av hjärnan och är ungefär 90% av hela hjärnan i fullvuxna människor. Den är delad i två halvor, högra och vänstra hjärnhalvan. Den högra kontrollerar vänster kropp och den vänstra kontrollerar höger kropp. Dessa halvor är också uppdelade i mindre regioner eller så kallade hjärnlobber som ansvarar för olika uppgifter. De är: occipitallob, parietallob, frontallob och temporallob. Till exempel kontrollerar frontalloben personens personlighet och tankeverksamhet

medan temporalloben kontrollerar minnet, tal och lukt. Uppgifterna är ändå inte isolerade till specifika lober eftersom det finns en hel del överlapp mellan de olika regionernas uppgifter [7].

Eftersom hjärnan består av en mjuk massa är den väldigt skör. För att skydda den finns skallen och ryggraden som det huvudsakliga skyddet för nerverna. Mellan skallen och hjärnan finns också cerebrospinalvätska som fungerar som luftkudde åt hjärnan. Förutom detta finns det en relativt tunn hinna på hjärnan som heter hjärnhinnan. Den består av tre lager vävnad, varav ett är som leder och de andra är tunnare för att skydda hjärnan ännu mer [7]. Allt detta skydd för hjärnan är troligen orsaken till att inläsningen av data är svår eftersom elektriska signalerna från neuronerna måste vara starka nog att komma igenom skydden så att elektroderna på ytan upptäcker dem. Detta kan leda till feltolkade signaler eller att signalerna är så svaga att de inte kommer upp till ytan. Detta kan också vara orsaken till att invasiva metoder lyckas få noggrannare signaler än icke-invasiva metoder, men mera om det senare.

3.1. Hur skulle man kunna läsa tankar?

Man lyckades först nyligen identifiera vilken region av hjärnan som behandlar läst text. I undersökningen kunde man med hjälp av maskininlärning tolka på efterhand vad personen hade läst med rätt så stor felmarginal. Man har som sagt i stora drag identifierat de stora regioners uppgifter i hjärnan men för mindre uppgifter är områden inte identifierade. [10]

I en studie där man var intresserad av hur tankeverksamheten rör sig i hjärnan kom man fram till att den prefrontala barken är knutpunkten när man tänker. Prefrontala barken är den främsta delen av frontalloben som man tidigare visste att hade med tankeverksamhet att göra. Det visade sig att prefrontala barken hela tiden var aktiv under experimentet och koordinerade resten av hjärnan. Medan personen tänkte var stora delar av hjärnan tidvis aktiv och tidvis inte aktiv. Aktiviteten i prefrontala barken

avtog först när personen började ge ett respons och motoriska barken aktiverades som hanterar motoriken i kroppen [12]. Så det visar sig att om man vill kunna tolka allting som sker i hjärnan måste man antagligen övervaka hela hjärnan för att få en fullständig bild av vad som sker.

4. Inläsning av hjärnan

Hjärnsignaler kan läsas in på basis av två olika fenomen, elektrofysiologisk aktivitet och hemodynamisk aktivitet.

Elektrofysiologiska aktiviteten sker på grund av att neuronernas elektrokemiska sändare växlar information med varandra. Detta leder till att neuronerna alstrar en jonisk ström som sprids inom kluster av neuroner. De enskilda neuronernas strömmar går inte att beräkna med majoriteten av dagens verktyg, men istället kan man upptäcka strömmen i större kluster av neuroner som avfyras samtidigt [11]

Hemodynamiska svar sker då en neuron aktiveras, vilket leder till att det utlöses glukos i större mängd till denna neuron än en neuron som inte aktiveras. Detta leder till att det uppstår mera oxihemoglobiner i blodet vid de aktiva neuronerna. Detta rubbar balansen mellan oxihemoglobiner och deoxihemoglobiner, som går att avläsa med hjälp av funktionell magnetresonanstomografi (fMRI) och funktionellt nära-infraröd spektroskopi (fNIRS). Hemodynamiska svar är inte direkta, det vill säga man läser inte direkt av neurologisk aktivitet utan man läser av händelser som sker på grund av neurologisk aktivitet, i detta fall blodflödet. [11]

4.1. Icke-invasiva metoder

Icke-invasiva metoder som till exempel EEG:n har lyckats med att få patienter med rörelseförhinder att styra rullstolar och enkla proteser, men i mera noggranna uppgifter finns det mycket man skulle vilja se förbättringar i [11]. Icke-invasiva metoder har mycket större problem med att identifiera yttre störningar och signalerna blir sämre av att skallen och annan vävnad är i vägen och dämpar signalerna [16].

4.1.1. EEG

EEG-apparaten eller elektroencefalografiapparaten har både fått kritik och beröm från olika håll av vetenskapen. Vissa tycker att maskinen ger en dålig och ytlig bild av vad hjärnan egentligen gör medan andra prisar den för möjligheten den ger vetenskapen forska hjärnan på ett unikt sätt. Som sagt redan tidigare så är hjärnan väldigt komplex och EEG:n har ingen chans att läsa all data det finns, men den har möjliggjort forskning i sömnfysiologi, epilepsi [11], och hjärn-datorgränssnitt.

En EEG-apparat är ett verktyg man kan använda för att läsa hjärnvågorna som bildas i hjärnan av kluster av neuroner som aktiveras i hjärnbarken som finns närmast ytan. Den kan också upptäcka aktivitet längre in i hjärnan men med mycket sämre noggrannhet. EEG:n består oftast av 19 stycken elektroder som placeras enligt ett standardiserat system som kallas 10 – 20 systemet. Man kan också bryta systemet och lägga till elektroder för att få exaktare data ifall det krävs, men det leder till att andra inte kan läsa inspelningarna och köra deras algoritmer på det utan att de måste ändra på dem. [16]

Apparaten mäter främst neuronkluster i barken som är den ytligaste delen av hjärnan. Aktivitet inne i barken gör att neuroner blir positivt laddade medan celler och cellmassa närmare ytan blir negativt laddade i relation till de aktiva neuronerna. Detta leder till ett elektriskt fält som elektroderna på huvudet kan upptäcka [1]. Aktiviteten sker konstant men varierar i styrka vilket leder till att all data man får med en EEG är i form av vågor eller grafer, med elektrisk spänning och tid som axlar för

varje elektrod. Man kan sedan kombinera elektrodernas data så att man räknar ut varifrån aktiviteten kom och hur stark den är eftersom man har elektrodernas position i relation med varandra.

Apparaten mäter alltså spänningen mellan alla elektroder och på basis av det kan man räkna ut varifrån aktiviteten kommer och hur stark den är. EEG:n är inte så noggrann som andra apparater (se figur 1), den räknar i medeltal ut positionen för aktiviteten med en noggrannheten på centimeter. [6]

Som sagt kan man få exaktare data med att höja mängden elektroder, men efter ett visst antal avtar den synliga förbättringen. Ju fler elektroder, desto mer data att läsa och då kan uträkningarna och algoritmerna bli långsammare [4].

4.1.2. fNIRS

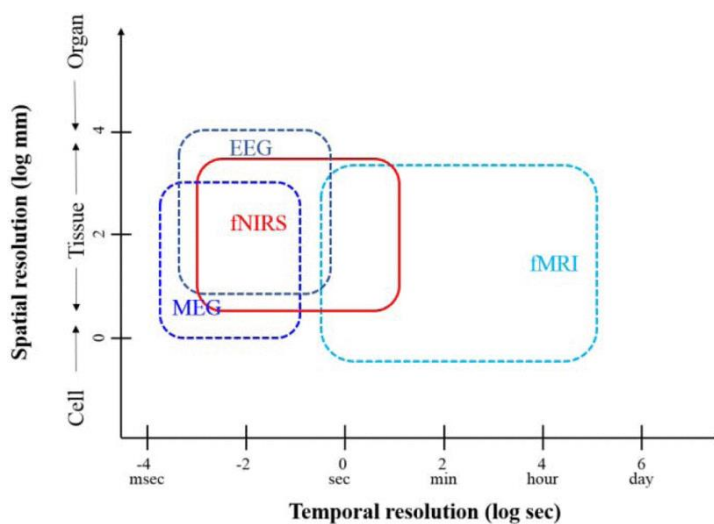
Eftersom icke invasiva EEG-apparater inte är så noggranna är det många forskare som undersöker alternativa metoder som skulle kunna kombineras med EEG:n eller ersätta den. Det finns ett par alternativ för detta men den mest lovande är den så kallade funktionella nära-infraröda spektroskopin (fNIRS). FNIRS läser in blodflödets variationer och sammanställning i hjärnan. Blodflödet varierar på grund av aktivitet i vissa områden av hjärnan. Dessa variationer i blodflödet sker på grund av hemodynamiska effekter, det vill säga, när en neuron aktiveras kräver cellen mera syre vilket leder till att blodflödet ökar till den och syrehalten ökar. När neuronerna aktiveras i större kluster kan fNIRS upptäcka förändringen.

Genom att kombinera EEG och fNIRS har man lyckats få effektivare system med mindre oljud. EEG och fNIRS passar bra ihop för att båda fungerar på liknande sätt och ger data i realtid. Man lyckades med detta system styra en robot och få data av en människa som jumpade. FNIRS utrustning är inte riktigt lika litet och behändigt som EEGns men man förväntar sig framsteg [4].

4.1.3. Andra metoder

Det finns andra metoder som skulle kunna fungera för HDG:n så som magnetencefalograf (MEG) och magnetresonanstomografi (fMRI). fMRI har den bästa upplösningen av de fyra alternativen men inläsningen av data sker mycket långsamt jämfört med alla de andra. Upplösningstiden kan variera från ett par sekunder till flera timmar vilket är visualiserat i figur 1 samt de olika metodernas upplösning och upplösningstid i relation med varandra [4].

MEG har det bästa näst bästa upplösningen och får in data i real tid. Detta gör i teorin MEG till det bästa alternativet att använda för en HDG, men i praktiken fungerar det inte. MEG använder sig av magnetism för att upptäcka minimala förändringar i hjärnans elektriska aktivitet. Tekniken kräver mycket utrustning för att fungera och därför har inte detta använts i HDG-samband. Detta kan ändra om apparaterna blir mindre, men för tillfället är MEG för klumpigt för HDG [4].



Figur 1. Icke invasiva metoders upplösning samt upplösningstid. [4]

4.2. Invasiva metoder

En invasiv metod är en metod då man implanterar instrument som kan avläsa hjärnsignaler inuti hjärnan. Det vanligaste är att man placerar elektroder på ytan av hjärnbarken (elektrokortikografi) eller så kan man placera dem inne i hjärnbarken (intracortical neural recording). De fungerar som en EEG eftersom de använder sig av elektroder på samma sätt, det är bara platsen där de befinner sig som är annan. Det finns flera hälsorisker med denna metod så den används främst för experiment i labb på patienter som lider av olika sjukdomar som till exempel parkinson eller epilepsi.

Invasiva metoder är på nästan alla sätt bättre än icke-invasiva om man tänker på informationen man får ut ur hjärnan eftersom signalerna inte behöver gå igenom skallen och andra skyddande skikt av vävnad kring hjärnan. Det stora problemet är hälsoriskerna på grund av att det krävs kirurgiska ingrepp som kan skada hjärnan och när implantatet är i hjärnan, accepteras det inte alltid av vävnaden vilket leder till ärrbildning. Förutom detta måste man på något sätt förflytta datan ut ur hjärnan, det vill säga elektroderna måste vara kopplade till datorn som tolkar informationen på något sätt. För tillfället är elektroderna oftast kopplade med kabel till ytan av skallen där man kan koppla i dem i datorn, men detta har stora hälsorisker som till exempel infektioner och vävnadsstress. Man försöker lösa detta problem genom att få trådlös kontakt till elektroderna i hjärnan, men är inte ännu färdigt utvecklat [11].

5. Dagens metoder och framsteg

I dagens läge är HDG:n en ganska oanvändbar teknologi eftersom det finns bättre alternativ för nästan alla människor i fråga om att kontrollera saker så som rullstolar, skrift och datorer. Endast för riktigt allvarligt rörelseförhindrade personer drar nytta av HDG:n i dagens läge och entusiaster som är intresserade av hjärnor och meditation.

5.1. Att skriva med hjärnan

5.1.1. DASHER

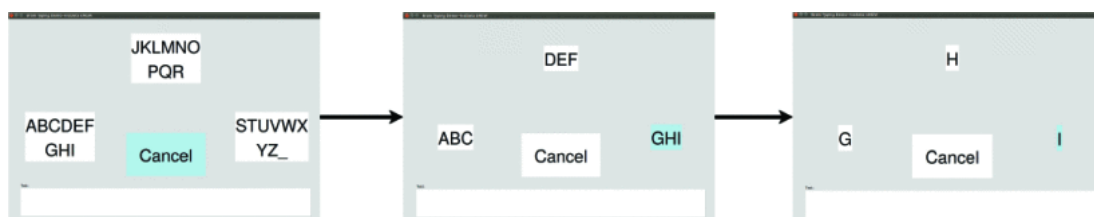
Ett lovande system för att skriva med hjälp av HDG idag är att använda DASHER. Det är ett system som tar in en två dimensionell indata från vad som helst, till exempel från datormus, ögonrörelse eller det som är i fokuset här en HDG. DASHER är i huvudsak en applikation på en dator som använder sig av monitorn för att visa upp boxar av bokstäver som är av olika storlek. Boxarna med bokstäverna rör sig med en viss hastighet åt vänster och an efter bokstäverna väljs kommer nya boxar med bokstäver som underkategorier till förra bokstaven. Storleken väljs på basis av hur sannolikt användaren kommer att välja bokstaven enligt systemet. Bokstäverna väljs enligt vart man styr pekaren och man kan kontrollera hastigheten bokstäverna kommer genom att styra pekaren åt höger [15].

Systemet har fungerat bra för människor med olika slags rörelseförhinder genom att styra pekaren med ögonen eller tungan. För människor som inte har möjligheten att styra pekaren på andra sätt har HDG stor potential. Man lyckades år 2015 slå nytt hastighetsrekord på att skriva med en HDG. Hastigheten man nådde var 6 ord per minut vilket inte är så mycket jämfört med tangentbord, men är ändå ett stort framsteg inom HDG. Inläsningen av hjärndata skedde via små inplanterade elektroder i motoriska hjärnbarken som hanterar motoriken i kroppen. Då man inbillar sig att röra på till exempel handen så aktiveras neuroner i regionen som elektroderna kan upptäcka. Beroende på hur man inbillar rörelsen och vad man inbillar sig röra på är aktiviteten annorlunda som tolkas på olika sätt enligt hur systemet är inlärt [2].

Med invasiva HDG har man alltså fått resultat i skrivning med DASHER men med icke invasiva metoder har det inte gått lika bra. Enligt en studie som gjordes 2011 var det fem personer som deltog i experiment om att skriva med EEG och DASHER. Endast en av de fem som deltog i testet lyckades skriva ett ord, de andra lyckades inte få kontroll på pekaren. Personen som fick skrivet ett ord gjorde det på nio minuter [13]. Men denna grupp är inte de ända som testar skrivning med hjälp av EEG.

5.1.2. Andra metoder att skriva

En grupp utvecklade sitt eget system för att skriva med hjälp av en EEG HDG. De delade in det engelska alfabetet och mellanslag i tre grupper som sedan delades in i tre grupper ända tills varje grupp hade bara en bokstav (se figur 2). Så systemet gick ut på att användaren har fem möjliga handlingar som hen kan välja med att tänka. Alternativen visas på en monitor och användare tänker på höger, vänster eller uppåt, så väljs den gruppen bokstäver och nya alternativ visas från gruppen. Förutom dem finns alternativen avbryt och godkänn. Det nya gruppen gjorde var att lära in HDG:n med hjälp av djupinlärning som gjorde att noggrannheten på systemet blev bättre än om man skulle gjort det utan djup inlärning. Ändå var noggrannheten bara på 95% som låter bra men det betyder att var tjugonde handling blir då fel. Eftersom varje bokstav kräver tre handlingar så blir cirka var sjätte bokstav fel.



Figur 2, Användargränssnittet för X. Zhangs program [16].

Inlärningen av systemet skedde bara med hjälp av en persons data vilket gjorde att systemet lämpade sig bäst för denna person. När andra personer testade systemet var resultaten mycket sämre. De teoretiserade att sinnesrörelsen kan ha varit olika hos olika personer och tillfällen, eller så är alla människors hjärnor bara så pass olika. Den maximala skrivhastigheten med deras system skulle vara 6,67 bokstäver per minut vilket inte är värst mycket men är mera än gruppen som använde DASHER år 2011 lyckades med [16].

5.2. Rekonstruering av tal

Istället för att skriva med hjärnan har man också försökt rekonstruera tal med hjälp av data från hjärnan. Detta skulle hjälpa människor som inte kan tala på grund av olika orsaker. Tanken bakom teknologin är att en dator ska vara kopplad och lyssna på patientens hjärna och när patienten försöker säga något ska datorn identifiera det och tala för patienten. Problemet med denna teknologi är samma som för alla andra HDG:n, svårt att få tillräckligt med data och tillräckligt noggrann sådan.

I studien användes fem frivilliga patienter som hade invasiv EEG, men denna EEG var olik på alla patienter, dvs data från en patient kunde inte användas för andra patienter. Patienterna lyssnade sedan i 30 minuter på korta berättelser och för att de inte skulle tappa fokuset stoppades berättelsen slumpmässigt och patienterna skulle upprepa senaste meningen. Data för rekonstruktionen av tal var åtta stycken meningar som upprepades sex gånger för att rensa bort oljud från inspelningarna. Förutom detta lästes också siffror upp, från noll till nio. Frekvenserna som samlades in var av låg frekvens (0 – 50 Hz) och hög-gammakonvolut (70 – 150 Hz).

I experimentet användes fyra kombinationer av inlärning och ljudkonvertering, linjär regression med akustisk spektrogram, linjär regression med talvocoder, djupt neuralt nätverk med akustisk spektrogram och djupt neuralt nätverk med talvocoder. I majoriteten av fallen var vcodern bättre än akustiska spektrogramen och i alla fall var djupa neurala nätverket bättre än linjär regression. Experimentet fann alltså att djupa neurala nätverket med talvocoder var det bästa av de fyra alternativen hos alla patienter.

Resultatet av experimentet var att med hjälp av att använda djupa neurala nätverk kan man tyda EEG data med bättre noggrannhet vilket andra studier också kommit fram till. Akbari skriver också att ju mer elektroder desto exaktare blir resultaten, men förbättringen avtar exponentiellt vilket kan bero på större komplexitet. Men med större träningsdata tror man att man kan dra nytta av de flera elektroderna [4].

6. Användningen av HDG:n för tillfället

Förutom att kontrollera saker med hjälp av HDG:n finns det större en användning och marknad för meditation och allmän visualisering av hjärnaktiviteten. Det är detta som vissa företag som till exempel Emotive fokuserar på. De är för tillfället en av världens största tillverkare av HDG:n som använder sig av EEG-teknologi. När det finns företag som tillverkar HDG:n har det möjliggjort framsteg i forskning eftersom det är lätt att skaffa apparater som fungerar, sedan är det bara att göra sin applikation eller förbättring på det som man redan har.

6.1. Kommersiell HDG

Det finns i dagens läge också företag som börjat tillverka funktionerande HDG:n som främst använder sig av EEG. Många studier använder sig av dessa HDG:n för att det är billigare än att köpa medicinska varianter som kanske är bättre men mycket dyrare. Emotive är ett av företagen som tillverkar HDG:n och de säger att de har lika bra resultat med sin 800€ apparat som en som kostar 60 000€.

Det var just ett sådant här kommersiellt HDG set som användes i studien som Zhan m.m använde sig av i sina experiment. I huvudsak används ändå dessa HDG:n för välbefinnande inom hälsan eftersom man kan mäta stressnivåer och de kan hjälpa en meditera [3].

7. Problematiken idag

De flesta tillämpningarna av HDG använder sig av hjärnsignalerna på ett binärt sätt som också Vidal försökte med. Man lär datorn känna igen två motsatser, t.ex. att man tänker på höger eller vänster. Detta betyder att alla tillämpningar med HDG:n har endast två möjliga tillstånd. Dessutom används nästan alltid visuell hjälp, oftast en monitor med två olika bilder. I dagens läge använder man sig ännu i stor grad av samma funktion men kan få upp de möjliga tillstånden till ca fyra eller fler, men ju fler desto sämre noggrannhet [16]. Detta blir ett problem om man ska försöka känna igen bokstäver eller ord som det finns en hel del av. I engelska alfabetet finns det 27 om man räknar med mellanrum och i ordboken finns det tiotusentals tals ord om inte hundratusentals.

Dagens EEG-apparater läser främst ytlig aktivitet, det vill säga neuronkluster som aktiveras på ytan av hjärnbarken. Man har svårt att få ordentliga data från hjärndjupet, och när man kanske får något är signalerna så svaga och störs av bakgrundsoljudet, från hjärnans olika basrytmer och störningar i instrumenten, och omgivningen. [11]

Man har kommit fram till att man får de bästa resultaten när man använder sig av djup inlärning på EEG-data i de flesta operationerna. Man har också insett att det blir mentalt tungt att använda olika former av HDG:n och speciellt i inlärnings skedet när man inte får någon direkt respons på ens handlingar [4]. Skulle det vara möjligt att kombinera flera olika personers träningsdata med varandra för att förbättra inläringen?

Om man skulle försöka samla in inlärningsdata så skulle inläsningen måsta ske på ett gemensamt system som till exempel en kommersiell apparat. Med en gemensam apparat måste man se till att alla elektroder är korrekt placerade för att uppnå samma datastruktur [16]. Förutom detta finns det individuell variation mellan människors hjärnor som bäst går att upptäckas hos barn. Dessutom finns det större skillnader mellan barn och vuxna och män och kvinnor [9]. Denna variation kan vara orsaken till de olika variationerna hos EEG-datan som upptäcks av Xiang Zhang m.m.

8. Diskussion

Det sker hela tiden mer och mer forskning inom HDG:n vilket sannolikt kommer att ge resultat i framtiden. Stora företag så som Facebook och Elon Musks rätt så nya företag Neuralink investerar i teknologin. Facebooks mål är att kunna göra en HDG som man ska kunna skriva med, med en hastighet på 100 ord per minut. Dessutom sak detta vara möjligt med icke invasiva metoder [5].

Neuralink som är ett av entreprenören Elon Musks företag som grundades år 2016 tar en lite annorlunda närmande av teknologin, nämligen de fokuserar främst på invasiva HDG-metoder. Kortsiktigt är målet med företaget att hjälpa människor med olika sorters hjärnskador men långsiktigt vill Neuralink att förbättra människor genom att få människor och datorer att leva i symbios med varandra [14].

9. Avslutning

Hjärn-datorgränssnitt används inte ännu i någon större utsträckning för att teknologin inte ännu mognat tillräckligt. Det finns många problem i alla tre fälten som måste fixas innan man börjar dra någon nytta av en HDG. För tillfället kan HDG:n hjälpa allvarligt rörelseförhindrade personer men oftast finns det andra system som gör operationerna bättre och pålitligare än HDG:n. Det finns några potentiella komplementär teknologier till EEG:n som kan utvecklas mer för att få pålitligare apparater men det bästa systemet för att få data är ändå invasiva metoder. Invasiva metoder har ändå problem med att de inte går att tillämpa för den allmänna befolkningen om inte det sker något revolutionerande som alla vill ha och de medicinska problemen måste också lösas.

Med dagens takt ser jag inte att någon stor förändring i HDG:n kommer att ske på en lång tid men nu med mera pengar och större aktörer i branschen kan det möjligen

börja ske större förändringar. Så utvecklingen kommer antagligen börja gå lite snabbare men än tidigare men ändå tror jag det kommer att ta länge innan företagens stora visioner uppnås.

10. Referenser

- [1] D. Purves, G. Augustine, D. Fitzpatrick, W. Hall, A-S. LaMantia och L. White, "Neuroscience fifth edition". Sunderland, Massachusetts USA, 2012.
- [2] E. Strickland, "Neural Implant Enables Paralyzed ALS Patient to Type Six Words per Minute", IEEE Spectrum, 28 september 2015, Tillgänglig: <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/bionics/neural-implant-enables-paralyzed-als-patient-to-type-six-words-per-minute> [Nått 2.4.2019]
- [3] Emotive, Emotive 2019. [Online]. Tillgänglig: <https://www.emotiv.com/the-science/> [Nått 27.3.2019]
- [4] H. Akbari, B. Khalighinejad, J. Herrero, A. Mehta och N. Mesgarani, "Towards reconstructing intelligible speech from the human auditory cortex," Scientific Reports 9, 874, januari 2019. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37359-z> [Nått 25.3.2019]
- [5] J. Constine, "Facebook is building brain-computer interfaces for typing and skin-hearing", TechCrunch F8 2017, 18 April 2017, Tillgänglig: https://techcrunch.com/2017/04/19/facebook-brain-interface/?guccounter=1&guce_referrer_us=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce_referrer_cs=4t0S6HEgydWQ0er_cR0x_Q [Nått 2.4.2019]
- [6] J. Han, S. Ji, C. Shi, S. Yu och J. Shin, "Recent progress of non-invasive optical modality to brain computer interface: A review Study," The 3rd International

Winter Conference on Brain-Computer Interface, 12 – 14 januari 2015,

Tillgänglig: [10.1109/IWW-BCI.2015.7073037](https://doi.org/10.1109/IWW-BCI.2015.7073037) [Nått 25.3.2019]

- [7] Johns Hopkins medicine, "Brain Tumor Center – How the Brain Works," 2019.
[Online]. Tillgänglig:
https://www.hopkinsmedicine.org/neurology_neurosurgery/centers_clinics/brain_tumor/about-brain-tumors/how-the-brain-works.html [Nått 26.3.2019]
- [8] J. Vidal, "Toward Direct Brain-Computer Communication," Annual Review of Biophysics and Bioengineering, Vol 2:157 – 180, juni 1973. Tillgänglig:
<https://doi.org/10.1146/annurev.bb.02.060173.001105> [Nått 20.3.2019]
- [9] L. Foulkes och S. Blakemore, "Studying individual differences in human adolescent brain development", Nature Neuroscience 21, 315 – 323 (2018).
Tillgänglig: <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0078-4> (Nått 26.3.2019)
- [10] L. Munoz. "Decoding Reading in the Brain", The journal of cognitive neuroscience, 19 juli 2016, Tillgänglig:
<https://www.cogneurosociety.org/decoding-reading-in-the-brain/> [Nått 1.4.2019]
- [11] L. Nicolas-Alonso och J. Gomez-Gil, "Brain Computer Interfaces, a Review," Sensors 2012, 12(2), 1211 – 1279, januari 2012.
Tillgänglig: <https://doi.org/10.3390/s120201211> [Nått 25.3.2019]
- [12] M. Haller, J. Case, N. Crone, E. Chang, D. King-Stephens, K. Laxer, P. Weber, J. Parvizi, R. Knight och A. Shestyuk, "Persistent neuronal activity in human prefrontal cortex links perception and action", Nature Human Behaviour 2, 80 – 91 (2018), 18 december 2017, Tillgänglig:
<https://doi.org/10.1038/s41562-017-0267-2> [Nått 3.4.2019]
- [13] P. Angel, E. Bojorges-Valdez och O. Yanez-Suarez, "SSVEP-based BCI control of the DASHER writing system," 2011 5th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering, 27 april – 1 maj 2011.
Tillgänglig: [10.1109/NER.2011.5910582](https://doi.org/10.1109/NER.2011.5910582) [Nått 25.3.2019]

- [14] S. Fourtané, "Neuralink: How Human Brain Will Download Directly from a Computer", Interesting Engineering, 2 September 2018, Tillgänglig: <https://interestingengineering.com/neuralink-how-the-human-brain-will-download-directly-from-a-computer> [Nått 2.4.2019]
- [15] S. Wills och D. MacKay, "DASHER-an efficient writing system for brain-computer interfaces?", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering (Volume: 14, Issue: 2, June 2016), 19 juni 2006, Tillgänglig: [10.1109/TNSRE.2006.875573](https://doi.org/10.1109/TNSRE.2006.875573) [Nått 2.4.2019]
- [16] X. Zhang, L. Yao, Q. Sheng, S. Kanhere, T. Gu och D. Zhang, "Converting Your Thought to Texts: Enabling Brain Typing via Deep Feature Learning of EEG Signals," 2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication (PerCom), 19-23 mars, Tillgänglig: [10.1109/PERCOM.2018.8444575](https://doi.org/10.1109/PERCOM.2018.8444575) [Nått 19.3.2019]