###### 28

###### azad

###### دانشگاه آزاد اسلامي

###### واحد تهران مرکز

**موضوع:**

**ماهيت و کاربردهاي سيگنال الکتروانسفالوگراف**

**استاد راهنما:**

**دانشجو:**

**فهرست مطالب**

**فصل اول: مقدمه**

* 1. **تعريف پروژه**
	2. **اهداف پروژه**

**فصل دوم: ماهيت و کاربردهاي سيگنال الکتروانسفالوگراف**

 **2-1 مقدمه: تاريخچه ثبت سيگنال هاي مغزي**

 **2-2 تعريف و ماهيت سيگنال الکتروانسفالوگراف**

 **2-3 تاريخچه الکتروانسفالوگرافي**

**2-4 آناتومي مغز انسان**

 **2-4-1 اعمال مناطق مختلف قشر مغز**

 **2-4-1 مدل سازي جريانهاي مغزي**

**2-5 ثبت سيگنال EEG**

 **2-5-1 نحوه الکترود گذاري و استاندارد 10-20**

 **2-5-2 نحوه ثبت سيگنال از الکترودهاي نصب شده**

**2-6 ويژگي هاي کاربردي سيگنال الکتروانسفالوگرافي**

 **2-6-1 فعاليت ريتميک مغز**

 **2-6-2 پتانسيلهاي برانگيخته**

 **2-6-3 همزماني و ناهمزماني ناشي از تحريک**

 **2-6 کاربردهاي پردازشي سيگنال EEG**

 **2-6- 1 کاربردهاي کلينيکي سيگنال EEG**

 **2-6-2 تخمين عمق بيهوشي**

 **2-6-3 سيستمهاي رابط مغز- کامپيوتر**

 **2-7 بيوفيدبک مغزي**

**2-7-1 اثرات فيدبک**

**2-7-2 آموزش بيمار**

**فصل سوم: رابط مغز – کامپيوتر**

 **3-1 طبقه بندي سيستمهاي BCI**

 **3-2 دو رويکرد مختلف به سيستمهاي BCI**

 **3-2-1 روش تشخيص الگو بر پايه فعاليت هاي ذهني**

 **3-2-2 روش بهينه سازي کاربر بر اساس تنظيم پاسخ EEG**

 **3-3 اجزاي سيستم BCI**

 **3-4 داده هاي مورد استفاده**

 **3-5 دستاوردهاي جديد BCI**

**فصل چهارم: پيش پردازش سيگنال EEG**

 **5-1 پيش پردازشهاي متداول برروي سيگنال EEG**

 **5-1-1 تبديل سيگنال آنالوگ به ديجيتال**

 **5-1-2 حذف نويز و تصحيح سطح پايه سيگنال**

**5-1-3 انتخاب سگمنتهاي زماني**

 **5-1-4 جداسازي قطعات داراي آرتيفکت**

 **5-2 ابزارهاي پردازش سيگنال EEG**

**فصل پنجم: استخراج ويژگي و طبقه بندي کننده ها**

 **6-1 مقدمه**

 **6-2 مشخصه هاي آماري سيگنال EEG**

 **6-3 شيوه هاي استخراج ويژگي**

 **6-3-1 ويژگي هاي حوزه زماني**

 **6-3-2 روشهاي فرکانسي**

 **6-3-2-1 طيف توان**

 **6-4 طبقه بندي کننده**

**فصل ششم : نرم افزار سيستم :**

 **6-1 ثبت و ذخيره سازي سيگنال**

 **6-2پردازش و طبقه بندي سيگنال**

 **6-2-1 نرم افزار نوشته شده در محيط Visual C++**

 **6-2-2 نرم افزار نوشته شده در محيط MATLAB**

**فصل هفتم: نتايج و پيشنهادات**

**فصل اول**



**مقدمه**

**مقدمه**

**سال‌هاست كه محققان در مورد شاخه‌اي از پيوند انسان و ماشين مطالعه مي‌نمايند كه هيچ ارتباطي با داستان‌هاي علمي-‌تخيلي ندارد؛ موضوعي با نام Brain-Computer interface يا رابط مغز - كامپيوتري. BCIها با خواندن سيگنال‌هاي الكتريكي يا ديگر علائم مغزي و تبديل كردن آن‌ها به اطلاعات ديجيتال، اين اطلاعات را به گونه‌اي براي كامپيوتر، قابل درك، تفسير و پردازش مي‌نمايند تا با استفاده از آن‌ها بتوان اعمالي مانند به حركت درآوردن مكان‌نما يا روشن كردن تلويزيون را انجام داد.**

 **امروزه بسياري از محققان صنعتي و دانشگاهي جهت تجاري‌ ساختن اين فناوري تلاش مي‌كنند و در همين راستا پروژه‌هاي فراواني با هدف دستيابي به نوآوري‌هاي جديد در زمينه BCI در سرتاسر جهان در جريان هستند. عمده اهداف اين پروژه‌ها دستيابي به محصولات و سرويس‌هاي متنوع و كاربردي در آينده‌اي نه‌چندان دور است.

اين فناوري‌ها براي افرادي كه به دليل آسيب‌ديدگي‌هاي نخاعي يا ناتوانايي‌هايي همچون بيماري تصلب و تحليل عضلات ‌(ALS) يا اختلالات مغزي قادر به استفاده عادي از دست‌ها و بازوهاي خود نيستند، نويدبخش خبرهاي خوشحال‌كننده‌اي خواهد بود.**

**استفاده از BCI حتي براي فعاليت‌هاي تحقيقاتي نيز فوايدي به همراه خواهد داشت. ايده‌هايي مطرح گرديده‌اند كه مي‌توانند نقطه شروعي براي رسيدن به تكنيك‌هايي همچون تأييد هويت بيومتريك و ديگر موارد امنيتي با استفاده از امواج مغزي باشند.**

**نحوه عكس‌العمل مغز كاربر به برخي از محرك‌ها مي‌تواند تعيين‌كند كه آيا براي مثال، شخص اجازه ورود به يك ساختمان يا استفاده از يك رايانه را دارد يا خير.**

**به همين خاطر، BCI به‌عنوان حركتي كه مي‌تواند موجب افزايش بازدهي در بازار شود، توجه‌ها را به خود جلب نموده است. البته تا فراگير شدن و استفاده گسترده از اين فناوري راه درازي در پيش است و اكنون نيز با مشكلاتي همچون عدم پذيرش از سوي كاربران و دقت پايين سيگنال روبه‌رو است.**

**پژوهش‌ها در زمينه BCI بسيار وسيع است و شاخه‌هايي همچون نانوفناوري، زيست‌فناوري، فناوري اطلاعات، علوم روانشناختي، علوم كامپيوتري، مهندسي بيومديكال، عصب‌شناسي و رياضيات كاربردي، را در بر مي‌گيرد.**

**دانشمندان از اوايل دهه 1970 ميلادي فعاليت‌هاي خود در زمينه BCI را آغاز نمودند. در آن زمان Jacques Vidal، پروفسور بازنشسته دانشگاه كاليفورنيا، هدايت پروژه «رابط مغز-كامپيوتر» را با پشتيباني دانشگاه در دست گرفت. در طول اين مدت، محققان با نصب حسگرهاي ساده BCI در بدن موش‌ها، ميمون‌ها و انسان آزمايش‌هايي را در اين زمينه انجام دادند.**

**در اواخر دهه 1990 ميلادي محققان انستيتو فناوري جورجيا، با همكاري دانشگاه Emory، با نصب يك الكترود در غشاي پوستي مغز يك بيمار كه به علت عارضه فلج ناحيه زير گردن قدرت تكلم خود را از دست داده بود، پتانسيل‌هاي درماني BCI را به نمايش گذاشتند. تكنيك به كار رفته در آن عمل، بيمار را قادر ساخت با برقراري ارتباط با كامپيوتر، مكان‌نما را به حركت در بياورد.**

**در سال 1999 اساتيد دانشكده پزشكي MCP Hahnemann، با همكاري پژوهشگران دانشگاه پزشكي Dukeموش‌هايي را تربيت كردند كه با استفاده از سيگنال‌هاي مغزي خود، يك شير آب برقي را به حركت در مي‌آوردند.**

**همواره اين گمان وجود داشته است كه سنجش هايي كه از فعاليت هاي مغزي و ساير معيارهاي الكتروفيزيولوژيك در غالب سيگنال هاي EEG، MEG و … به عمل مي آيد، مي تواند كانال ارتباطي غير ماهيچه اي براي ارسال پيام ها و فرمان ها به محيط خارج و ماشين ها وكامپيوترها شود.**

**بيماريهاي مختلفي مي توانند باعث صدمه سيستم عصبي عضلاني شوند كه مغز از طريق آن قادر به ايجاد ارتباط با محيط خارج و اعمال كنترل بر آن است. بيماريهايي از قبيل Amyotrophic lateral Sclerosis (ALS)، Brain Stem Stroke، آسيبهاي مغزي-نخاعي، Cerebral Palsy، Muscular Dystrophies و Multiple Sclerosis مثالهايي از انواع بيماريهايي هستند كه مسير عصبي براي كنترل عضلات در آنها آسيب مي بيند. اين بيماريها تنها در ايالات متحده آمريكا حدود 2 ميليون نفر را درگير نموده است. در شرايط حاد بيماري، فرد مبتلا ممكن است تمام حركات ارادي خود را از دست دهد. حتي ممكن است حركات چشم و تنفس نيز كه اعمالي غير ارادي هستند هم امكان پذير نباشد. به اين گونه بيماران، اصطلاحا Locked – in گفته مي شود.**

**پيشرفت تكنولوژي دنياي مدرن، مي تواند كمك شاياني به اين بيماران نمايد و وضعيت شخصي،‌ اجتماعي و اقتصادي آنها را بهبود ببخشد.**

**در غياب روشهايي براي جبران فيزيولوژيكي آسيبهاي وارده در اثر اين بيماريها، سه انتخاب براي بازآفريني عملكرد طبيعي بيماران وجود دارد:**

1. **افزايش قابليت هاي مسيرهاي عصبي-عضلاني باقيمانده.**

**ماهيچه هايي كه هنوز تحت اراده فرد هستند مي توانند جايگزين ماهيچه هاي معلول شوند. به عنوان مثال، بيماراني كه دچار آسيب شديد Brain Stem هستند، معمولا قادر به بهره برداري از حركات چشم براي پاسخ به سؤالات،‌بيان دستورات ساده و يا استفاده از يك برنامه Word Processing ساده هستند. و يا بيماراني كه به نوعي دچار اختلالات گفتاري هستند، مي توانند از حركات دستان خود براي توليد دستورات گفتاري استفاده نمايند.**

1. **بازسازي عملكرد از دست رفته توسط باي پس نمودن مناطق آسيب ديده در مسير عصبي.**

**در بيماراني كه دچار صدمات نخاعي هستند، فعاليتهاي EMG مربوط به ماهيچه هاي بالاتر از ماهيچه آسيب ديده مي تواند تحريك الكتريكي مستقيم ماهيچه هاي معلول را كنترل نمايد.**

1. **آخرين انتخاب جهت بازسازي عملكرد حركتي، فراهم آوردن مسير ارتباطي جديد و غيرماهيچه اي براي مغز است كه از طريق آن بتواند مستقيما پيامها و دستورالعملهاي كنترلي را به محيط خارح ارسال نمايد : يك رابط مغز-كامپيوتر (BCI).**

**روشهاي متعدد پايش فعاليتهاي مغزي در يك رابط مغز-كامپوترمي تواند استفاده شود. اين روشها شامل سيگنالهاي EEG، MEG، PET، fMRI و تصويربرداري نوري است. روشهايMEG، PET، fMRI و تصويربرداري نوري به دليل محدوديت هاي تكنولوژيكي و هزينه زياد كاربرد چنداني ندارند. علاوه بر اين، اين روشها كه مبتني بر جريان خون هستند، ثابت زماني بالا و در نتيجه سرعت پايين دارند. در حال حاضر، EEG كه ثابت زماني كوتاه دارد،‌بيشترين كاربرد را دارد و نيازمند تجهيزات پيچيده و گران قيمت نيز نمي باشند.**

**خصوصيتي که اين ابزار را از ساير وسايل ارتباطي مجزا مي کند، عدم نياز به حرکتي آشکار در بدن به منظور انتقال اطلاعات مي باشد. بدين ترتيب در حالتي ايده آل شخص بايد بتواند بي حرکت در جاي خود نشسته و با تمرکز بر برخي افکار و توليد امواج مغزي مناسب منظور خود را بيان کند. با توجه به عدم امکان تحرک در برخي بيماران اين موضوع بيشتر نمايان مي شود.**

**از سويي ديگر مطالعات متعددي نشان دهنده تاثير فعاليتها و تصورات ذهني مختلف بر امواج مغزي بوده اند. به عنوان مثال توان باند آلفا در هنگام عمليات لفظي در نيمکره چپ نسبت به نيمکره راست کمتر مي شود. اين در حالي است که در مورد عمل تصور دوران سه بعدي اين موضوع برعکس است. به اين پديده اصطلاحا عدم تقارن باند آلفا مي گويند. به عنوان مثالي ديگر، تصميم به حرکت مي تواند يک ريتم خاص به نام ريتم ميو را در سيگنال مغزي کاهش داده يا بلوکه نمايد. نتيجه تحقيقي که توسط دويل ( Doyle ) بر عمليات حرکتي و غير حرکتي انجام گرفت نشان مي دهد که عملياتي که منجر به تحريک قسمتهاي حرکتي مغز شوند، باعث ايجاد عدم تقارن بيشتري بين دو نيمکره مي گردند.**

**در يک تعبير کلي اين تحقيقات نشان دهنده وجود تفاوتهاي قابل اندازه گيري و بازيابي در سيگنال مغزي که مرتبط با تصورات يا عمليات ذهني متفاوت هستند، مي باشد. با در نظر گرفتن اين مهم مي توان امکان آموزش شخص به منظور کنترل پروسه هاي مغزي و ايجاد تفاوتهاي فوق الذكر در سيگنال EEG را در نظر گرفت. بدين وسيله و با بازيابي اين تفاوتها توسط يک دستگاه خارجي که ورودي آن سيگنال EEG است امکان ارتباط شخص با محيط خارج با روشي متفاوت ايجاد مي گردد.**

**به عنوان مثال چنانچه ما بتوانيم با دقت بالا تفاوت بين يک عمل ذهني و تحريک کننده نيمکره راست و عمل ديگري که تحريک کننده نيمکره چپ است را از يکديگر و هر دو را از حالت استراحت تشخيص دهيم مي توانيم يک الفباي سه حرفي داشته باشيم. بنابراين شخص مي تواند با ترجمه تفاوتهاي سيگنال EEG خود در غالب حروف، 27 کلمه مختلف بسازد. با در نظر گرفتن فرضهاي زير، شخص مي تواند دستورات متعددي صادر نمايد:**

 **-حرف A نشانگر يک فعاليت ذهني تحريک کننده نيمکره راست**

 **- حرف B نشانگر يک فعاليت ذهني تحريک کننده نيمکره چپ**

 **- حرف C نشان دهنده حالت استراحت ( فعاليت پايه)**

**باترکيب نمودن اين فعاليتها فرد مي تواند دستورات ساده اي توليد نمايد:**

**BC : برو**

 **ABC : باست**

 **BAC : به سمت راست 90 درجه برگرد و هزاران دستورالعمل ديگر.**

**چنين سيستمي مي تواند به فرد معلول کمک نمايد که با محيط اطراف خويش ارتباط برقرار نمايد. به عنوان مثال به راحتي مي تواند صندلي چرخدار خود را کنترل نمايد.**

**بنابراين تفکيک درست و نسبتا سريع عمليا ذهني مي تواند پايه اي براي توسعه و طراحي سيتمهاي BCI باشد. علي رغم همه تلاشهاي انجام شده, تا کنون اين سيستمها به صورت تجاري به بازار ارائه نشده اند. اين به دليل سرعت پايين، غير قابل اعتماد بودن, نياز به آموزش کاربر و عم سهولت کاربرد دذ سيستمهي توسعه يافته تاکنون مي باشد.**

**پيشرفت هاي اخير در زمينه ارتباط ماشين و مغز ريشه در كشفيات 20 ساله گذشته دارد. در دهه 80 ميلادي فردي به نام ژرژوپولوس در دانشگاه جان هاپكينز، فعاليت الكتريكي مربوط به نورون هاي منفرد حركتي كورتكس متعلق به يك ميمون را ثبت كرد و پي به واكنش هاي قوي و تغييرات محسوس اين فعاليت هاي الكتريكي حين حركت بازو برد. نتايج نشان داد كه نورون هاي حركتي به گونه اي آرايش مي يابند كه در نهايت يك دستور حركتي را ايجاد مي كنند.**

**آزمايش هاي انجام شده تنها مربوط به نورون هاي منفرد و آن هم ثبت فعاليت يك نورون در هر لحظه و در يك ناحيه حركتي خاص بود و اين پرسش باقي ماند كه آيا مي توان با ثبت همزمان فعاليت هاي توزيعات نوروني از نواحي مختلف كورتكس، به نوعي كدگذاري فعاليت هاي مغزي دست يافت يا خير. در دهه 90 بود كه تحقيقات BCI واقعا شروع شد.**