

The Collector: hamid ghurzaei The teacher: ostad keikha

University: azaad zabol Date: ۱۳۹۱/۱۱/۱

عنوان: سیگنالهای مغزی *EEG*

محقق: تیوا صفاجویی

عنوان درس: پروژه



eeg

الحمد لله رب العالمين
والصلاة والسلام على
سيدنا محمد وآله الطيبين
الطاهرين
الذين هم
أركان
الدين
الذي
هو
بنيان
الدين
الذي
هو
بنيان
الدين
الذي
هو
بنيان
الدين

سیگنالهای مغزی EEG

الکتروانسفالوگرافی

(نوار مغزی)، ثبت فعالیت الکتریکی مغز است، این تکنیک شامل اخذ سیگنال توسط الکترودهای سطحی، بهبود سیگنال (معمولاً تقویت و حذف نویز)، چاپ سیگنال و آنالیز آن می‌شود. آنچه روی کاغذ چاپ می‌شود، الکتروانسفالوگرام نامیده می‌شود.

کاربرد بالینی

نتایج حاصل از انسفالوگرام را نمی‌توان به صورت مستقیم و تنها با مشاهده سیگنال مورد بررسی و تفسیر قرار داد و از روی آن ناهنجاری را تشخیص داد. معمولاً طیف فرکانسی این سیگنال حاوی اطلاعات مفیدی است که کاربردهای تشخیصی و تحقیقاتی

از جمله موارد زیر دارد:

- ۱- کمک به تشخیص و تعیین محل آسیب مغزی سربرال
- ۲- کمک به مطالعه صرع (حملات گذرای برگشت پذیر عمل مغز دچار مشکل با حس نامنظم و فعالیت حرکتی نظیر تشنج)
- ۳- کمک به تشخیص اختلالات روانی
- ۴- کمک به مطالعه خواب
- ۵- اجازه مشاهده و آنالیز پاسخ‌های مغز به محرک‌های سنسوری

الکترودهای ثبت EEG

الکترودهای EEG ، جریان‌های یونی را از بافت سربرال را به صورت ولتاژ اخذ کرده و به پیش تقویت کننده‌های EEG ، منتقل می‌کند.

مشخصات الکتروود در ثبت، بسیار مهم است. معمولاً در صفحات این الکتروودها، از کلرید نقره - نقره (Ag-AgCl) استفاده می‌شود. معمولاً پنج نوع الکتروود جهت ثبت EEG به کار می‌رود:

۱- الکتروود پوست سر، کاپ‌ها، دیسک‌های پد نقره، میله‌هایی از جنس فولاد ضد زنگ و سیم‌های نقره کلریده شده،

۲- الکتروودهای sphenoidal در این الکتروودها، نقره عایق و سیم لخت که نوک آن کلریده شده به صورت متناوب قرار گرفته و به وسیله بافت ماهیچه توسط یک سوزن در جای خود قرار می‌گیرد،

۳- الکتروودهای Nasopharyngeal میله نقره‌ای با توپ نقره که از طریق سوراخ بینی وارد می‌شود،

۴- الکتروودهای Electrocorticographic : فیلترهای کتانی خیس خورده در محلول سالین که روی سطح مغز قرار داده می‌شود و

۵- الکتروودهای اینتراسربرال : دسته‌های سیم‌های پلاتین یا طلای پوشیده شده از تفلون که در فواصل مختلف از نوک دسته بریده شده است و برای تحریک الکتریکی مغز به کار می‌رود.

الکترودهای کاپ یا دیسک، قابلیت استفاده مجدد دارد، هر بار با استفاده از یک کرم هادی روی پوست سر قرار می‌گیرد. قبل از قراردادن الکترودها بایستی، چربی‌های نقطه مورد نظر در سر را با الکل یا استون پاک کرد. دامنه، فاز و فرکانس سیگنال‌های EEG به طرز قرار گرفتن الکترودها بستگی دارد. الکتروگذارای سطحی (روی سطح پوست) طبق یک الگوی استاندارد انجام می‌گیرد.

دستگاه ثبت EEG

ماشین‌های EEG بالینی، معمولاً شامل ۸، ۱۶ یا ۳۲ کانال است. به صورت معمول ۲۰ الکتروود روی سر بیمار قرار می‌گیرد که پتانسیل حیاتی مذکور را به پیش تقویت کننده می‌رساند. معمولاً با استفاده از یک سیگنال کالیبراسیون پالسی، سیستم کالیبره می‌شود. سیگنال‌های دریافت شده، تقویت و حذف نویز می‌شود. سیگنال‌ها را می‌توان به همین شکل ثبت کرد یا جهت انجام پردازش‌های بیشتر مانند محاسبه طیف فرکانسی سیگنال و طبقه‌بندی و اعمال الگوریتم‌های تشخیصی، به دیجیتال تبدیل و وارد کامپیوتر کرد. ثبت پتانسیل‌هایی که پس از تحریک‌های بینایی و شنوایی ثبت می‌شوند را پتانسیل‌های برانگیخته (evoked potential) می‌نامند. می‌توان این گونه تفسیر کرد که قسمت اعظم سیگنالی که از این طریق ثبت می‌شود در نتیجه محرک‌های بینایی یا شنوایی است. از این یافته‌ها می‌توان در مطالعه اعصاب مربوط به این دو حس استفاده کرد.

همانطور که می دانیم مغز انسان توانایی انتشار امواج الکتریکی و مغناطیسی را دارد که می توان با ثبت آنها علاوه بر کاربردهای پردازشی به تشخیص برخی بیماری ها و حتی برقراری ارتباط به صورت تلپاتی پرداخت.

یکی از روش های ثبت این سیگنالها

Electroencephalography/EEG می باشد...

در این روش ثبت، تعدادی الکتروود بر روی نقاط مختلف پوست سر و گردن فرد قرار داده می شود تا امواج ارسالی در اثر فعالیت های نوری های مغز را ثبت کند. این الکتروودها که از یکی از جنس های نقره، پلاتین و ... ساخته می شوند به دو صورت خشک و یا همراه با ژل روی پوست سر قرار میگیرند و در طی آزمایش به ثبت امواج دریافتی می پردازند.

روش ثبت EEG در ابتدا بهترین روش برای تشخیص تومور، سکته مغزی و سایر مشکلات مربوط به مغز بود که هم اکنون با پیشرفت عکس برداری های مغزی از جمله MRI و CT این مزیت را از دست داده است ولی هنوز هم در موارد زیادی کاربرد دارد.

در زمان ثبت این سیگنال ها از بیمار خواسته می شود که روی تخت دراز بکشد یا روی یک صندلی با آرامی بنشیند در طول ثبت بنابر نوع آن از بیمار خواسته می شود که چشمان خود را ببندد و یا به مانیتور مورد نظر نگاه کند.

زمان آماده شدن برای ثبت حدود ۲۰ دقیقه است و خود ثبت بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به طول می انجامد.

در طی این ثبت می توان سه دسته از پتانسیل ها را ثبت کرد، که انتخاب دسته مورد نظر بستگی به علت ثبت مثلا نوع بیماری احتمالی فرد دارد. آن سه دسته عبارتند از:

-> (VEP) (Visual Evoked Potential) پتانسیل های مربوط به بینایی: زمانی این نوع پتانسیل ثبت می شود که احتمال آسیب دیدن اعصاب بینایی وجود داشته باشد و یا فرد دچار مشکلات بینایی باشد. در این موارد فرد در طی ثبت به مانیتوری که علامتی متحرک روی آن تکان می خورد نگاه می کند و در این حین سیگنالهای مغزی ثبت می شوند. الکترودها در این آزمایش بر روی اعصاب مربوط به شبکه تا بخش عقبی کرتکس قرار می گیرند .

-> (BEAP) (Brainstem Auditory Evoked Potential) پتانسیل های مربوط به شنوایی: در این آزمایش اعصاب مربوط به شنوایی در ساقه مغز بررسی می شوند. برای این کار صداهای خاصی توسط گوشی در هر یک از گوشها به طور مجزا پخش می شود و در طی آن عکس العمل اعصاب هر یک از بخشهای مسیر انتقال به مغز ثبت می شود .

-> (SEP) (Somatosensory Evoked Potential) پتانسیل های مربوط به حواس سایر اعضا: این آزمایش با قرار دادن نوعی میدان الکتریکی بر روی اعضا به بررسی نتایج مربوط به انتقال اطلاعات به مغز می پردازد. این میدان الکتریکی اعمالی معمولاً دردناک نیست و مشکلی برای بیمار به

وجود نمی آورد. از کاربردهای این روش برای افرادی است که دچار بی حسی در برخی اعضا از جمله دستها یا پاها می باشند .

در زمان اجرای عمل های جراحی مربوط به بخش هایی که امکان آسیب دیدن اعصاب در طی آنها وجود دارد، نیز از ثبت EEG و بررسی آن در خارج از اتاق عمل برای اطمینان از عدم ایجاد مشکل استفاده می شود، که بسته به نوع و مکان جراحی یکی از سه نوع ثبت فوق مورد استفاده قرار می گیرد.

از سیگنال های ثبت شده EEG در بیمارانی که دچار حمله های تشنجی می شوند نیز استفاده می شود. در این بیماران با ثبت دائمی این سیگنال و پردازش کامپیوتری آن می توان، حمله تشنجی (مثلا صرعی) را در زمانی حدود ۵ دقیقه قبل از ایجاد با دقت خوبی پیش بینی کرد.

یکی از کاربردهای جدید این نوع ثبت در تلپاتی (Telepathy) می باشد. در سال ۲۰۰۹، وزارت دفاع آمریکا ۴ میلیون دلار برای فعالیتهای پژوهشی مربوط به تلپاتی سربازان در میدان جنگ سرمایه گذاری نموده است. در این فعالیت تلاش می شود که با استفاده از این سیگنالها و پردازش آنها فکر سربازان بدون صحبت کردن آنها منتقل شود.

مطالعه بر روی مغز به عنوان پیچیده ترین عضو بدن و خروجی های آن در فعالیتها و حالت های مختلف، از دیرباز مورد توجه بسیاری از محققان بوده است. در مغز ریز سیستم هایی وجود دارد که از برهمکنش آنها حالت های مغزی حاصل می شود. امواج مغزی الگوهای الکتریکی مغز هستند که در فعالیت های مختلف ظاهر شده یا از بین می روند. به این ترتیب سیگنال

الکتروانسفالوگرام (EEG) که حاصل فعالیت‌های الکتریکی مغز است، می‌تواند به عنوان یکی از سیگنال‌های حیاتی پراهمیت، جهت مطالعه و شناخت فعالیت‌ها و حالت‌های مختلف مغزی به شمار رود.

امواج و ریتم‌های سیگنال EEG در نقاط مختلفی از سر و در شرایط بخصوصی ظاهر می‌شوند که به وسیله الکترودهای سطح جمجمه ثبت می‌شوند.

الکتروانسفالوگراف، سیستم ثبت فعالیت الکتریکی مغز است، این سیستم شامل اخذ سیگنال توسط الکترودهای سطحی، بهبود سیگنال (معمولاً تقویت و حذف نویز، چاپ سیگنال) می‌شود. آنچه روی کاغذ چاپ می‌شود، همان الکتروانسفالوگرام (EEG) است. با بررسی این سیگنال می‌توان اطلاعات مفیدی را به دست آورد که این اطلاعات کاربردهای تشخیصی و تحقیقاتی از جمله طراحی سیستم‌های بیوفیدبک EEG جهت کاربردهای درمانی و آرام‌سازی، طراحی سیستم‌های واسط مغز و رایانه، کمک به تشخیص و تعیین محل آسیب‌های مغزی، پیش‌بینی زمان وقوع صرع، مطالعه فعالیت مغز در مراحل مختلف خواب، مطالعه فعالیت مغز در طی القای هپنوتیزم، مطالعه پاسخ‌های مختلف مغز نسبت به انواع محرک‌ها و... را دارد. ولی از آنجا که تنها مشاهده سیگنال EEG که خروجی هر سیستم الکتروانسفالوگراف نمی‌تواند اطلاعات کاملی را در جهت مطالعه موارد ذکر شده در اختیار بگذارد، لازم است که خروجی این سیستم‌های ثبت، توسط نرم‌افزار مورد پردازش‌های بیشتر قرار بگیرد. به این ترتیب می‌توان وظیفه نرم‌افزار را در سیستم‌های

ثبت EEG ، در انجام پردازش‌های بیشتر بر روی این سیگنال، مانند محاسبه طیف فرکانسی سیگنال، استخراج ویژگی‌های مناسب و طبقه‌بندی و اعمال الگوریتم تشخیصی خلاصه نمود.

در حال حاضر اکثر سیستم‌های ثبت سیگنال‌های مغزی (EEG) موجود در آزمایشگاه‌های مهندسی به همراه یک نرم افزار ارائه می‌شوند که این نرم افزار فقط امکان ثبت و نمایش یا یک سری پردازش‌های خاص بر روی سیگنال را می‌دهد و جهت دیگر پردازش‌های مهندسی و مطالعه بر روی سیگنال مغز کاربر باید ابتدا سیگنال مغز را به کمک نرم افزار ارائه شده توسط شرکت فروشنده سیستم ثبت و ذخیره کند و بعد از اتمام ثبت و ذخیره سازی، می‌تواند سیگنال ذخیره شده را به کمک نرم افزارهای پردازش کننده مانند نرم افزار MATLAB مجدداً باز کرده و به صورت *offline* پردازش و مطالعه کند. به این ترتیب به کمک نرم افزار ارائه شده توسط شرکت فروشنده سیستم نمی‌توان به صورت بلادرنگ و همزمان با ثبت، سیگنال مغز را آنالیز کرده و مورد پردازش و مطالعه قرار داد و باید صبر کرد تا ثبت تمام شود بعد پردازش را شروع کرد. در صورتی که در بعضی از کاربردهای پزشکی، توانبخشی و مهندسی مانند بیوفیدبک امواج مغزی لازم است که همزمان به ثبت سیگنال، پردازش‌های لازم نیز بر روی آن انجام شده و به صورت همزمان نتایج به دست آمده به صورت دیداری یا شنیداری ارائه شود. البته در حال حاضر نرم افزارهایی نیز وجود دارد که به صورت همزمان با ثبت سیگنال، پردازش‌های خاصی را انجام می‌دهند ولی این نرم افزارها فقط قابلیت ارتباط با دستگاه‌های ثبت سیگنال EEG خاص را داشته و برای همان سیستم‌ها طراحی شده‌اند.

به این ترتیب باید سیستم ثبت سیگنال مغزی که نرم افزار برای آن طراحی شده است نیز خریداری شود و این گونه نرم افزارها نمی‌توانند با سیستم‌های ثبت سیگنال مغزی از شرکت‌های مختلف ارتباط برقرار کنند و از آنجا که جهت کاربرد خاصی طراحی شده‌اند و دسترسی به کدهای این برنامه‌ها وجود ندارد نمی‌توان به این نرم‌افزارها کاربردهای پردازی بیشتری را اضافه کرد .

با در نظر گرفتن مسائل بیان شده در این طرح پژوهشی که در گروه مهندسی پزشکی دانشگاه شاهد توسط دکتر علی مطیع نصرآبادی و گلناز بغدادی اجرا شده، سعی بر آن شده است که نرم افزاری طراحی شود که به کمک آن مشکلات بیان شده مرتفع شود. این نرم افزار که در محیط ویژوال ++C طراحی شده است می‌تواند به صورت open source یا یک فایل exe اجرایی، ارائه شود. البته در حال حاضر این نرم افزار با پروتکل ارتباطی دستگاه ثبت ۲۴ کاناله (۲۴ SD-C) (ساخت شرکت شعله دانش کار می‌کند ولی از آنجا که این نرم افزار به صورت open source قابل ارائه است، می‌توان به راحتی با تغییر زیر تابع مربوط به ارتباط با سخت افزار و جایگزین کردن پروتکل‌های ارتباطی سیستم‌های EEG ساخت شرکت‌های مختلف به کاربران این اجازه را داد که با استفاده از همان سیستم‌های ثبت سیگنال مغزی موجود در آزمایشگاه‌ها و بدون نیاز به خریداری یک سیستم جدید، بتوانند داده‌ها را از سیستم ثبت اخذ کرده و پردازش‌های مورد نظر را به صورت real time بر روی آن انجام دهند.

به کمک این نرم افزار می‌توان از سیستم EEG موجود به صورت بلادرنگ، سیگنال‌های مغزی (EEG) را ثبت و مورد پردازش قرار داد. در حالی که قبلاً به وسیله نرم افزار خود سیستم‌ها فقط امکان پردازش offline سیگنال وجود داشت. از جمله این پردازش‌ها که نرم افزار طراحی شده قابلیت اجرای آن‌ها را دارد: ۱- استخراج ویژگی‌های مختلف از سیگنال EEG که می‌تواند به دانشجویان و محققان در اجرای بسیاری از پروژه‌های تحقیقاتی کمک کند. ۲- تحریک، ثبت و استخراج پتانسیل‌های وابسته به رخداد مانند مولفه p300 است که در طراحی سیستم‌های واسط بین مغز و رایانه کاربرد دارد.

۳- یکی از موارد پرکاربرد اعمال نروفیدبک است. نروفیدبک یا همان بیوفیدبک امواج مغزی یک روش درمانی پرکاربرد است که توسط روانشناسان و روانپزشکان جهت درمان اختلالات روانی در کودکان و بزرگسالان به کار گرفته می‌شود، در حال حاضر نرم افزارهای بیوفیدبک از طراحان خارجی خریداری شده و در کلینیک‌ها استفاده می‌شود، به کمک نرم افزار حاضر که در آن فرم‌هایی جهت اعمال بیوفیدبک‌های صوتی و تصویری تعبیه شده است کلینسین‌ها می‌توانند همانند نرم افزارهای از خارجی کاربردهای درمانی خود را به کار بگیرند و از آنجا که این نرم افزار به صورت open source است می‌توان به راحتی به آن دیگر قابلیت‌هایی که مد نظر یک کلینسین است را اضافه کرد در صورتی که در نرم افزارهای از پیش طراحی شده خارجی چنین پشتیبانی وجود ندارد.

البته این نرم افزار توانایی پردازش **offline** داده ها یعنی سیگنال‌هایی که از قبل توسط سیستم ذخیره شده‌اند را نیز دارد. با توجه به مسائل بیان شده کاربردها، نوآوری‌ها و مزیت‌های این اثر را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- این نرم افزار دارای يك محیط گرافیکی کاربر پسند است که کاربران آن که غالباً محققان، دانشجویان و کلینیسین‌ها هستند می‌توانند به راحتی با آن ارتباط برقرار کنند و انواعی از پردازش‌ها، مطالعات و تحقیقات آزمایشی، کلینیکی و درمانی خود را به راحتی به صورت **Real time** یا **offline** اجرا کنند و به علت امکان اضافه کردن پروتکل ارتباطی به سیستم‌های ثبت **EEG** مختلف به نرم افزار و ایجاد امکان برقراری ارتباط با سیستم‌های ثبت سیگنال های مغزی موجود در آزمایشگاه و کلینیک‌ها، يك کلینیسین یا يك آزمایشگر جهت اجرای يك کاربرد پردازشی خاص دیگر نیازی به خرید مجدد يك سیستم ثبت **EEG** جدید ندارد و به كمك این نرم افزار می‌تواند انواع آزمایشات خود را با همان سیستم ثبت **EEG** که در دسترس دارد طراحی و اجرا کند.

۲- این نرم افزار برخلاف اکثر نرم افزارهای خارجی مشابه تك منظوره نبوده و قادر است به صورت بلادرنگ پردازش‌های مختلفی را انجام دهد.

۳- در این نرم افزار محیط‌هایی جهت اندازه‌گیری انرژی امواج مغزی و ارائه بیوفیدبک‌های مغزی به صورت بازی و نمایش فیلم تعبیه شده است که می‌تواند در کلینیک‌های روان درمانی مورد استفاده قرار گیرد. کلینیسین‌ها در مراکز روان درمانی می‌توانند از این سیستم جهت اندازه‌گیری انرژی

امواج مغزي و ارائه بيوفيدبكهاي صوتي و تصويري استفاده کنند. امروزه به طور گسترده از اين روش جهت درمان اختلالات رفتاري مانند مشكل بيش فعالی کودکان، اضطراب، عدم تمرکز و ... استفاده ميشود که در حال حاضر از اين روش در بعضي از کلينیکهاي ايران نيز استفاده ميشود که سيستم ثبت EEG و نرم افزار بيوفيدبك مربوطه از خارج از کشور خريداري ميشود.

۴- همچنين در اين نرم افزار محيطهاي گرافيکي جهت تحريك و استخراج پتانسيلهاي وابسته به رخداد تعبيه شده است که ميتواند به محققان در طراحي سيستمهاي واسط بين مغز و رایانه کمک کند.

۵- به علت باز بودن کدهاي نرم افزار کاربر ميتواند الگوريتم هاي پردازشي جديدي که قصد استفاده از آنها را دارد خودش به نرم افزار اضافه کند يا از خدمات پشتيباني نرم افزار جهت اضافه کردن الگوريتمهاي ديگر استفاده کند.

۶- به علت عدم پيچيدگي اين نرم افزار برروي هر سيستم کامپيوتري که ويندوز ۹۸ يا بالاتر برروي آن نصب باشد، قابل استفاده و اجراست.

کنترل اشیاء و فضای پیرامون به وسیله تفسیر سیگنال‌های EEG مغز

ارتباط با ماشین و رایانه در گذشته تنها به صورت مستقیم و با آگاهی کامل از پروتکل‌ها صورت می‌گرفت: چه برای کار ساده‌ای مانند روشن کردن یک لامپ، و چه به پیچیدگی برنامه‌نویسی رباتیک. همیشه مجبور بودیم که به ماشین فرمان یا فرمان‌هایی مشخص بدهیم تا کار خاصی را که می‌خواهیم برای ما انجام دهد. از طرف دیگر، ارتباط بین انسان‌ها بسیار پیچیده‌تر و همچنین جذاب‌تر از فرامین ماشینی است، چراکه برای ارتباط، چیزی بسیار فراتر از آنچه را به تنهایی بیان می‌شود لحاظ می‌کنیم. ما حالات صورت و زبان بدن را درک می‌کنیم و می‌توانیم حالات روحی و احساسات فرد را نیز از صحبت کردن با او متوجه شویم.

هدف فعالیت‌های آتی در زمینه واسط‌های مغز - رایانه (Brain Computer Interface: BCI)، وارد کردن این گستره وسیع ارتباطات انسانی به ارتباط ماشین و رایانه است. بنابراین، رایانه‌ها نه تنها متوجه فرامین مستقیم شما خواهند شد بلکه به حالات صورت شما و همچنین حالات روحی شما نیز پاسخ خواهند داد. برای انجام این کار نیز، راه‌حلی بهتر از تفسیر سیگنال‌هایی که به طور طبیعی توسط مغز خودمان تولید می‌شوند وجود ندارد.

با وجود جذابیت این طرح، به دو دلیل به انجام رساندن آن بسیار مشکل است: نخست، به دلیل الگوریتم‌های تشخیصی؛ مغز ما از میلیاردها نرون فعال تشکیل شده است. بیشتر فعالیت مغزی انسان، خود را به صورت سیگنال‌های

الکتریکی در محیط مغز نشان می‌دهد، و برای ایجاد سطح بیشتر برای انجام وظایف مختلف، سطح مغز انسان دارای پیچ و تاب‌ها و تاخوردگی‌های بسیاری است. در نتیجه این تاخوردگی‌ها، تفسیر سیگنال‌های دریافت‌شده از مغز به کاری بسیار دشوار تبدیل می‌شود. محققان شرکت اموتیو لایف‌ساینس (Lifescience Emotiv) برای حل این مشکل، الگوریتمی طراحی کرده‌اند که به وسیله آن بتوان سیگنال‌ها را نزدیک به منبع آنها نگاشت کرد. در نتیجه می‌توان برای جمعیت بزرگی از انسان‌ها، از الگوریتم نتیجه‌های صحیح اخذ کرد.

مشکل دوم، دستگاهی است که به وسیله آن باید سیگنال‌های مغزی را ثبت کرد. دستگاه‌هایی که در گذشته برای ثبت سیگنال‌های EEG (ElectroEncephaloGraphy) استفاده می‌شد چه از نظر زمان‌بر بودن نصب روی سر و چه از نظر راحتی انسان، گزینه‌های کارامدی محسوب نمی‌شوند. دستگاه جدید طراحی‌شده در شرکت اموتیو لایف‌ساینس با فایده‌های فراوان بر مشکلات پیشین، ارتباطی آسان‌تر و دقیق‌تر با رایانه فراهم کرده است. این دستگاه به راحتی روی سر نصب می‌شود، ژل رسانا لازم ندارد و از همه مهم‌تر بی‌سیم است. در نتیجه به کاربر اجازه می‌دهد که به راحتی حرکت کند. قیمت این سیستم نیز حدود ۷۵۰ دلار است که در مقایسه با دستگاه‌های ثابت پیشین، بسیار ارزان‌تر است.

به همراه این دستگاه یک نرم‌افزار نیز ارائه می‌شود که برای کارهای تحقیقاتی یا کاربری صنعتی و خانگی استفاده می‌شود. نحوه کار این دستگاه به این صورت است که بعد از راه‌اندازی نرم‌افزار، آن بخش از دستوراتی که ماشین

نیاز به فراگیری آنها دارد ابتدا توسط کاربر به ماشین آموزش داده می‌شوند. با توجه به اینکه مغز هر فرد با فرد دیگر متفاوت است، ابتدا شخص به مدت ۸ ثانیه سعی می‌کند هیچ فعالیت مغزی نداشته باشد؛ در نتیجه، سیگنال نرمال (baseline) مغز فرد در این مرحله ثبت می‌شود. در مرحله بعد، به فرد گفته می‌شود که به انجام کار خاصی مانند کشیدن جسمی به سمت خود (که در صفحه نرم‌افزار نشان داده شده است) فکر کند. دوباره دستگاه، سیگنال مغزی کاربر را در حین تفکر در مورد این کار به مدت ۸ ثانیه ثبت می‌کند.

بعد از مرحله آموزش، نوبت آزمایش فعالیت می‌رسد. فرد در این مرحله، سعی می‌کند تا با فکر کردن در مورد این وظیفه خاص (کشیدن جسم)، آن را به سمت خود بکشد. با چند بار آزمون و خطا و تمرین، فرد سرانجام قادر خواهد بود که این کار را انجام دهد. این مورد تنها مثالی از نحوه کار این وسیله است. با گسترش این سیستم، از آن می‌توان برای کاربردهای خانگی مانند حرکت دادن صندلی چرخ‌دار معلولین به وسیله حالات صورت، روشن و خاموش کردن لامپ‌ها، کنترل ابزار الکترونیکی موجود در خانه و ... استفاده کرد.

در بازی‌های رایانه‌ای می‌توان با توجه به حالت روحی فرد، تنظیم رنگ صفحه نمایشگر و محیط بازی را تغییر داد؛ می‌توان ماوس را تنها به وسیله فکر کردن تغییر مکان داد و ... در زمینه صنایع فضایی نیز که در آن فضانوردان تحت تأثیر شرایط محیطی سخت هستند، ایده استفاده از امواج مغزی به‌تازگی مطرح شده است. برای مثال، فضانوردان خواهند توانست

دستورات را تنها به صورت ذهنی و بدون تأخیر خروجی‌های مخفی - که جزء شرایط کنترل دستی در حالت جاذبه ناچیز است - منتقل کنند.

واسط مغز و رایانه - BCI - چگونه کار می‌کند؟

همزمان با پیشرفت رایانه‌های مدرن، دانش ما در مورد مغز انسان نیز بیشتر می‌شود و به ساخت برخی از صحنه‌های دیدنی داستان‌های علمی - تخیلی نزدیک‌تر می‌شویم. تصور کنید که سیگنال‌ها مستقیماً به مغز دیگری ارسال شود تا به او توانایی احساس، شنیدن یا دیدن دریافت‌های حسی خاصی را بدهد.

به نیروی بالقوه‌ای بیندیشید که می‌تواند دستگاه‌ها یا رایانه‌ها را بدون نیاز به هیچ چیز و فقط با فکر کنترل کند. این فقط برای راحتی افراد ناتوان نیست بلکه ایجاد واسط بین مغز و رایانه (brain-computer interface) که به اختصار BCI گفته می‌شود، می‌تواند مهم‌ترین پیشرفت غیرمنتظره تکنولوژی در دهه‌های اخیر باشد.

مغز الکتریکی ما

نحوه کار BCI به چگونگی عملکرد مغز ما برمی‌گردد. مغز ما پر از نرون است؛ سلول‌های عصبی به‌سیله دندریت‌ها و آکسون‌ها با یکدیگر ارتباط دارند. هرگاه که ما فکر، حرکت یا حس می‌کنیم یا چیزی را به خاطر می‌آوریم، نرون‌های ما در حال کار هستند. این کار توسط سیگنال‌های الکتریکی کوچکی

انجام می‌شود که با سرعتی برابر ۲۵۰ مایل بر ساعت - حدود ۱۵۶ km/h - از نرونی به نرون دیگر حرکت می‌کنند [منبع: Walker]. این سیگنال‌ها با انرژی الکتریکی متفاوت توسط یون‌ها روی غشای هر نرون تولید می‌شوند.

اگرچه مسیر این سیگنال‌ها با میلین (myelin) عایق‌بندی شده است، اما بعضی از سیگنال‌های الکتریکی می‌گریزند. دانشمندان می‌توانند این سیگنال‌ها را پیدا کنند، آنها را تفسیر کرده و برای کنترل بعضی از دستگاه‌ها استفاده کنند. برای مثال، محققان می‌توانند تشخیص دهند که چه سیگنال‌هایی هنگام دیدن رنگ قرمز به وسیله عصب بینایی برای مغز ارسال می‌شود. آنها می‌توانند دوربینی را بسازند که هنگام مشاهده رنگ قرمز سیگنال مشابهی به مغز ارسال کند تا فرد رنگ قرمز را بدون استفاده از چشم‌ها ببیند.

ورودی و خروجی BCI

امروزه یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش‌روی دانشمندان در مورد واسطه بین مغز و رایانه، مکانیزم اصلی این واسطه است. آسان‌ترین و کم‌تهاجم‌ترین روش، استفاده از یک دسته الکتروود - دستگاه ثبت امواج الکتریکی مغز به وسیله برق (EEG) (electroencephalograph) - روی پوست سر است. این الکتروودها می‌توانند سیگنال‌های مغز را بخوانند. البته مجموعه مانع رسیدن بسیاری از سیگنال‌های الکتریکی به الکتروودها می‌شود، که این باعث کج فهمی سیگنال‌های دریافتی است.

برای دریافت سیگنالی با وضوح بالاتر، دانشمندان می‌توانند الکترودهایی را مستقیماً در سلول‌های خاکستری مغز یا روی سطح مغز، زیر مجسمه قرار دهند. این کار اجازه می‌دهد تا سیگنال‌های بیشتری را مستقیماً دریافت کنیم و همچنین اجازه می‌دهد تا الکترودها را در محل خاصی از مغز که سیگنال‌های مناسب را تولید می‌کند، قرار دهیم. این شیوه مشکلات بسیاری دارد؛ چرا که برای این کار نیاز به یک عمل جراحی است تا الکترودها درون مغز قرار گیرند، به همین دلیل دستگاه برای مدت طولانی درون مغز می‌ماند که باعث ایجاد زخم در ماده خاکستری مغز می‌شود. در نهایت این بافت زخم مانع عبور سیگنال‌ها می‌شود.

صرف نظر از محل الکترودها، ساز و کار اصلی همان است: الکترودها تفاوت جزئی ولتاژ بین نرون‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند، سپس سیگنال تقویت و فیلتر می‌شود. در سیستم‌های BCI فعلی، این سیگنال توسط برنامه رایانه تفسیر می‌شود.

در مورد یک ورودی حسی BCI، عملکرد معکوس است. رایانه تصویری را که به وسیله دوربین ویدئویی دیده شده است به سیگنال‌هایی با ولتاژ مناسب تبدیل می‌کند. سیگنال‌ها به ایمپلنتی که به محلی مناسب در مغز قرار دارد ارسال می‌شوند و اگر همه چیز درست کار کند، نرون‌ها شروع به ارسال سیگنال می‌کنند تا تصویری نظیر آنچه دوربین دیده است دریافت شود.

راه دیگر برای اندازه‌گیری فعالیت مغز استفاده از MRI است. دستگاه MRI بزرگ و پیچیده است. این دستگاه تصویر بسیار دقیقی از فعالیت‌های مغز ارائه می‌کند؛ اما نمی‌توان آن را به عنوان بخش دائمی BCI استفاده کرد.

محققان آن را برای گرفتن معیارهایی درباره عملکرد خاصی از مغز یا پیدا کردن محل مناسب برای نصب الکترودها به کار می‌گیرند.

برای مثال، اگر محققان بخواهند در مغز شخصی این الکترودها را قرار دهند تا او بتواند دست مصنوعی خود را با فکر کردن کنترل کند، از MRI استفاده می‌کنند. آنها شخص مورد نظر را در MRI قرار می‌دهند و از او می‌خواهند تا درباره حرکت دادن یک دست واقعی فکر کند. MRI نشان خواهد داد که کدام بخش مغز هنگام حرکت دست فعال است و محل مناسب برای نصب الکترودها کجاست.

غشای انعطاف پذیر

تا مدت‌ها این‌گونه تصور می‌شد که مغز افراد بالغ، دیگر دچار تغییر و تحول نمی‌شود. در دهه ۱۹۹۰، دانشمندان نشان دادند که مغز انسان حتی در سن پیری نیز قابل تغییر است. این مفهوم، که غشای انعطاف‌پذیر (cortical plasticity) نامیده می‌شود، به این معناست که مغز می‌تواند به صورت شگفت‌آوری با شرایط محیطی جدید سازگار شود. چنانچه یک فرد بالغ دچار ضربه مغزی شود، قسمت‌های دیگر مغز می‌تواند کارهای مربوط به بخش آسیب دیده را انجام دهد. چرا این موضوع برای BCI مهم است؟ این به آن معناست که شخص می‌تواند یاد بگیرد BCI را کنترل کند، مغزش ارتباطات جدیدی ایجاد می‌کند و نرون‌های جدیدی را به کار می‌گیرد. در جایی که از

ایمپلنت استفاده می‌شود، مغز می‌تواند این جسم خارجی را بپذیرد و ارتباط تازه‌ای ایجاد کند تا ایمپلنت به عنوان قسمتی از دستگاه عصبی مغز کار کند.

معایب BCI

اکنون ما اصول پایه‌ای را که در پشت BCIها وجود دارند می‌دانیم، همچنین می‌دانیم که آنها کاملاً درست کار نمی‌کنند. دلایل متعددی برای این موضوع وجود دارد.

۱- مغز به صورت باور نکردنی پیچیده است. این که گفته شود تمام افکار و فعالیت‌های ما ناشی از سیگنال‌های الکتریکی ساده‌ای است، یک کتمان حقیقت خواهد بود. در مغز انسان حدود ۱۰۰ بیلیون - یک با بیست صفر در جلوی آن - نرون وجود دارد. هر نرون دائماً در حال ارسال و دریافت سیگنال‌هایی است که شبکه ارتباطی پیچیده‌ای را طی کرده‌اند.

۲- سیگنال‌ها ضعیف و مستعد ایجاد تداخل هستند. EEG - دستگاه ثبت امواج الکتریکی مغز - ولتاژهای کم را اندازه‌گیری می‌کند. چیزی بسادگی پلک زدن می‌تواند سیگنال‌هایی بسیار قوی تولید کند. پالایش EEGها و ایمپلنت‌ها شاید بتواند این مشکل را تا حدی در آینده حل کند، اما اکنون خواندن سیگنال‌های مغزی مانند گوش کردن یک ارتباط تلفنی بد است.

۳- تجهیزات چندان قابل حمل نیستند. البته این بهتر از کار کردن با رایانه‌های غول‌پیکر اولیه است. اما هنوز بعضی از BCI ها به تجهیزات ارتباط سیمی نیاز دارند و آنهایی که بی‌سیم هستند نیاز به یک رایانه ۱۰ پوندی - حدود ۴/۵ کیلوگرم - دارند. مانند تمام تکنولوژی‌ها، یقیناً این فناوری در آینده بی‌سیم و قابل حمل‌تر می‌شود.

نوآوری در عرصه BCI

چند شرکت در زمینه BCI پیشگام هستند. بیشتر آنها، اکنون در مرحله تحقیقات‌اند، اگرچه چند محصول تجاری ارائه شده است.

۱- سیگنال‌های عصبی یک فناوری پیشرفته برای بازگرداندن توانایی حرف زدن به افراد معلول است. ایمپلنتی که در منطقه مربوط به سخن گفتن مغز قرار دارد می‌تواند سیگنال‌ها را برای رایانه و بعد از آن برای بلندگو ترجمه کند. با آموزش، فرد یاد می‌گیرد که به هر ۳۹ واج انگلیسی بیندیشد و سخنان او توسط رایانه و بلندگو بازآفرینی شود.

۲- ناسا در حال تحقیق درباره سیستم مشابهی است، البته ناسا سیگنال‌ها را به جای دریافت مستقیم از مغز، از اعصاب دهان و گلو دریافت می‌کند. آنها در انجام جستجوی وب در گوگل با استفاده از تایپ ذهنی کلمه «ناسا» موفق بوده‌اند.

۳- Cyberkinetics واسط عصبي است که به معلولان اجازه مي‌دهد صندلي چرخدار، اعضاي مصنوعي يا مکان نمای رایانه را به صورت ذهني کنترل کنند BCI. هنوز در اول راه است. مي‌توان با اين فناوري آینده‌اي را تصور کرد که در آن افراد معلول قادر خواهند بود زندگي طبيعي داشته باشند و براي افراد عادي کنترل بسياري از دستگاه‌ها فقط با نيروي ذهن امکان‌پذير باشد.

گاهی اوقات پیچیدگی مباحثی که در علوم انسانی مطرح می‌شود آنقدر زیاد است که نمی‌توان تنها با طرح چند سوال کلی از تمام رازهای موجود پرده برداری نمود. شاید برای کسب اطلاعات موثق در یک زمینه خاص، لازم باشد چندین مقوله مرتبط و در عین حال متفاوت را مورد بحث و بررسی قرار دهیم تا بتوانیم به یک جمع بندی عمومی در مورد موضوعی خاص دست پیدا کنیم.

تحقیق و بررسی پیرامون پاره ای از مباحث آنقدر چالش برانگیز است که پاسخ به چند سوال سطحی و پیش پا افتاده کاری از پیش نخواهد برد. از جمله عنوان های دشوار و پیچیده علمی، بررسی کنش و واکنش های موجود در ذهن و نحوه عملکرد مغز می باشد. به طور روزانه پرسش های متفاوتی در این مورد به ذهن هر بشری خطور می کند. از جمله این معماهای بی پاسخ می توان به موارد زیر اشاره کرد: عملکرد حقیقی مغز به چه صورت است؟ مغز چگونه می تواند کارهای متفاوتی را از لحظه ای به لحظه ی دیگر انجام دهد؟ اجزای داخلی این ارگان چگونه با یکدیگر ارتباط داخلی برقرار می کنند؟

این عضو چگونه داده هایی با کیفیت حسی را دریافت نموده و آنها را با دانش و تجربه ی منسجم و منطقی ما از جهان خارج مرتبط می سازد؟

چگونه این قبیل داده های حسی را با قضاوت های آگاهانه و اختیاری همراه ساخته و ما را قادر به استدلال و استنتاج می نماید؟

چگونه احساسات و عواطف را با داده های حسی در می آمیزد؟

مغز چگونه سلسله مراتب کارهایی که ملزم به انجام آن هاست را سازماندهی میکند؟ به عنوان مثال چگونه می تواند توجه ما را به مسئله ای جلب کند؟ سلسله مراتب متمرکز کردن فکر و توجه بر روی مطلبی خاص، بسته به چه ترتیبی در ذهن انجام میپذیرد؟ چه نیرویی در مغز وجود دارد که به ما این امکان را می دهد تا اشکال را از زمینه ای که در آن قرار گرفته اند تشخیص دهیم؟

اگر به این سوالات با دقت بیشتری نظر بيفکنیم، قطعاً به این نتیجه می رسیم که باید با توجه بالاتری به واکنش های موجود در مغز نگاه کنیم. اگر بخواهیم به طور تفضیلی تر به بررسی عملکرد مغز بپردازیم می توانیم به طور اخص پرسش های ذیل را مطرح نماییم :

مغز چگونه میان رخدادهای ناپیوسته ارتباط ایجاد می کند، چگونه اعمال بالقوه ای را که فرد می تواند در مورد موضوع خاصی انجام دهد را در خود به تصویر می کشد؟ این تجربه ذهنی وابسته به چه منبعی است و از کجا تغذیه می شود؟ این استمرار و پیوستگی یکپارچه و شگرف از کجا نشات می گیرد؟

تصاویر مادی و غیر مادی به چه شکل و با استفاده از چه تجهیزاتی در ذهن ثبت میشوند؟ سازماندهی تصاویر ایستا و پویا در کدام بخش از مغز شکل می گیرند؟ چگونه است که حتی اگر سرمان را هم تکان دهیم و نگاهمان را به سمت دیگری معطوف کنیم، باز هم تصاویر قبلی که مشاهده نموده ایم در ذهنمان از پویایی اولیه ی خود برخوردار خواهند بود؟

فرایند رعایت ترتیب و توالی به چه نحوی در مغز رعایت می شود؟ چگونه می توانیم ترتیب رعایت کلمات و یا اعداد و ارقام را در ذهن خود به صورت ثبت شده داشته باشیم؟

مغز چگونه عملکرد "حافظه ی کوتاه مدت" و "حافظه ی بلند مدت" را کنترل می کند، چگونه می توانیم ایده ای را در ذهن خود نگه داریم و بعد یادمان باشد که در مورد آن باید فکر کنیم؟ حافظه صرفاً به چه معنایی است؟ خاطرات در کجا ثبت می شوند؟ یادآوری چیست؟

مغز چگونه می تواند تمام وقایع حتی کوچکترین اتفاق هایی که در سال های بسیار دور برایمان رخ داده اند را در خود ثبت و ضبط کند؟

چگونه است که رد پایی از تمام وقایع در ذهن ما وجود دارد؟

(به ویژه اگر یادتان بیاید که دیروز برای نهار چه غذایی میل کرده اید؟)

و نهایتاً این ارگان شگفت انگیز چگونه می تواند به کلیه اطلاعات محرمانه ای که در خود ذخیره کرده، در هر زمانی که لازم باشد بدون نیاز به هیچگونه کد

و یا رمز عبوری دسترسی آنی داشته باشد؟ اطلاعات در عین حالی که محرمانه هستند به همان اندازه هم در دسترس هستند

!تعجب آور نیست؟

زمان و اهمیت آن

با اتکا به پژوهش های جدید علمی، ثابت شده است که ذخیره سازی اطلاعات در مغز تنها با تکیه بر تعداد زیادی نرون

(سلول های عصبی مغزی) مقدور نخواهد بود. البته نقش این یاخته های عصبی در این مورد بخصوص به هیچ وجه قابل اغماض نخواهد بود اما به این صورت هم نیست که تنها با استفاده از نرون ها بتوان وقایع را با سرعت بالایی ارزیابی نمود و متعاقباً واکنش منحصر بفردی نسبت به آن از خود نشان داد. کاملاً واضح است که فعالیت نرونی یکی از شروط لازم برای فعال نگه داشتن عملکرد ذهنی هستند اما باید توجه داشت که به عنوان شرط کافی به حساب نمی آیند و فاکتورهای دیگری در این میان وجود دارند که نقش آنها کم رنگ تر از فعالیت های یاخته های عصبی مغز نیست.

یکی از این عوامل موثر "بازه ی زمانی" است. کلیه فعالیت های مغزی با در نظر گرفتن زمان معنا پیدا می کنند. این زمان است که به کلیه ی عناصر ذهنی ما انسجام می بخشد و عکس العمل های مغز را سازماندهی می کند. بدون وجود این سازماندهی زمانی، کلیه فعالیت های فیزیکی و غیر فیزیکی از

هم پاشیده می شوند. بد نیست بدانید که انسان ها تنها برای اینکه فقط زنده بمانند - و هیچ کار دیگری هم انجام ندهند - مغزشان باید به صورت همزمان چندین کار متفاوت را با رعایت زمان، تنظیم و تعدیل نماید. برای درک دقیقتر این فرایند باید عنوان کرد که در مرحله ی اول، اطلاعات و داده ها منحصراً در هر نرونی کد گذاری می شوند و سپس کلیه ی این اطلاعات در یکجا جمع شده و برای بار دیگر یک کد کلی بر روی آنها گذاشته می شود.

به عبارت دیگر می توان گفت که یک تکه ی کوچک داده، باید ابتدا در هر یک از نزون های مرتبط تحلیل و بررسی شود و سپس به طور کلی در امتداد رشته های عصبی قرار گرفته و مجدداً مورد ارزیابی واقع شود. این روند نوعی همکاری و انسجام همزمان را در مغز طلب می کند. می بایست مکانیزمی برای کنترل بی نقصی هر یک از حلقه های زنجیر رشته ی عصبی - همان نرون ها هستند - که سیگنال های متفاوت را تجزیه و تحلیل می کنند، وجود داشته باشد. نباید این فرایند را دست کم گرفت چراکه ذهن در هر لحظه با شلیک پیاپی اطلاعات همراه است و نه تنها باید اطلاعات را سازماندهی کند بلکه باید عملکرد بخش های مختلف داخلی خودش را نیز تنظیم نماید. مغز نه تنها موظف است که اطلاعاتی را که همین چند لحظه قبل دریافت نموده را به صورت یکپارچه در خود کدبندی نماید، بلکه باید بر روی اطلاعات فعلی تمرکز کرده و در عین حال سنسورهای خود را آماده ی دریافت سیگنال های بعدی نیز بکند.

دانشمندان متعددی ادعا می کنند که به طور کلی مغز داده های مختلف را بر اساس یک بازه زمانی تحلیل و بررسی می نماید. این فرضیه با نام تئوری "الزام زمانی" جامعیت پیدا کرده است.

برخی از فعالیت های حیاتی رشته های عصبی موجود در مغز هستند که ما را ناخواسته به سوی یک چنین فرضیه ای هدایت می کنند.

تحقیق و بررسی در مورد تجربیات ذهنی با اتکا به وقایع گذشته خیلی راحت تر انجام می شود تا اینکه بخواهیم دانش خود را با در نظر گرفتن احتمالات آینده و بررسی واکنش ها و رخدادهایی که ممکن است در زمان های آتی با آن مواجه شود، بسنجیم. زمانیکه گیرنده های حسی به واسطه ی یک محرک خارجی برانگیخته می شوند، سیگنال هایی را به نرون ها می فرستند. این لحظه درست زمانی است که یک نرون به وسیله یک محرک خارجی برانگیخته شده است. اما یک چنین تحریکی هیچ گاه به خودی خود برای ایجاد یک نوع کنش بالقوه کافی نیست و تنها با اتکا به تحریک یک نرون نمی توانیم انتظار داشته باشیم که شاهد یک واکنش خارجی بالفعل باشیم.

فعال سازی موفق یک نرون در کنار چیدمان متداول وقایع، عکس العمل های معنادار را در فرد ایجاد می کند.

البته ناگفته نماند که کل پروسه ی ذکر شده در زمانی کمتر از ضریب ثانیه اتفاق می افتد. این مقوله را می توان با مثالی در مورد شمارش آرا بیشتر تفهیم نمود. برای شمارش صحیح آراء همیشه دو نفر در جایگاه ویژه ی شمارش قرار می گیرند. برای اینکه هر رای به عنوان یک امتیاز به حساب بیاید، در زمان شمارش هر دوی این افراد باید دست خود را بالا نگه دارند، در غیر اینصورت اگر تنها یکی از طرفین صحت رای را تصدیق کند و دیگری چنین نظری نداشته باشد، آن رای به عنوان یک امتیاز به حساب نخواهد آمد. ارتباط فعالیت نرونی و چیدمان زمانی نیز به همین صورت است.

به عبارت دیگر می توان گفت که نرون ها ردياب هایی هستند که سیگنال ها را دریافت کرده و سپس با کمک چیدمان زمانی، وقایع منطبق و همرویداد را کشف می کنند و واکنش خارجی را شکل می دهند. به موجب این امر مبحث "زمان" در عملکرد مغز اهمیت بسیار زیادی پیدا می کند و می توان گفت که زمان عنصر انسجام را برای مغز به همراه دارد.

حال از جنبه ی دیگری به این مسئله می پردازیم؛ به این ترتیب که برخی از سیگنال های حسی در یک نقطه انشعاب سیناپسی مدوله شده و به سیگنال های دیگری که در زمان های مختلف به مغز ارسال شده اند می پیوندند.

به این ترتیب کلیه ی سیگنال های حسی این امکان را پیدا می کنند که در آن واحد با سایر سیگنال های موجود ارتباط برقرار کنند.

از سوی دیگر سیستم عصبی مغزی نیز این امکان را پیدا می کند که میان داده های حسی، یکپارچگی برقرار کرده و علاوه بر کد گذاری موردی داده ها، آن دسته از اطلاعاتی را که در ارتباط با یکدیگر هستند را دسته بندی کرده و واکنش صحیحی از خود نشان دهد. بنابراین می توان گفت که در هر یک از این انشعاب های سیناپسی و در هر بازه ای که در آن رخدادی انتقال می یابد و میان فعالیت نرونی و چیدمان زمانی توازن ایجاد می شود، سیستم عصبی یک رای دریافت می کند! شاید قدری پیچیده باشد، اما فقط یک چیز می توان گفت: نتیجه ی آن یا دریافت است یا عدم دریافت. این امر بر لزوم تقابل و همسنجی (ازنجیره ی داده سنجی و (۲) چیدمان زمانی می افزاید و بازه زمانی را بیش از پیش پر اهمیت می کند.

انشعاب سیناپسی را می توان به عنوان دریچه ی بسیار باریکی از احتمال در نظر گرفت که سیگنال های ورودی جدید قادر هستند به صورت تناوبی از آن عبور "کنند".

اما مطلب مهمی که در این میان باید توجه خاصی به آن مبذول داریم این است که زمانبندی موجود در مغز را می توان از دو جنبه ی زمانبندی موضعی و زمانبندی کلی مورد بررسی قرار داد.

این امر سبب می شود که برقراری ارتباط میان بخش های مختلف مغز به مراتب آسان تر گردد. کوچک ترین خلل زمانی در محیط مغز، سبب عملکرد ناقص و پیدا شدن عیوب متفاوت در مغز می شود. ریشه ی بسیاری از بیماری های مغزی نیز عدم وجود زمانبندی مناسب است که فرایند ایجاد انسجام و یکپارچگی را از مغز سلب می کند.

اما متأسفانه هیچ پژوهش و بررسی تا کنون نتوانسته است سیستم اصلی کنترل یک چنین زمانبندی منسجمی را در مغز معین کند و آنرا به عینیت برساند. در هیچ یک از تکنیک های شبیه سازی آزمایشگاهی که حتی "خیال" را در محیط لابراتور بازآفرینی کرده اند، باز هم نتوانسته این انسجام زمانی و یکپارچگی را به تصویر بکشند. گمان می رود که کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه نیازمند مطالعات بیشتری است.

یکی دیگر از عملکرد های شگفت انگیز مغز توانایی آن در ایجاد استمرار و پیوستگی بین وقایع مختلف است؛ بشر هنوز هم برای درک این عملکرد خارق العاده با مشکلات عدیده ای روبروست.

تنها تعریفی که دانشمندان برای این امر ارائه داده اند این است که اظهار می دارند مغز به گونه ای از تکرار و تجدید رخداد های مختلف تصویر برداری کرده و رویداد های باز تکرار شونده و پر بسامد را در خود ضبط می کند و فعالیت های آتی خود را به مثابه آن سازماندهی می نماید. به اینگونه که اگر در آینده اتفاق مشابهی در زندگی فرد رخ دهد، مغز با استفاده از اطلاعاتی که در گذشته در مورد آن موضوع خاص در خود ذخیره کرده، به تحلیل و بررسی موردی پرداخته و واکنش منطقی از خود نشان میدهد.

تکرار برای سازماندهی تجربه های حسی به عنوان جزئی لاینفک در نظر گرفته می شود. تکرار همچنین برای آن دسته از فعالیت هایی که مغز به واسطه آن موقعیت خود را از لحظه ای به لحظه ای دیگر حفظ می کند نیز اهمیت دارد. اگر این بخش از مغز دچار آسیب شود، فرد با مشکلاتی مواجه می شود که از آن به عنوان خلل در "مدیریت موقعیت ها" یاد می شود. مطمئناً

این ساختارهای مولد مغز که وظیفه ثبت وقایع تکراری را دارند باید در ذات خود دارای ماهیتی پویا، نافذ و حاوی قابلیت تاثیر گذاری باشند. یعنی همانطور که این ساختار اطلاعات حسی و رخدادهای شناختی و منطقی را تحلیل و بررسی می نماید، باید قادر باشد که یک منبع تعدیل و تبدیل داخلی را تغذیه کند تا بعداً بتواند تجربه ی سیگنال ذخیره شده را به عینیت نزدیک کرده و از آن یک عکس العمل خارجی ایجاد کند. این امر کلیت قابل توجهی را در داخل این سیستم ایجاد می نماید که سرشار از انسجام در انجام امور است.

هماهنگی فعالیت های مغزی

تکرار وقایعی که در مغز رخ می دهد وجود فضایی را طلب می کند که در آن منبعی برای ذخیره سازی سیگنال های مرجع وجود داشته باشد. این سیگنال های مرجع به عنوان قالب اصلی تحلیل اطلاعات مختلف به شمار می روند. تصور بر این است که یک سری سیگنال های اصلی وجود دارند که مغز با استفاده از آنها سایر سیگنال های متفرقه را ارزیابی می کند. درست مانند حروف الفبا که قالب زبان را تشکیل می دهند و با استفاده از چند حرف محدود می توان بی نهایت کلمه ساخت.

در مغز به هر سیگنال اصلی یک کد داده می شود و سپس رشته های عصبی آنها را داده نگاری می کنند. این سیگنال های کد گذاری شده یک قالب اصلی را مغز ایجاد می کنند که عمده واکنش های مغزی از روی آن الگو برداری

می شود. این قالب کلی بر پایه ی بازه زمانی استوار بوده و بر طبق آن از خود واکنش نشان می دهد، دارای یک ساختار موضعی است، همایند گرای می کند، سیگنال ها را موضع یابی می کند، اطلاعات را به بخش های مورد نظر انتقال می دهد، و نهایتاً واکنش های ارادی و غیر ارادی را به مکانی که لازم است می فرستد. این قالب اصلی کد گذاری شده وظیفه ی هدایت و سنجش ارتباطات و تعاملات بخش ها و منطقه های مختلف مغز را به عهده دارد. در این مورد می توان مثال گروه ارکستر را بیان کرد. هر یک از نوازنده ها که ساز خاصی را می زنند، به نوبه خود کار منحصر بفردی را انجام می دهند و در بازده کلی کار نقش بی شائبه ای را بازی می کنند.

وظیفه ی هر یک از نوازنده ها با بقیه ی افراد گروه متفاوت است، اما نتیجه کار زمانی مورد پسند واقع خواهد شد که میان آنها یک انسجام و هماهنگی وجود داشته باشد. به همین دلیل نیاز به یک رهبر ارکستر دارند تا فعالیت های کل گروه را به طور همزمان کنترل کرده و آنها را در مسیر درست هدایت کند. از سوی دیگر هر یک از این نوازنده های سازهای مختلف موظف هستند که خودشان را با یک الگوی کلی و ریتم و توازن عمومی که رهبر ارکستر به آنها القا می کند، مطابقت دهند.

زمانی شاهد یک ساختار موزون و کارآمد هستیم که تک تک اجزاء با یکدیگر همکاری داشته باشند. همین فرایند مشابه، در مغز هم جریان دارد. می توانیم به مغز نام "رهبر ارکستر مجازی" را اطلاق کنیم. مغز تنها ارگانی است که هم عملکرد سایر اعضا را کنترل می کند و هم می بایست سازماندهی کل اجزای تشکیل دهنده ی خودش را به عهده گیرد. تنها در این حالت است که

مغز می تواند از عهده ی کنترل و هدایت بدن به خوبی برآید . حال اگر بخواهیم که جایگاه اصلی این رهبر ارکستر مجازی را در مغز جهت یابی کنیم، می توانیم رهبریت مرکزی آن را در " تالاموس"، این سامانگر مجلل، نقطه یابی کنیم .

این روزها پژوهشگران بر این باورند که تجربیات حسی مکرر و با فراوانی بالا قادرند هرگونه تجربه ی حسی جدید، قطعه های داده ای اطلاعات و کل فعالیت های منطقی و فعالیت های ویژه ی حرکتی را سازماندهی کنند.

همچنین گمان می رود که عوامل تکرار شونده ی با بسامد پایین مسئول فرماندهی و سازماندهی آن دسته از رویدادهایی هستند که تعداد دفعات تکرارشان پایین است اما به صورت دائمی در طول زمان تکرار می شوند و از استمرار بالایی برخوردار می باشند؛ مانند :کنش ور سازی عمومی بدن و فعال کردن ارگان ها، چرخه خوابیدن و بیدار شدن، و حتی عملکرد سیستم ایمنی بدن و سیستم غدد مترشحه داخلی .

همه روزه نقش فراگیر زمانبندی در فعالیت های مغزی از سوی محققان مورد توجه بیشتری قرار می گیرد

" ردولفو لیناس "سال ها پیش در رساله ای در مورد این مطلب که "چگونه می توان آگاهی و هشیاری مغز را تشریح کرد "اظهار داشته است که : تلاش برای دریافت این مطلب که مغز چگونه کار می کند، امری است که در نگاه اول خیلی بحث برانگیز به نظر برسد؛ چراکه مغز به عنوان یک مرکز

فرماندهی به شمار می رود که سازماندهی کل سیستم های عمومی بدن را به عهده دارد. شاید یکی از بخش های سازماندهی سیستم عصبی مغزی، که تصور می شود به طور خاص بر روی عملکرد داخلی مغز کار می کند، پیوند تودردر توی غشای تالاموسی) مایع خاکستری مغزی (است. از دیگر مواردی که در اینجا از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد این است که تالاماکورتیکال در چرخه ی نرونی دارای اثر متقابل می باشد.

از این گذشته ارتباط میان حلقه های ویژه و عمده ی تالاموسی حاکی از این امر است که این بخش از مغز نه تنها به عنوان یک دروازه ی عبور برای ورود و خروج اطلاعات به داخل مغز مشغول فعالیت است، بلکه تالاموس به عنوان قطب فرماندهی فعالیت های مغزی به شمار می رود که با استفاده از قشر مغزی (کورتکس) با سایر کورتکس ها ارتباط برقرار می کند."

از سوی دیگر "رودولفو لیناس" و "فیلوس ترانس ریسوک لوند بیول" در رساله ی علمی دیگری تحت عنوان "اساس هشپاری نرونی ۲۹" (نوامبر ۱۹۹۸) توضیح می دهند که:

ممکن است چه اتفاقی روی دهد اگر این برنامه زمانبندی شده ی منسجم مغزی با مشکل مواجه شود؟ ما تجربه جالبی را با مشاهده کودکان ژاپنی برای خود بدست آوردیم.

این کودکان در کلینیک تخصصی بیماری های مغزی بستری بودند. مشکل آنها بیماری هایی نظیر: صرع، تهوع و غش کردن پی تقریباً ۵ ثانیه قرار گرفتن در معرض نور تابان ریتمیک تلویزیون بود. تقریباً یک کودک از هر ۵۰۰۰

کودک به یک چنین مشکلی مبتلا می شود. البته دانشمندان هنوز به اتفاق آرا با این نظر موافق نیستند. آنها چیزهایی در مورد "غش نوری" می دانند و این امر برای مدت ها به این شکل مرسوم بوده است. در جمع بندی چیزی که در بالا گفته شد کاملاً واضح است که این موارد بچه های کوچک یک محرک خارجی ریتمیک نمی تواند به وسیله مغز تثبیت شود و در عوض تبدیل می شود به دامنه های نوسان بالا و بالاتر تا زمانیکه حمله شکل بگیرد و بیماری حالت شدید تری به خود بگیرد و کودک هشیاری خود را از دست بدهد.

با این توصیف می توان به طور کامل متوجه شد که ما تا چه حد فعالیت هایمان به حرکات ریتمیک ذهنمان وابسته است.

تا زمانیکه به سازماندهی قوی مشغول به کار است، هیچ مشکلی احساس نخواهیم کرد اما زمانیکه این مکانیزم از کار می افتد، واقعاً همه چیز خراب می شود و دیگر قادر به انجام هیچ واکنشی نخواهیم بود! البته چنین واماندهی ها و ناتوانیهای ذهنی از جمله پدیده های نادر پزشکی محسوب می شوند. اگر چنین وضعیت یکپارچه ی ذهنی و سیستم کنترل مغزی وجود نداشت، به طور کلی بقای انسان ها از میان می رفت. حتی ظریف ترین اختلال ها در زمانبندی می تواند مشکلاتی را با خود به همراه داشته باشد که در نگاه اول غیر قابل درک به نظر برسد و جبران آن ناممکن باشد.

"آنتونیو داماسیو" در کتاب خود اظهار می دارد که: "هر گونه نقص در مکانیزم زمانبندی به احتمال زیاد می تواند یکپارچگی و یا از هم پاشیدگی و فروپاشی جعلی مغزی را ایجاد می کند."

با اتکا به این امر می توانیم اطلاعاتی در مورد این مطلب که وقتی افراد بر اثر ضربه ی مغزی دچار اغتشاش و سرگیجه می شوند، بسته به چه عاملی است. لازم به ذکر است که در برخی از علائم اسکیزوفرنی و سایر بیماری ها نیز نشانه هایی از آن دیده می شود ". اخیراً" دیوید مک کورمیک "که با تیم تحقیقاتی خود سال هاست به طور اخص در مورد تعامل میان کرتکس و تالاموس تحقیق و بررسی می کنند، تصریح می دارد که :

شواهد و مدارک جدید گویای این مطلب هستند که "بی نظمی "باعث ایجاد تغییر و دگرگونی در عملکرد نرمال حلقه ی تالاموکورتیکال شده و نهایتاً منجر به ایجاد انواع مختلف اختلالات عصب شناختی می شود .

آیا رمز گشایی این آهنگ موزون و هماهنگ می تواند به ما کمک که متوجه شویم که اساس این اختلالات حرکتی، دردهای مزمن، و یا حتی اختلالات عصب شناختی نادر به چه صورت است؟

یک مدل جدید برای آسیب شناسی روانی

ملاحظات فوق الذکر می توانند به عنوان عرصه ی نوینی برای ارائه ی یک مدل کاملاً جدید آسیب شناسی روانی به شمار روند.

مدلی که با توجه به کمبودهای موجود در سیستم مغزی شکل می گیرد؛ این مدل توانایی های بیشتری نسبت به انواع مدل های داروشناسی مشابه خود دارد. در مدل های داروشناختی مغز هم به عنوان یکی دیگر از غدد درون ریز به حساب می آید .

تئوری قدیمی بر این اصل استوار است که هر گونه اخلال و یا نقصی در ارگان های داخلی بدن (به ویژه غدد مترشحه داخلی) به دلیل کمبود و یا ازدیاد مواد تعدیل کننده ی عصبی ایجاد می شود. به همین دلیل سعی می کنند داروهایی را بسازند که به نحوی این کمبود یا ازدیاد را جبران کند. در آینده ای نه چندان دور چنین مدل های تک بعدی از عملکرد مغزی که در آن چیزی پیچیده مانند سندرم تورت Tourette Syndrome بی پاسخ می ماند دیگری خبری نخواهد بود. و مدل های جدیدی که پیچیدگی پدیده شناسی وقایعی را که مغز در هر لحظه در حال تشریح و توضیح آنها ست را با هم منطبق می سازد جایگزین این مدل های تک بعدی می شود که که اعتیاد را به کسری دوپامین مصرفی و افسردگی را به کمبود مصرف سروتین نسبت داده می دهد.

در حال حاضر این مدل جدید در حال بررسی است در مورد مدل های تک بعدی پیشین همین بس که صرفاً جنبه ی تبلیغاتی داشته و تنها می توانند نظر بازار را به خود جلب کنند و بیشتر مورد استفاده ی شرکت های دارو سازی قرار می گیرند و هدفشان مجاب کردن بیماران و خانواده های آنهاست و هیچ اهمیتی به ارتباطی علمی و ایجاد سلامتی در بیماران نمی دهند. یک روانشناس بازاری ممکن است بگوید که شادابی و نشاط یک انسان از میزان دوپامینی تخمین زده می شود که در اطراف مغزش وجود دارد. اما در جایی دیگر یک پروفیسور فیزیولوژی اعصاب که رویکردی علمی نسبت به مسائل دارد، در بررسی نقش پروزاک در مغز اظهار می دارد که درمان به وسیله ی پروزا را نمی توان به عنوان یک درمان قطعی در نظر گرفت، پروزاک فقط کاری می کند که مغز در حیطه ی کاربردی تر عمل کرده و در موقعیت بهتری قرار بگیرد. به منظور درک این مطلب باید سعی کنیم که مطالب

بیشتری در مورد شیمی اعصاب موجود در مغز بدست آوریم. باید ببینیم که برنامه زمانبندی مغز به چه نحوی سازماندهی می شود و خاصیت بیو مغناطیسی آن به چه صورت است.

افول عملکرد مغز به عنوان یک سیستم کنترلی معمولاً به عدم توانایی در میزان کردن، تعدیل و سازماندهی اعمال مختلف نسبت داده می شود.

این افول هم می تواند به دلیل اختلال در دریافت داده هایی که به صورت مکرر و زنجیره وار به مغز ارسال می شوند پدید آید و هم به دلیل بروز اختلال در دریافت سیگنال های ناپیوسته و مجزایی که به صورت متناوب به مغز ارسال می و شند پدید آید. ایده ای که در زیر این فرضیه وجود دارد در حال حاضر مورد توجه کلیه کانون های علمی در سراسر جهان قرار گرفته است. البته باید اظهار داشت که پیشرفت های بالینی متعددی نیز در این زمینه بدست آمده است و تا کنون دانشمندان چندین مدل متفاوت را در مورد آسیب شناسی عصبی ارائه داده اند.

اما در این میان قشر گسترده ای از روانکاوهایی که به روان شناسی سنتی پایبند هستند در حال گرویدن به آخرین مدلی که در بالا به آن اشاره کردیمف هستند؛ در این خصوص "جیمز گراتستاین" در مقدمه ای به "الن شورز" با نام "تأثیرات سازماندهی مغزی و خاستگاههای فردی" اینطور می نویسد که: برای رسیدن به یک درمان قطعی به طور حتم باید اختلالات را در غالب اضطراب نیز بررسی کرد، مانند اختلالات استرسی، ترس، تشویش، مالیخولیا و اختلالات شخصیتی مانند عدم ثبات شخصیتی، وسواس، اسکیزوفرنی (جنون جوانی) و خیلی بیماری های دیگر. هر چه علم به جلو پیش می رود، محققان

بیشتر به این نتیجه پی می‌برند که دلیل ایجاد این بیماری‌ها از همین عدم وجود تعدیل و تنظیم مغزی نشئت می‌گیرند .

درمانی مطابق با مدل ارائه شده

در حال حاضر تشخیص داده شده است که علم پزشکی نیاز مبرم به تحقیق و بررسی در مورد سیستم تعدیل و نظم دهی مغزی - گیجگاهی دارد و همین عامل باعث شده که محققان را به این کار واداشته و به واسطه‌ی آن بتوانند داروهای بهتری را تولید و روانه بازار نمایند و همچنین در عمل‌های جراحی موفق‌تر و هدفمندتر عمل کنند. با این وجود باز هم تکنیک‌هایی هستند که به طور مستقیم مشکل عدم تنظیم مایع مغزی را نشانه می‌گیرند. در این تکنیک‌ها مغز را آموزش می‌دهند که خودش توانایی تنظیم کارهای خودش را به عهده بگیرد .

شالوده‌ی بنیادین این تکنیک بر پایه این اصل استوار است که با وجود اینکه ممکن است در بسیاری از سیستم‌ها و مکانیزم‌ها نقایص و مشکلاتی پدید آید اما باز هم سیستم قادر به انجام کارهایی است که تا حدودی بازدهی مثبت در بر دارد. ما هیچ وقت بر این عقیده نیستیم که یک سیستم یا باید از عهده انجام تمام امور موفق بیرون بیاید یا اینکه بهتر است هیچ کاری انجام ندهد. اگر بتوانیم از مغز کوچکترین واکنشی را دریافت کنیم آنرا به عنوان یک موفقیت در نظر خواهیم گرفت. می‌توانیم بر روی همان واکنش ناچیز و ناقص کار کنیم و در دراز مدت عملکرد آن را بهبود بخشیم. این درست همان فرضیه‌ای است که کل تحقیقات در مورد بازخورد عصبی بر روی آن استوار می‌باشند . ما واکنش‌های مداوم مغز را توسط نوار مغزی (EEG) نمونه برداری می‌

کنیم و بعد سعی می‌کنیم که آنرا به چالش واداریم تا عملکرد خود را به صورت مشخصی تغییر دهد و EEG بعدی متفاوت تر باشد .

در هر موردی که مغز توانست نسبت به آن موقعیتی که ما می‌خواهیم خودش را نزدیک تر کرده و واکنش درست نشان دهد، بیمار را تشویق کرده و به او پاداش می‌دهیم تا با این کار احتمال تکرار مجدد را افزایش داده باشیم.

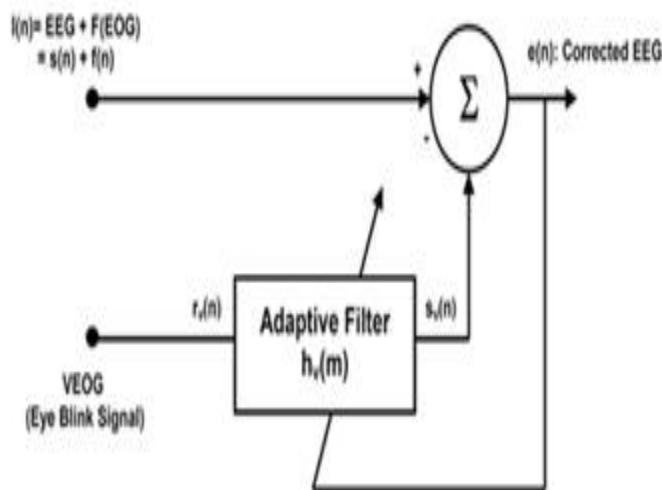
از این اصل به عنوان "قانون تاثیر پذیری" توردیکز یاد می‌شود و زیر بنای اصلی روانشناسی بالینی مدرن نیز بر روی همین اصل استوار است. به مرور زمان مغز رفتارهای جدید را یاد می‌گیرد و به مثابه آن ما شاهد آن هستیم که رفتارهای ارگانیک هم‌هنگ تری را از خود بروز می‌دهد. شواهد بالینی بسیار زیادی پیدا شده اند که گواه کارآمد بودن این رویکرد هستند. البته تحقیقات در این زمینه از وسعت زیادی برخوردار است اما موارد، مشابهت های زیادی با هم ندارند. محققان با توجه به تست های آموزشی EGG که واکنش مغزی را در مراحل مختلف فرایند بهبودی ثبت می‌کنند، اطلاعات زیادی را بدست آورده اند. چنین تاثیرات بالینی به ما هشدار می‌دهد که باید چهارچوب بحث آسیب شناسی اعصاب را تغییر داده و راه درمانی را انتخاب کنیم که هم‌هنگ و سازگار با مشکل مغزی باشد که بیمار با آن دست و پنجه نرم می‌کند .

با این وجود هنوز هم در ک ما از سیستم عملکرد مغزی و نرم افزارهای موجود در مغز کامل نیست و تنها راه رسیدن به نتیجه کمک گرفتن از نرم افزارهای موجود در داخل مغز است

این امر ما را هدایت می کند به سمت بازگشایی امکانات جدیدی که چیزی جز سلامتی درمان برخی از اختلالات درمان نشدندی و مشکل آفرین برای جامعه را در بر نخواهد داشت.

ثبت فعالیت های الکتریکی مغز (EEG) با اغتشاشات داخلی و خارجی زیادی همراه است که از جمله آن ها آرتیفکت های چشمی هستند که در اثر فعالیت الکتریکی چشم، همزمان با سیگنال های مغزی ثبت می شوند. به علت زیاد بودن دامنه آرتیفکت های چشمی نسبت سیگنال های مغزی، روش های زیادی برای کاهش اثر آن ها ارائه شده است که در این مقاله می کوشیم به بررسی دو روش فیلتر خطی بالا گذر و فیلترهای

تطبیقی با الگوریتم RLS
بپردازیم.



شکل ۱) دیاگرام بلک فیلتر تطبیقی برای حذف آرتیفکت چشمی از سیگنال مغزی

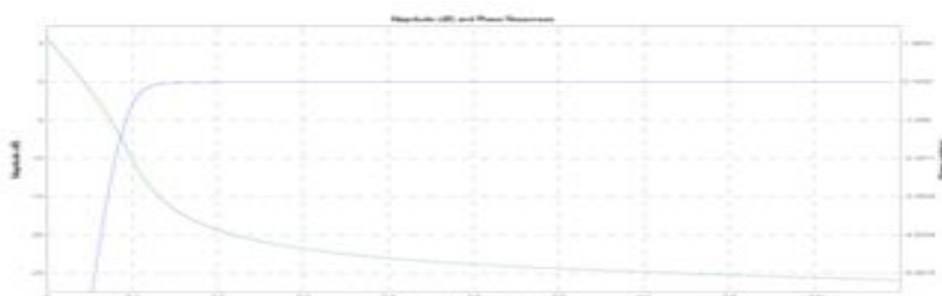
در این تحقیق برای کاهش اثر EOG در EEG به روش فیلتر خطی، از یک فیلتر بالاگذر IIR با مرتبه ۵ و فرکانس قطع ۱۰ هرتز و برای کاهش اثر آن به روش فیلتر تطبیقی از یک فیلتر مرتبه ۱۲ با فاکتور فراموشی $\lambda = 0.9991$ استفاده شده است. کاهش اثر آرتیفکت‌های چشمی با روش فیلتر تطبیقی نسبت به فیلتر خطی بالاگذر نتایج بهتری را نشان می‌دهد چرا که حذف دادگان در این روش نسبت به فیلتر خطی بالاگذر کمتر است.

ضرایب a_1	ضرایب b_1
$a_0 = 1$	$b_0 = 0.0999$
$a_1 = -3.9845$	$b_1 = -2.9997$
$a_2 = 6.4349$	$b_2 = 0.9994$
$a_3 = -0.2036$	$b_3 = 0.9994$
$a_4 = 2.1651$	$b_4 = 2.9997$
$a_5 = 0.2099$	$b_5 = -0.0999$

جدول ۱) ضرایب تابع تبدیل فیلتر استفاده شده

سیگنال‌های مغزی (EEG) ضعیف‌ترین و اغتشاش‌پذیرترین سیگنال‌های حیاتی هستند چرا که با کوچک‌ترین تغییر در حالت بدن، آرتیفکت‌های مختلفی به آن‌ها اضافه خواهد شد. در سیگنال‌های مغزی ۲ نوع آرتیفکت وجود دارد. آرتیفکت‌های بیولوژیک که شامل آرتیفکت‌های (EMG) پتانسیل‌های عضلانی (، ECG) پتانسیل‌های قلبی و (EOG) پتانسیل‌های چشمی) هستند و ... که همگی در اثر فعالیت‌های طبیعی بدن رخ می‌دهند و آرتیفکت‌های خارجی، که خارج از بدن رخ می‌دهند و با سیگنال ثبت می‌شوند. مانند فرکانس برق شهر، فرکانس یک دستگاه الکتریکی که در محل ثبت سیگنال یا حرکت الکترودها . حذف یا کاهش چشم‌گیر این آرتیفکت‌ها امری ضروری است چرا که وجود آرتیفکت‌ها در سیگنال‌های مغزی می‌تواند منجر به تحلیل نادرست توسط پزشک شود. موضوع اصلی این مقاله کاهش اثر آرتیفکت‌های چشمی است.

سیگنال‌های چشمی (EOG) در اثر اختلاف پتانسیل میان شبکیه و قرنیه چشم به وجود می‌آیند. در واقع فعالیت الکتریکی چشم را می‌توان همانند یک دو قطبی الکتریکی در نظر گرفت که قطب مثبت آن قرنیه و قطب منفی آن شبکیه چشم است. حرکات چشم (پلک زدن، حرکت عمودیا حرکت افقی) علت اصلی به وجود آمدن این اختلاف پتانسیل است. سیگنال‌های چشمی به دو حالت عمودی (VEOG) که در واقع پلک زدن و حالت افقی (HEOG) که حرکت چشم به طرفین است، به وجود می‌آیند .



شکل ۲) پاسخ فرکانسی و فاز فیلتر استفاده شده

تمام مولفه‌های سیگنال EOG به جز پلک زدن دارای فرکانس بسیار پایین در حد کمتر از ۰.۵ / هر تزهستند. به همین دلیل برخی HEOG را سیگنالی DC قلمداد می‌کنند. پس عملاً آنچه به عنوان آرتیفکت در EEG دیده می‌شود، حرکات عمودی چشم یا در واقع پلک زدن است. این آرتیفکت‌ها معمولاً در الکترودهای که نزدیک لب فرونتال هستند با وضوح بیشتری در سیگنال‌های مغزی دیده می‌شوند. پلک زدن در فرکانس پایین ولی با دامنه نسبتاً بالا اتفاق می‌افتد که به سادگی به علت دامنه زیاد نسبت به EEG قابل تشخیص است. در این مقاله می‌کوشیم به حذف هر دو مولفه سیگنال‌های چشمی بپردازیم. تا کنون روش‌های گوناگونی برای حذف آرتیفکت‌های پلک زدن از سیگنال‌های مغزی ارائه شده است که می‌توان از جمله به: رگرسیون پیشرفته (Advanced Regression Method)، تبدیل موجک (Wavelet Transition، فیلترهای تطبیقی (Adaptive Filtering) و فیلترهای خطی Linear Filter اشاره کرد. از دید مقایسه، روش فیلتر تطبیقی با توجه به نیاز روش‌های رگرسیون پیشرفته به کالیبراسیون اولیه به منظور تعیین تابع تبدیل بین هر کانال EEG و EOG و همچنین کاربردهای زمان واقعی فیلترهای تطبیقی نسبت به روش‌های رگرسیون پیشرفته مناسب‌تر ارزیابی شده است. سادگی پیاده‌سازی سخت

افزاري فيلترهاي خطي نسبت به ساير روشها نيز دليلي براي استفاده پرکاربرد در دستگاههاي پزشکی شده است.

روشها و مواد

فیلتر بالاگذر

فیلتر بالاگذر يك نوع از فیلترهاي خطي است که به مولفههاي که فرکانسشان بیشتر از فرکانس قطع (F_c) باشد اجازه عبور ميدهد. در واقع اين فیلتر موجب حذف مولفههاي DC و مولفههاي که فرکانسشان از فرکانس قطع کمتر است، مي شود. اين فیلترها به علت پیادهسازي سخت افزاري در دستگاهها مورد توجه قرار دارند. هرچه ميزان صفر و قطبهاي فیلترهاي خطي بیشتر باشد، عملکرد بهتري خواهند داشت. البته افزايش مرتبه فیلتر ممکن است منجر به ناپایداری فیلتر بشود. تعداد صفر و قطبهاي يك فیلتر را مي توان از تابع تبدیل زیر آن به دست آورد.

$$H(z) = \frac{b + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_n z^{-n}}$$

فیلتر تطبیقي: (Adaptive Filtering)

این روش بر مبنای Regression تخمین زدن) آرتیفکت در سیگنال است. بلوک دیاگرام این روش در شکل ۱ آمده است. h_v يك فیلتر FRI با طول M و فاکتور فراموشي لاندا است. این روش به سیگنال به اندازه $M-1$ تاخیر وارد ميکند سپس آن را در ضرایبي ضرب ميکند. به ازاي ضرب سیگنال، در هر لحظه خطاي بين آرتیفکت تخمین زده و آرتیفکت مرجع

محاسبه می‌شود. زمانی که این خطا به مقدار قابل قبولی رسید این الگوریتم متوقف می‌شود و آرتیفکت تخمین زده شده از سیگنال خام کم می‌شود. از بین الگوریتم‌های استفاده شده برای کاهش اثر EOG در EEG الگوریتم RLS به دلیل پایداری و همچنین سرعت مناسب همگرایی نسبت به دیگر الگوریتم‌ها مانند LMS از مقبولیت بیشتری برخوردار است.

فیلتر بالاگذر

M=12	
$h_v(n)$	
$h_v(1)$	= 0.7922
$h_v(2)$	= 0.2794
$h_v(3)$	= 0.0458
$h_v(4)$	= 0.0882
$h_v(5)$	= 0.1072
$h_v(6)$	= 0.0282
$h_v(7)$	= 0.1206
$h_v(8)$	= 0.0420
$h_v(9)$	= 0.0156
$h_v(10)$	= 0.0748
$h_v(11)$	= 0.0919
$h_v(12)$	= -0.1278

جدول ۲) ضرایب فیلتر تطبیقی RLS استفاده شده در تحقیق

همان‌گونه که در مقدمه گفته شد، تداخل‌های سیگنال‌های چشمی به وضوح در سیگنال‌های مغزی قابل رویت اند. در این تحقیق، از یک فیلتر IIR بالاگذر پایدار با فاز غیر خطی و مرتبه ی ۵ با فرکانس قطع ۱۰ هرتز، استفاده شده و به جای اعمال فیلتر به تمام سیگنال، فیلتر به بازه‌هایی از سیگنال که حاوی آرتیفکت بوده اند، اعمال شده است. بدین ترتیب حذف بخش مهمی از داده‌گان آلفا که در تمام سیگنال مغزی وجود دارند، تنها محدود به

حذف بخشی از دادگان شده است که هم پوشانی فرکانسی با تداخل‌های چشمی دارند.

در جدول ۱ می‌توان مقادیر a و b تابع تبدیل فیلتر را مشاهده کرد.

فیلتر تطبیقی-فیلتر تطبیقی RLS، فیلتری FIR است که همین امر سبب پایداری آن می‌شود. در فیلترهای RLS تعیین دو پارامتر مهم است. فاکتور فراموشی و طول فیلتر. تعیین فاکتور فراموشی وابسته به تعداد نمونه‌ها است چرا که از رابطه به دست می‌آید و N تعداد نمونه‌های سیگنال است. لاندا مقداری بین صفر تا یک دارد.

تعداد نمونه‌ها در این تحقیق ۸۰۰ است. پس فاکتور فراموشی برابر با 0.9991 خواهد بود. البته شایان ذکر است که تعیین دقیق فاکتور فراموشی خیلی ضروری نیست. طول فیلتر به صورت تجربی به دست می‌آید و از قاعده خاصی تبعیت نمی‌کند. برای تخمین سیگنال EOG در EEG از فیلترهای با مقادیر مختلف ۱، ۳، ۶، ۱۲ استفاده می‌شود. هرچه طول فیلتر بیشتر باشد، عملکرد فیلتر بهتر و تخمین دقیق‌تر خواهد بود چرا که میزان SNR سیگنال تخمین زده EOG به سیگنال EEG به SNR واقعی نزدیک‌تر خواهد بود. البته با افزایش طول فیلتر، ریزپردازنده به زمان بیشتری برای تخمین آرتیفکت نیاز دارد که این امر با توجه به استفاده زمان واقعی این روش برای تخمین آرتیفکت، امری منفی به شمار می‌رود. در این تحقیق از یک فیلتر با طول ۱۲ استفاده شده است. وزن‌های فیلتر استفاده شده در این تحقیق در جدول ۲ آمده است.

منابع

- ١- Schlgl, A., Pfurtscheller, G., " EOG AND ECG MINIMIZATION BASED ON REGRESSION ANALYSIS" Technical Report SIESTA
- ٢-Getha, G., gethalakshi, S.N.,٢٠١١," Scrutinizing different techniques for artifact removal from EEG signals",International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)(Vol.٣)
- ٣-Hendrik, J.,٢٠٠٧," EEG Signal Processing", T-٦١.١٨١ Biomedical Signal Processing
- ٤-He, P., Wilson, G., Russell, C.,٢٠٠٤," Removal of ocular artifacts from electro-encephalogram by adaptive filtering", Medical & Biological Engineering & Computing(Vol. ٤٢)

۵-حافظي مطلق، ناصر، خليل زاده، محمد علي، مقيمي، علي، ۱۳۸۷،
"حذف آرتيفكت‌هاي پلك زدن از سيگنال: EEG مقايسه دو روش PCA و
فيلتر تطبيقي"، هفدهمين كنفرانس مهندسي پزشكي

۶-Young, S.S., ۲۰۰۱, "Computerized data acquisition and
analysis for the life sciences",