



BRAIN – COMPUTER INTERFACE

HADI QASEMAIN JUNE 2023

BRAIN-COMPUTER INTERFACE

PREFACE

در چند دهه اخیر، تحقیقات رابط مغز و کامپیوتر (BCI) عمدتاً بر روی کاربردهای بالینی متمرکز شده است، به ویژه برای قادر ساختن افراد دارای ناتوانی شدید به تعامل با محیط. با این حال، مطالعات اخیر بیشتر بر استفاده از دستگاههای الکتروانسفالوگرافی غیرتهاجمی (EEG) تکیه میکنند که نشان میدهد BCI ممکن است برای استفاده در خارج از آزمایشگاه آماده باشد. به طور خاص، 4.0 Industry یک بخش به سرعت در حال توسعه است که هدف آن بازسازی روشهای سنتی با استقرار ابزارهای دیجیتال و سیستمهای فیزیکی سایبری است



BRAIN-COMPUTER INTERFACE

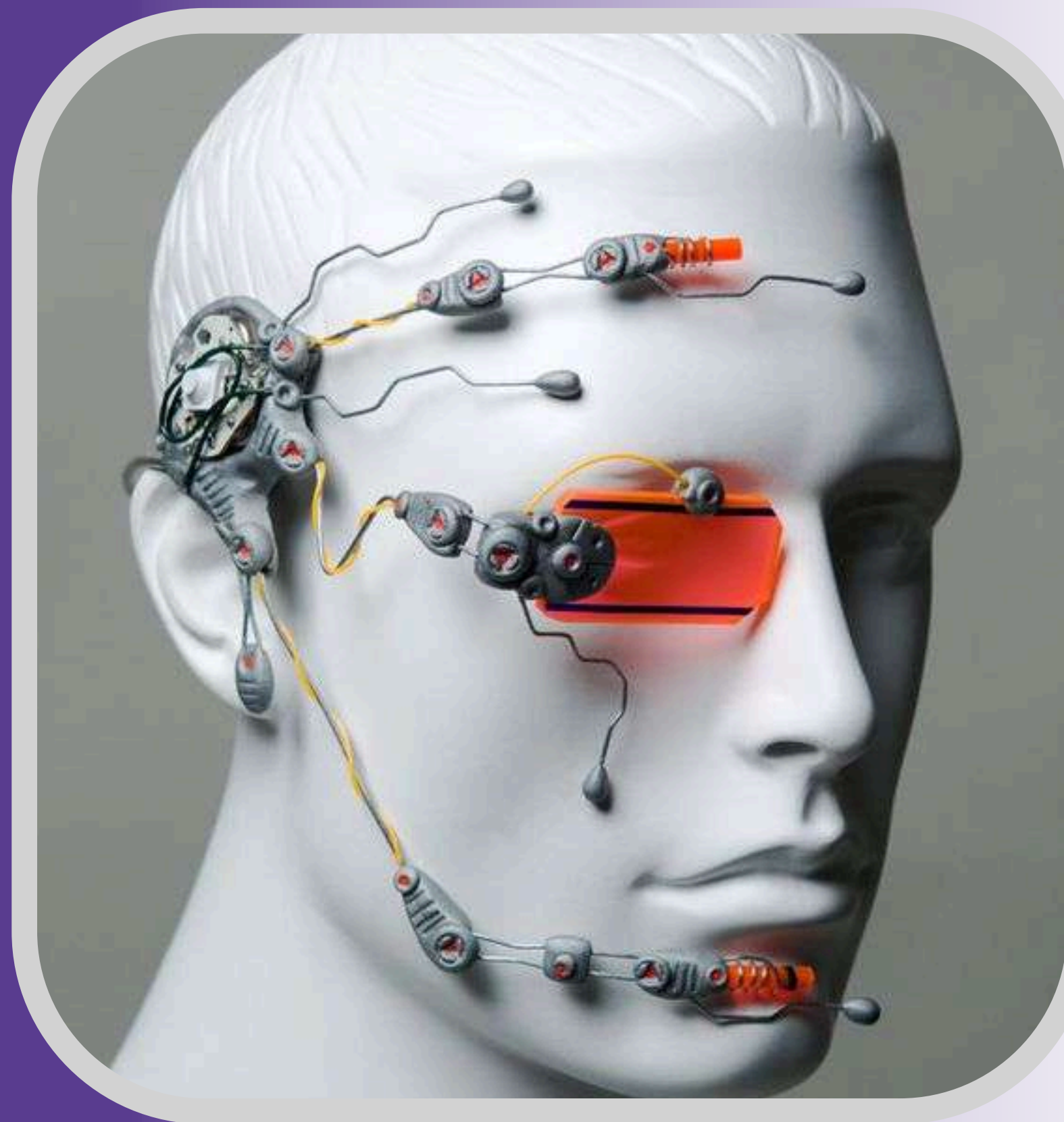
PREFACE

توجه فزاینده ای را در BCI راه حل های مبتنی بر این زمینه برای حمایت از عملکرد صنعتی با بهینه سازی بار شناختی اپراتورهای صنعتی، تسهیل تعاملات انسان و ربات و ایمن تر کردن عملیات در شرایط بحرانی به خود جلب می کنند. اگرچه این پیشرفتها امیدوار کننده به نظر میرسند اما جنبه های متعددی باید قبل از توسعه هر راه حل عملیاتی در نظر گرفته شود. در واقع، توسعه برنامه های کاربردی جدید خارج از شرایط آزمایشگاهی بهینه، چالشهای زیادی را ایجاد میکند. در مطالعه حاضر، ما به بررسی متون دقیق برای بررسی چالشهای اصلی و معیارهای موجود مربوط به استقرار برنامه های در آینده industry برای BCI 4.0 کاربردی پرداختیم.



1 BRAIN-COMPUTER INTERFACE INTRODUCTION

پیشرفتهای اخیر در علوم اعصاب و مهندسی منجر به توسعه برنامه های کاربردی جدیدی شد که ذهن ها را با ماشینها در ارتباط میکنند که به فناوری رابط مغز و کامپیوتر (BCI) معروف است. در سالهای اخیر فناوری شاهد پیشرفتهای قابل توجهی بوده است که نحوه تعامل ما با رایانه ها و ماشینها را تغییر داده است. یکی از زمینه های پیشگامانه ، سیستم های رابط مغز و کامپیوتر (BCI) است که با تبدیل مستقیم فعالیت مغز به دستورات شکاف بین انسان و رایانه را پر می کند سیستمهای BCI این پتانسیل را دارند که صنایع مختلف از مراقبتهای بهداشتی و بازی گرفته تا فناوریهای کمکی و ارتباطات را متحول کنند.



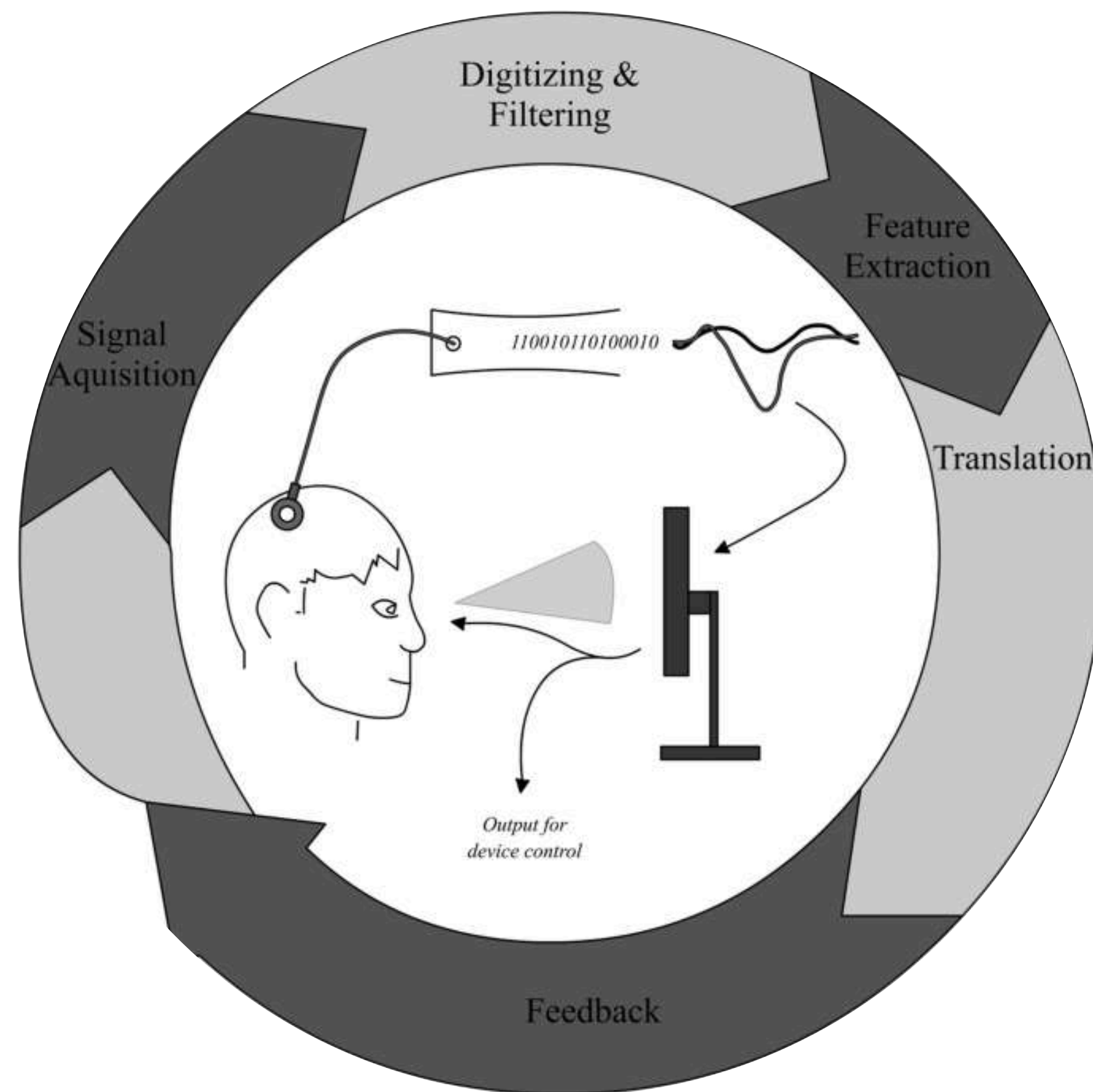
1 BRAIN-COMPUTER INTERFACE INTRODUCTION

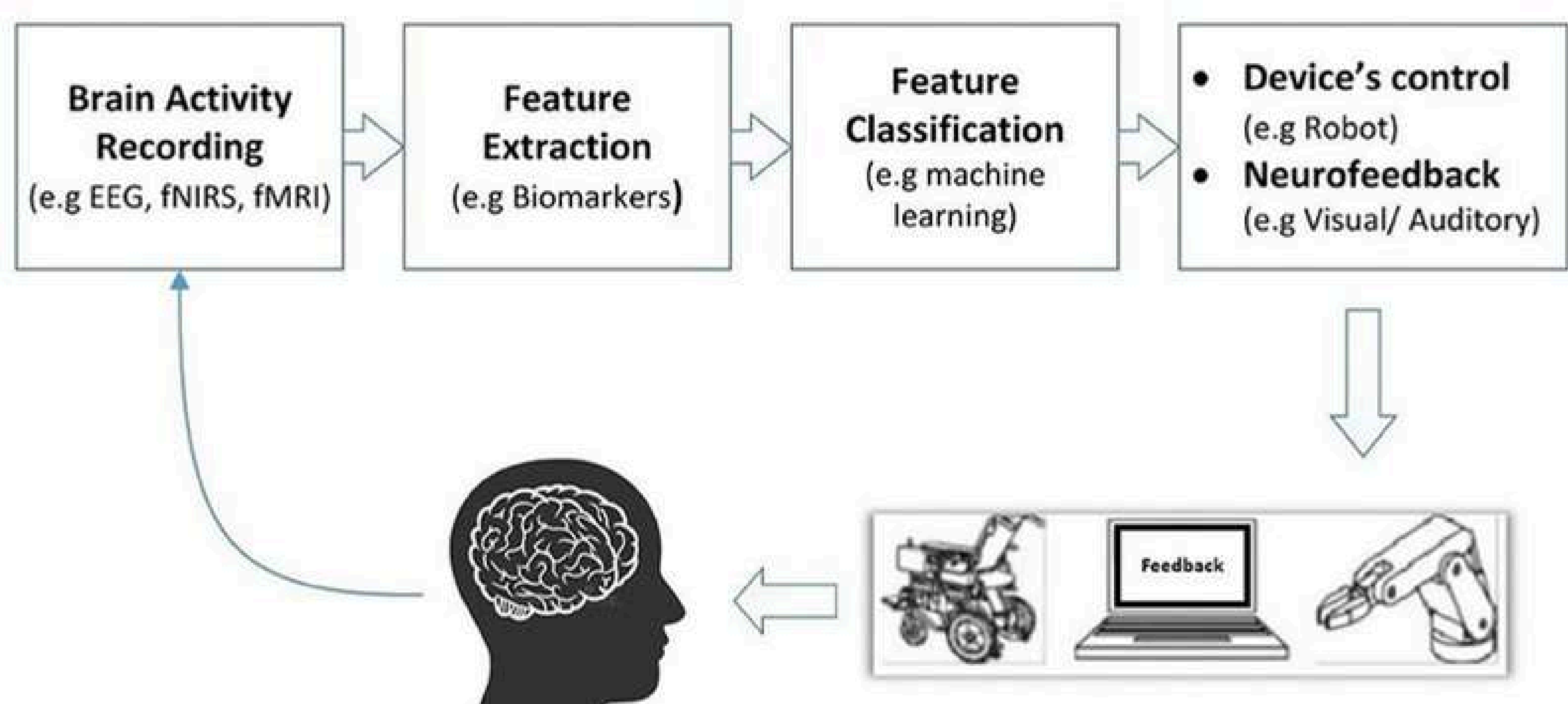
این مقاله به دنیای سیستم های BCI میپردازد و عملکرد، کاربردها، چالش ها و چشم اندازهای آینده آن ها را بررسی میکند. منشا BCI به دهه 1960 برمی گردد. دلگادو (1969) که به طور مشخص یک تراشه قابل کاشت را توسعه داد که هم برای تحریک مغز از طریق رادیو و هم برای ارسال سیگنال های الکتریکی مغز از طریق تله متری استفاده میشد و به سوژه اجازه میداد آزادانه حرکت کند. چند سال بعد، ویدال (1973) استفاده از سیگنالهای مغزی ثبت شده در پوست سر را در انسان برای اجرای یک BCI غیرتهاجمی ساده" بر اساس پتانسیلهای برانگیخته بصری مورد بررسی قرار داد .



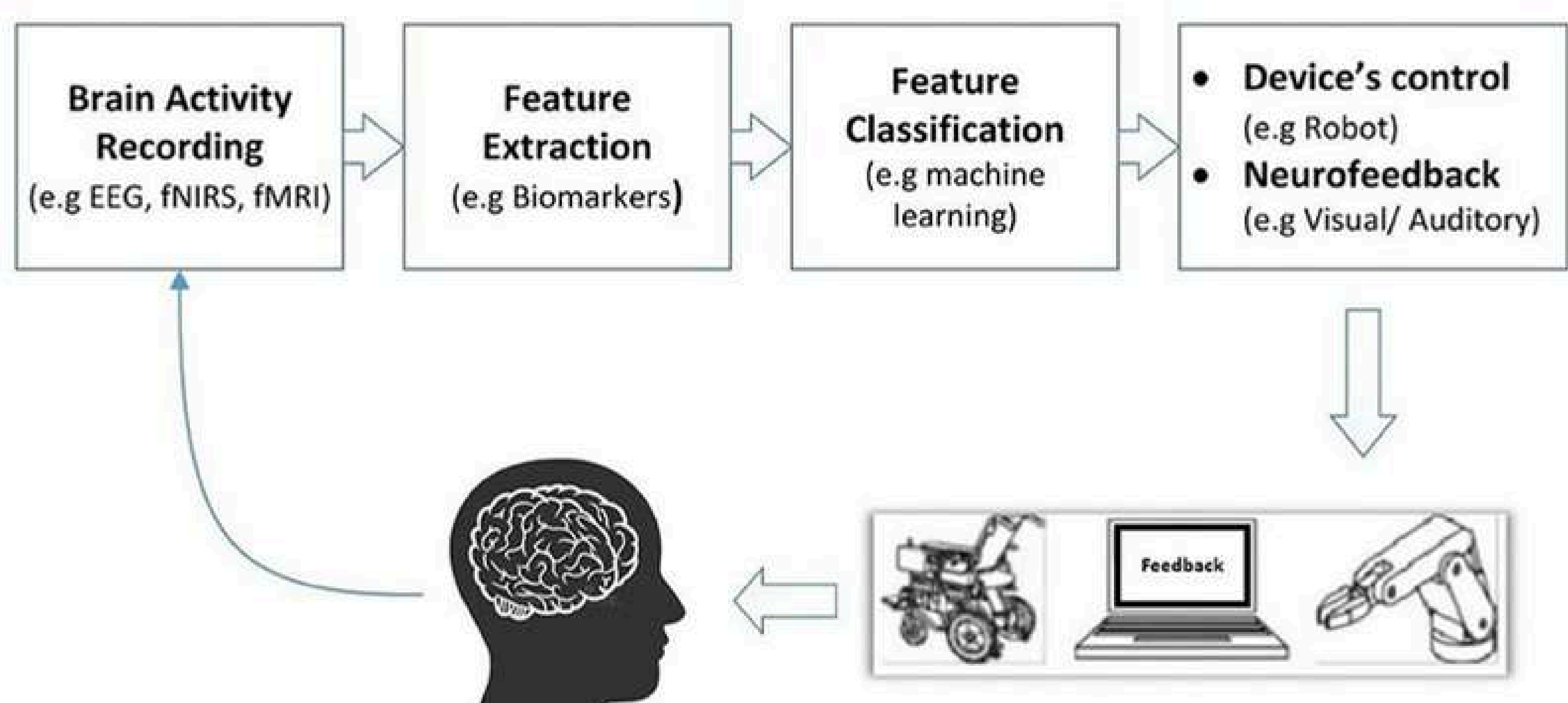
1 BRAIN-COMPUTER INTERFACE INTRODUCTION

این آزمایشها راه را برای توسعه پارادایمهای غیر تهاجمی BCI هموار کردند که از تکنیکهای تصویربرداری عصبی مانند الکتروانسفالوگرافی (EEG)، مغناطیسی مغزی (MG)، تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI) و طیف سنجی عملکردی مادون قرمز نزدیک (fNIRS) استفاده میکردند در واقع با ترجمه فعالیت عصبی ثبت شده به دستورات دیجیتال از طریق روشهای ریاضی و هوش مصنوعی، BCI کنترل دستگاههای خارجی را با مغز مانند یک کامپیوتر، یک ربات، یا یک اسکلت بیرونی امکان پذیر میسازد این توانایی به ویژه در زمینه های خاصی که نمی توان از فرمان های صوتی یا حرکتی استفاده کرد جالت است.





با توجه به وظیفه کاربر و الگوهای عصبی مورد علاقه ، ما میتوانیم سه دسته اصلی BCI ، یعنی فعال، واکنشی و غیر فعال را تشخیص دهیم. اولاً، هنگام استفاده از یک BCI فعال، عامل باید عمداً فعالیت مغز خود را تعدیل کند تا ویژگیهای عصبی را که پس از پردازش و طبقه بندی ریاضی قابل شناسایی میشوند به عنوان پارادایم تصویر سازی حرکتی (MI) نشان دهد.



ثانیاً، BCI واکنشی متکی به فعالیت عصبی است که معمولاً توسط یک محرک خارجی - عمدتاً بینایی یا شنوایی - تحریک میشود و پاسخهای مغزی مانند پتانسیل مرتبط با رویداد (ERP) P300 یا Steady را برمی انگیزد. ثالثاً BCI غیر فعال به فعالیت مغزی متکی است که به طور داوطلبانه توسط کاربر تعدیل نمیشود تا حالتی روان شناختی مانند خواب آلودگی، ناامیدی و یا حتی بار شناختی را ارزیابی کند جزئیات بیشتر در مورد زیربنای فیزیولوژیک عصبی و همچنین مزایا و محدودیت های این سه روش BCI در قسمتهای پیش رو ارائه شده است.

1 BRAIN – COMPUTER INTERFACE **INTRODUCTION**

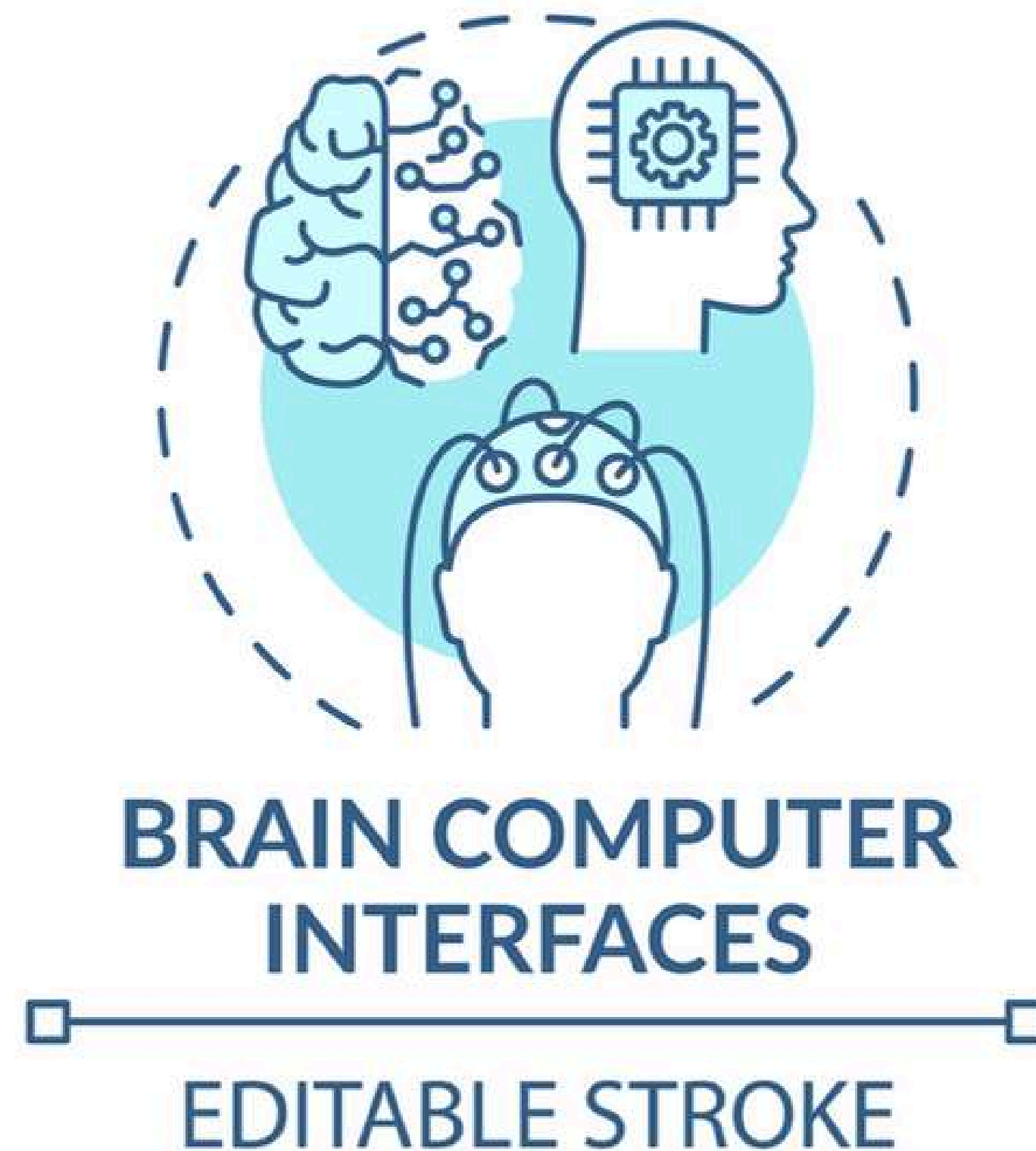
بنابراین در دو دهه اخیر انواع بسیاری از تکنیکها و کاربردهای BCI ظهور کرده اند، به ویژه در زمینه بالینی که نشان دهنده یک فناوری امیدوار کننده برای کمک یا توانبخشی به بیماران عصبی است و به ادغام سریع تر بیماران آسیب دیده مغزی کمک میکند با این حال پیشرفتهای اخیر در علوم اعصاب و فناوری به ویژه تکنیکهای غیرتهاجمی و قابل حمل تصویر برداری مغز مرتبط با EEG، توسعه برنامه های کاربردی جدید را در خارج از حوزه های پزشکی و علمی تشویق کرده است. شایان ذکر است میتوان زمینه های آموزشی زیر را فهرست کرد:

سرگرمی، احراز هویت بیومتریک، هوانوردی غیرنظامی و نظامی



1 BRAIN – COMPUTER INTERFACE INTRODUCTION

اخيراً بخش صنعتی نیز علاقه فزاینده ای به BCI نشان داده است که در آن تأثیرات اجتماعی اقتصادی و تجاری این فناوری میتواند مهم باشد. در واقع از دوران مدرن، صنعت به طور مداوم از فناوریهای نوظهور برای بهبود کارایی و عملکرد خود استفاده کرده است و هر انقلاب صنعتی تغییرات و چالشهای عمیق اجتماعی - اقتصادی را در پی داشته است آخرین انقلاب صنعتی که به عنوان صنعت 4.0 نیز شناخته میشود به طور خاص از فناوریهای دیجیتال مانند هوش مصنوعی، دادههای بزرگ و تجزیه و تحلیل یا اینترنت اشیا استفاده کرد که منجر به اتوماسیون صنعتی دائماً در حال تکامل و هوشمند شدن. فرآیندها با این حال همچنین سوالات مهمی را در رابطه با عوامل محیطی اخلاقی و انسانی مطرح می کند.



1 BRAIN – COMPUTER INTERFACE INTRODUCTION

فناوریهای مشابه در حال حاضر برای توسعه BCI پیچیده به ویژه برای پردازش موثر سیگنالهای مغز و ارسال دستورات به دستگاه متصل مورد نیاز هستند. با توجه به این سازگاری تکنولوژیکی، کاربردهای BCI از نظر تئوری میتوانند گسترش بالقوه انقلاب صنعتی چهارم را تشکیل دهند. علاوه بر این، «تقویت انسانی» ارائه شده توسط تکنیکهای BCI میتواند راه مناسبی برای هماهنگ کردن نگرانیهای صنعتی و اجتماعی در آینده نزدیک باشد.



RESEARCH PURPOSES

تا به امروز استفاده از تکنیکهای BCI در Industry 4.0 به صورت تئوری باقی مانده است و عمدتاً در مقالات دانشگاهی یا نمایش دهندگان نمایشگاه مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه، مزایای بالقوه پیاده سازی BCI و اینکه چگونه میتواند به معرفی مجدد انسان در فرآیندهای صنعتی کمک کند، با تسهیل کار اپراتور و محدود کردن خطرات بالقوه و خطاهای انسانی را بررسی میکنیم. در واقع محدودیتهای فنی و اخلاقی ذاتی در BCI غیر تهاجمی لزوماً مانع گسترش این فناوری در زمینه های عملیاتی می.شود، بنابراین مسئله انتخاب، مناسب ترین و مرتبط ترین تکنیک BCI برای بخش صنعتی به ویژه با توجه به قابلیت اطمینان تعمیم پذیری یا سهولت استفاده از آن مطرح میشود. در این زمینه ما به دنبال بررسی معیارهایی هستیم که برای ادغام بالقوه BCI در تنظیمات صنعتی در رابطه با بلوغ فعلی تکنیکهای BCI تعیین کننده خواهد بود. در بررسی حاضر سعی شده است به این سوال پاسخ داده شود:



2 RESEARCH PURPOSES

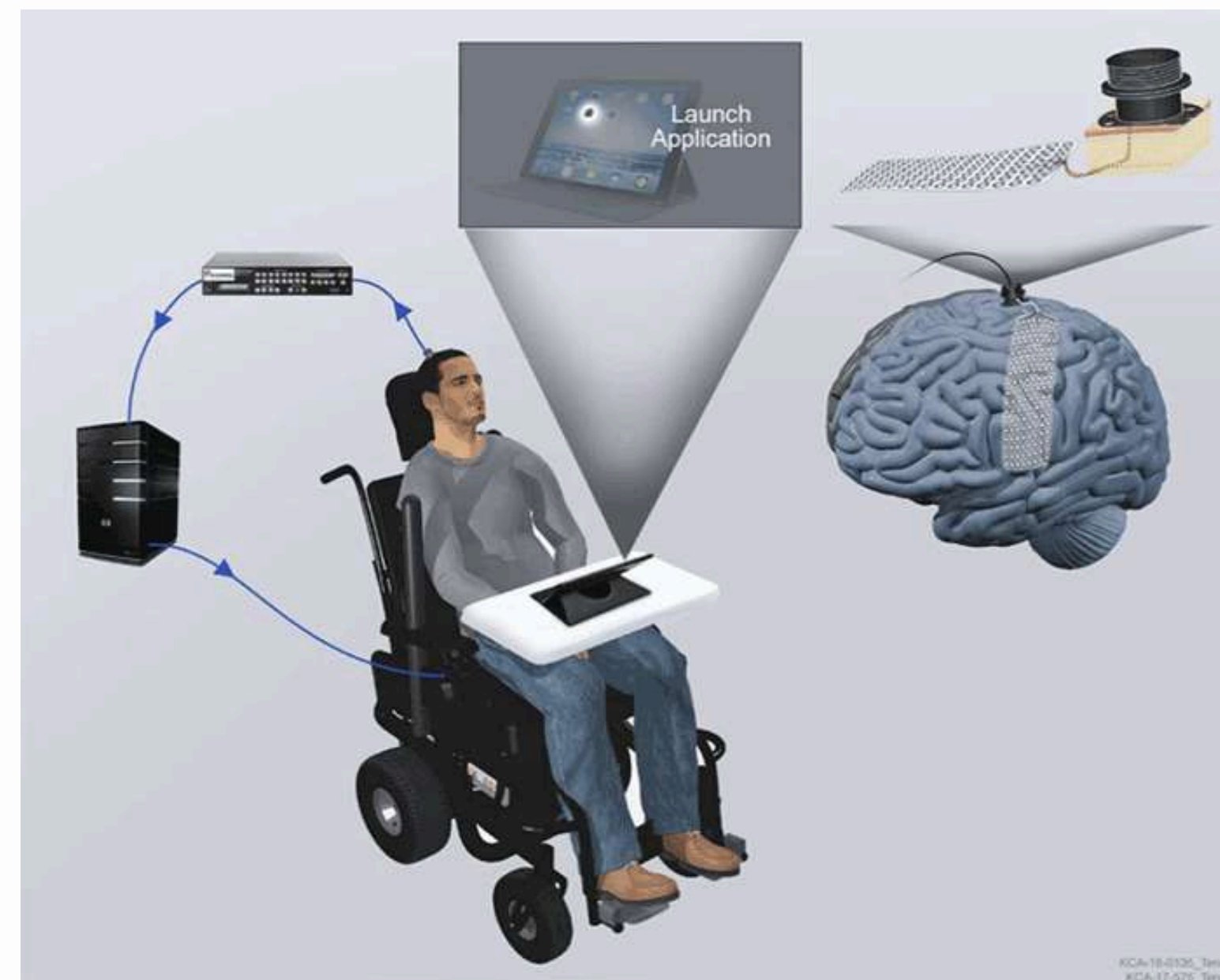
• کدام تکنیکهای BCI به احتمال زیاد در کاربردهای صنعتی آینده به کار گرفته می شوند؟
برای این منظور، یک مرور ادبیات دقیق پایگاه های داده (PubMed, Science direct)
(HAL, MDPI, Google Scholar, ResearchGate, ArXiv, Springer, IEEE
کلیدواژه های فراگیر زیر انجام شد:

BCI رابط مغز و ، کامپیوتر BCI و Industry 4.0، BCI مبتنی بر EEG، برنامه های کاربردی BCI،
چالشهای BCI، فناوری کمکی مرتبط با مطالعات علمی منتشر شده بین سالهای 2010 و 2021
، سپس مقالات تجربی و مروری اخیر و مرتبط، مجموعه مقالات کنفرانس گزارش های تحقیقاتی
مرتبط با استفاده از BCI را استخراج کردیم. در محیط های صنعتی توجه داشته باشید که معیارهای
خروج شامل «تکنیکهای تهاجمی BCI است، BCI غیر تهاجمی هم برای کاربردهای بالینی و هم برای
زمینه های غیر صنعتی» است. علاوه بر این تمام مراجع ارائه شده در بخشهای زیر به عنوان
نمونه های اخیر برای برنامه های کاربردی BCI شناسایی شده برای Industry 4.0 خدمت می کنند.

Applications of bci systems

مراقبت های بهداشتی:

سیستم های BCI پتانسیل فوق العاده ای در مراقبت های بهداشتی ارائه میدهند و به تشخیص و درمان اختلالات عصبی مانند فلج، بیماری آلزایمر و سکته کمک می کنند. آنها افراد دارای ناتوانی حرکتی را قادر می سازند تا کنترل حرکات خود را دوباره به دست آورند و کیفیت زندگی خود را بهبود بخشند .

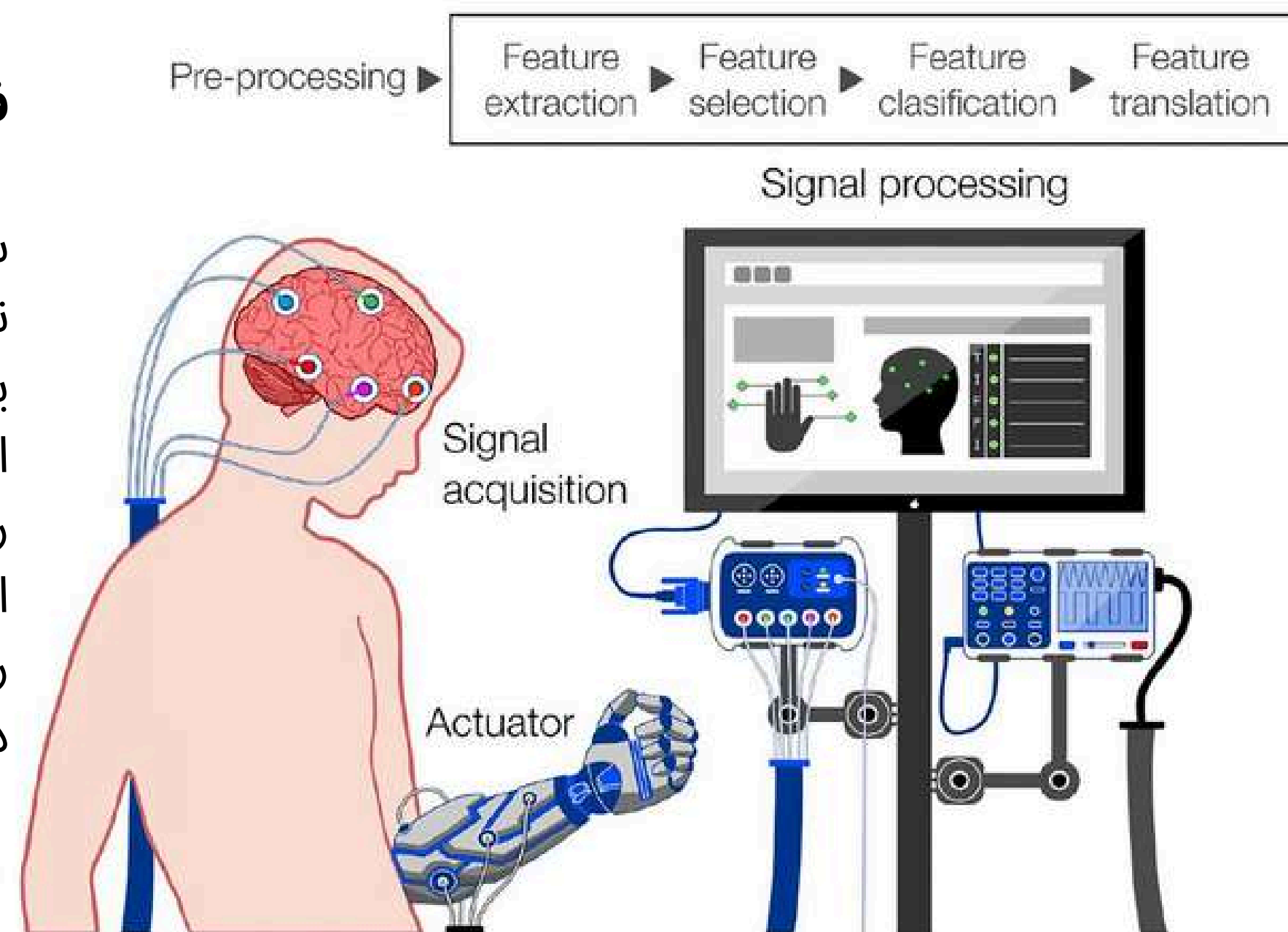


BRAIN – COMPUTER INTERFACE

Applications of bci systems

فناوری کمکی:

سیستم های BCI می توانند افراد دارای ناتوانی های جسمی، مانند آسیب های نخاعی یا از دست دادن اندام ها را از طریق کنترل اندام های مصنوعی یا اسکلت های بیرونی رباتیک از طریق افکارشان توانمند کنند. این فناوری سطح جدیدی از استقلال و تحرک را برای کسانی که عملکرد حرکتی خود را از دست داده اند ارائه می دهد.

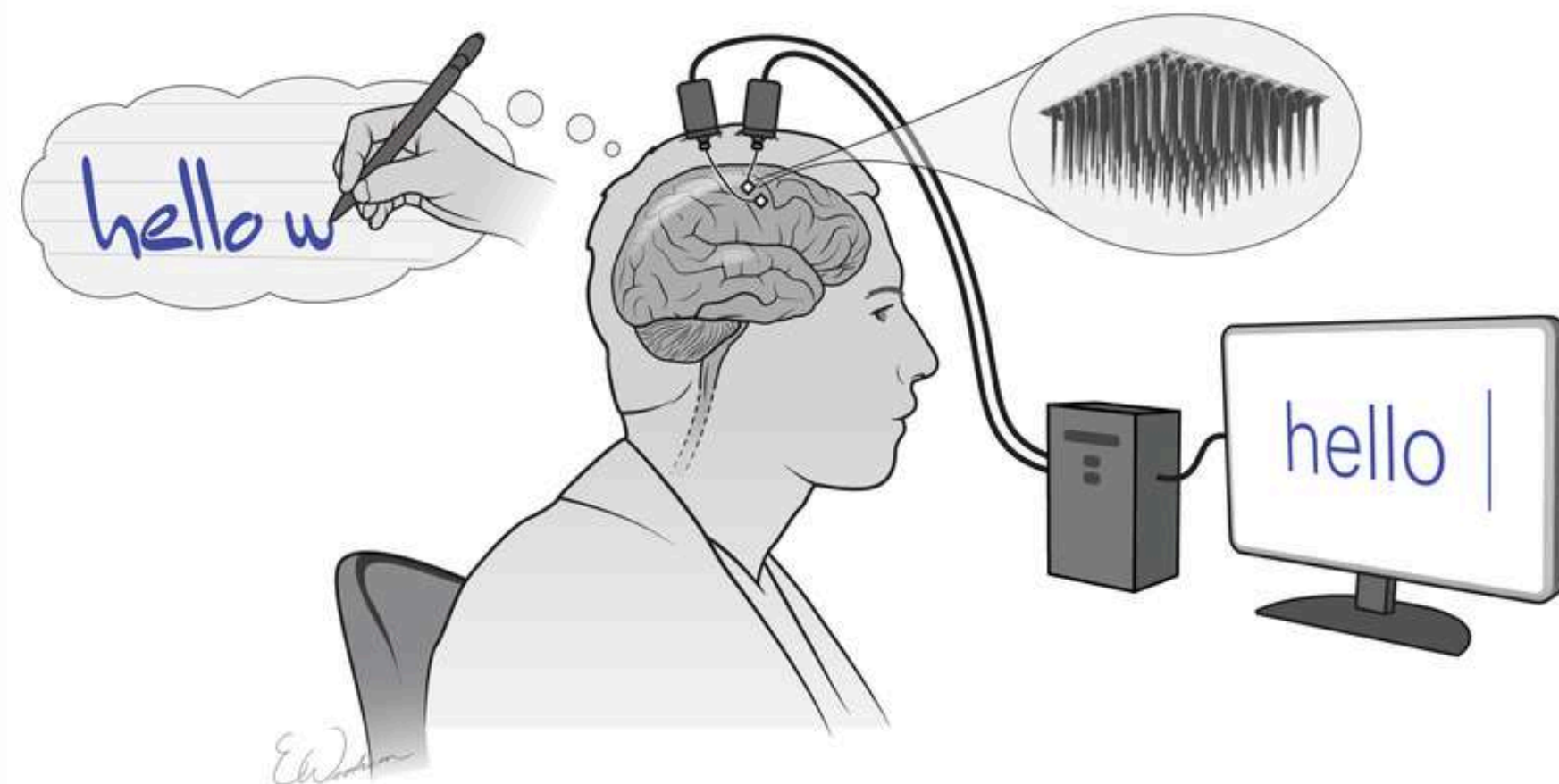


BRAIN – COMPUTER INTERFACE

Applications of bci systems

ارتباط و توانبخشی :

سیستمهای BCI این پتانسیل را دارند که ارتباطات را برای افراد دارای اختلالات گفتاری یا زبانی شدید متحول کنند. با رمزگشایی سیگنالهای مغزی مرتبط با تولید گفتار، سیستمهای BCI می توانند به افراد کمک کنند تا مستقیماً از طریق دستگاهها ارتباط برقرار کنند یا گفتار سنتز شده تولید کنند.



Applications of bci systems

بازی و سرگرمی :

سیستمهای BCI فرصتهای هیجان انگیزی را برای تجربه های بازی همه جانبه باز میکنند. آنها بازیکنان را قادر میسازند تا شخصیتها را کنترل کنند یا با استفاده از افکار خود اقداماتی را در بازی انجام دهند و بعد جدیدی از تعامل را ارائه دهند



RESULTS AND DISCUSSION

برنامه های کاربردی **BCI** برای **industry 4.0** :

از لحاظ نظری استقرار برنامه های کاربردی **BCI** در **Industry 4.0** می تواند به بازگرداندن اپراتور در مرکز فرآیندهای صنعتی کمک کند. کاربردهای صنعتی ممکن را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد **(1)** ایمنی در کار **(2)** آموزش تطبیقی **(3)** کنترل دستگاه

BCI WORKPLACE SAFETY



BRAIN – COMPUTER INTERFACE

اخيراً، علاقه فزاینده به استفاده از BCI مبتنی بر EEG به عنوان یک راه حل بالقوه که امکان کاهش خطرات ایمنی را فراهم میکند و در عین حال، افزایش بهره وری و بهبود تصمیم گیری در اپراتورها و مدیران وجود داشته است. با توجه به جنبه های فنی این برنامه، بر استفاده از BCI غیر فعال تکیه میکند. قابل ذکر است تجزیه سیگنال EEG به باندهای فرکانسی نشان دهنده یک راه مناسب برای شناسایی وضعیت عصبی شناختی کاربر است.

به عنوان مثال بسیاری از مطالعات نشان داده اند که قدرت طیفی در باندهای آلفا (Hz 8-13) و تتا (Hz 7-4) زمانی که فرد احساس خستگی میکند افزایش می یابد .

بنابراین چنین مدولاسیونی میتواند یک شاخص درجه یک از حالت برانگیختگی کاربر باشد. تغییرات در ریتم تتا در قسمت های فرونتال و ریتم آلفا در قسمت های جداری همچنین میتواند نشان دهنده وضعیت اضافه بار شناختی باشد که با کاهش عملکرد در کارهای پیچیده مرتبط است .

BCI WORKPLACE SAFETY



BRAIN – COMPUTER INTERFACE

بنابراین با اجازه دادن به نظارت بر وضعیت کاربر BCI غیر فعال میتواند خطرات ایمنی و خطاهای انسانی را بدون نیاز به تلاش خاصی از کاربر محدود یا از آن جلوگیری کند. از نظر تئوری این جنبه غیر فعال آن را به طور بالقوه در زمینه های چند وظیفه ای قابل استفاده میکند و خستگی اضافی را القا نمیکند. با این حال، BCI غیر فعال در معرض یک تنوع مهم بین فردی است. علاوه بر این، فرکانسهای باند EEG باید به دقت مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند زیرا الگوهای قدرت طیفی مشابه میتواند با چندین حالت ذهنی مرتبط باشد. سپس، نورو فیدبک ارائه شده توسط BCI های غیر فعال میتواند ایمنی در محل کار را با جلوگیری از ارتکاب خطاهای خطرناک ناشی از خواب آلودگی یا اضافه بار شناختی به عنوان مثال، تقویت کند.

BCI WORKPLACE SAFETY



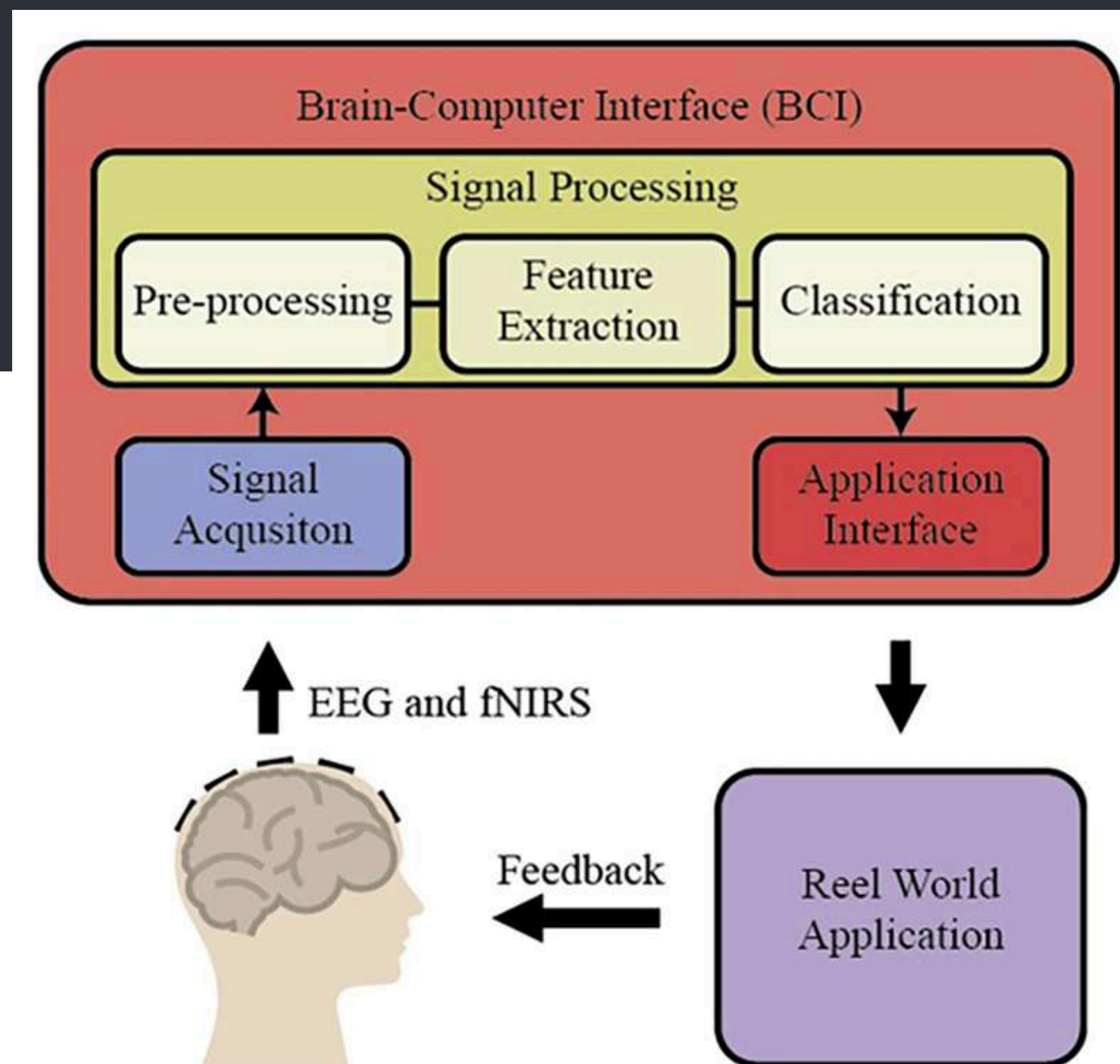
BRAIN – COMPUTER INTERFACE

در واقع برخی از بخشهای صنعتی - از جمله ،تولید کنترل کیفیت یا صنعت داروسازی - از اپراتورها میخواهند تا تعداد زیادی از اقدامات تکراری و معقول را انجام دهند که مستقیماً به حالت های عصبی شناختی اپراتور بستگی دارد در این زمینه BCI مبتنی بر EEG میتواند به کنترل حالات ذهنی اپراتورها مانند خستگی استرس یا از دست دادن هوشیاری که میتواند در طول فعالیت های خطرناک حیاتی باشد، اجازه دهد به طور خاص نظارت بر خستگی بیشتر به عنوان یک ابزار ارزشمند در کارهای تکراری و خودکار مانند رانندگی خلبانی یا کنترل کیفیت در نظر گرفته میشود.

COMPARATIVE TRAINING OF BCI:

BRAIN – COMPUTER INTERFACE

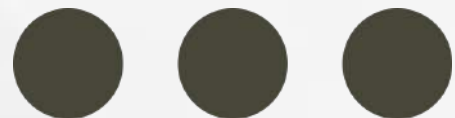
یکی دیگر از کاربردهای نوظهور BCI - همچنین با تکیه بر تکنیک BCI غیر فعال - مربوط به آموزش تطبیقی است که ممکن است فرآیند یادگیری رویه های صنعتی پیچیده را تقویت کند. این رویکرد نوروفیدبک در حال حاضر در محیطهای بالینی برای حمایت از یادگیری یا توانبخشی توجه در کودکان مبتلا به اختلالات رشد عصبی استفاده میشود. در واقع چنین آموزش های نظارتی به تقویت فرآیندهای توجه و انطباق دشواری کار با توجه به بار شناختی یا هوشیاری امکان میدهد تا یادگیری را بهینه کرده و از ناامیدی جلوگیری کند. در این زمینه پیشنهاد شد که BCI را با فناوریهای دیگری مانند واقعیت مجازی (VR) و یا واقعیت افزوده (AR) ترکیب شود تا کار یادگیری حتی بیشتر و کارآمدتر شود. به طور مشابه یکی از پژوهشگران در این زمینه استفاده از ردیابی چشم همراه با EEG را برای ارزیابی ابعاد شناختی دانش آموزان پیشنهاد کرد



BRAIN – COMPUTER INTERFACE

BCI DEVICE CONTROL

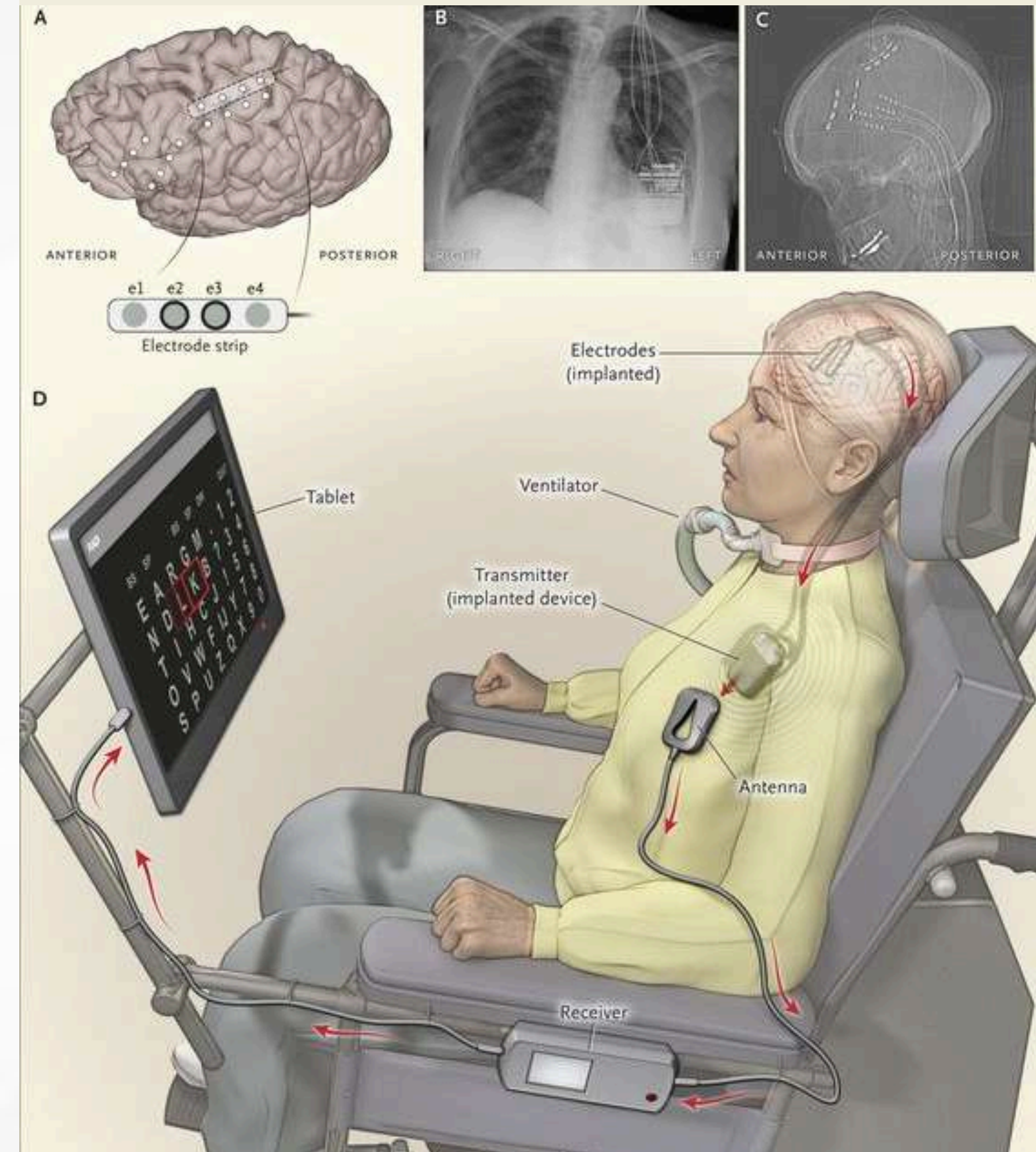
علاوه بر برنامه های نظارتی یکی دیگر از موارد استفاده صنعتی بالقوه مربوط به کوبات ها یا کنترل ماشین است. هر دو پارادایم BCI فعال و واکنشی می توانند برای این نوع کاربرد مرتبط باشند. در مورد BCI فعال تصویرسازی حرکتی (MI-BCI) متداول ترین الگوی مورد استفاده است. در طول این کار، کاربر معمولاً باید حرکات خاصی را تصور کند (مثلاً برای اندام)، که امکان کنترل یک دستگاه خارجی را به همان روش مانند یک ربات یک اسکلت بیرونی یا یک آواتار و غیره فراهم میکند. در واقع تصور یک حرکت معمولاً فعالیت عصبی ایجاد میکند که از نظر مکانی-زمانی شبیه به فعالیتی است که در طول حرکت واقعی ایجاد میشود، اما از نظر بزرگی کوچکتر است اگرچه این روش به ویژه در زمینه ناتوانی حرکتی امیدوار کننده است، اما اشکالات اصلی آن ناشی از برخی محدودیتهای روش EEG است.



BRAIN-COMPUTER INTERFACE

BCI DEVICE CONTROL

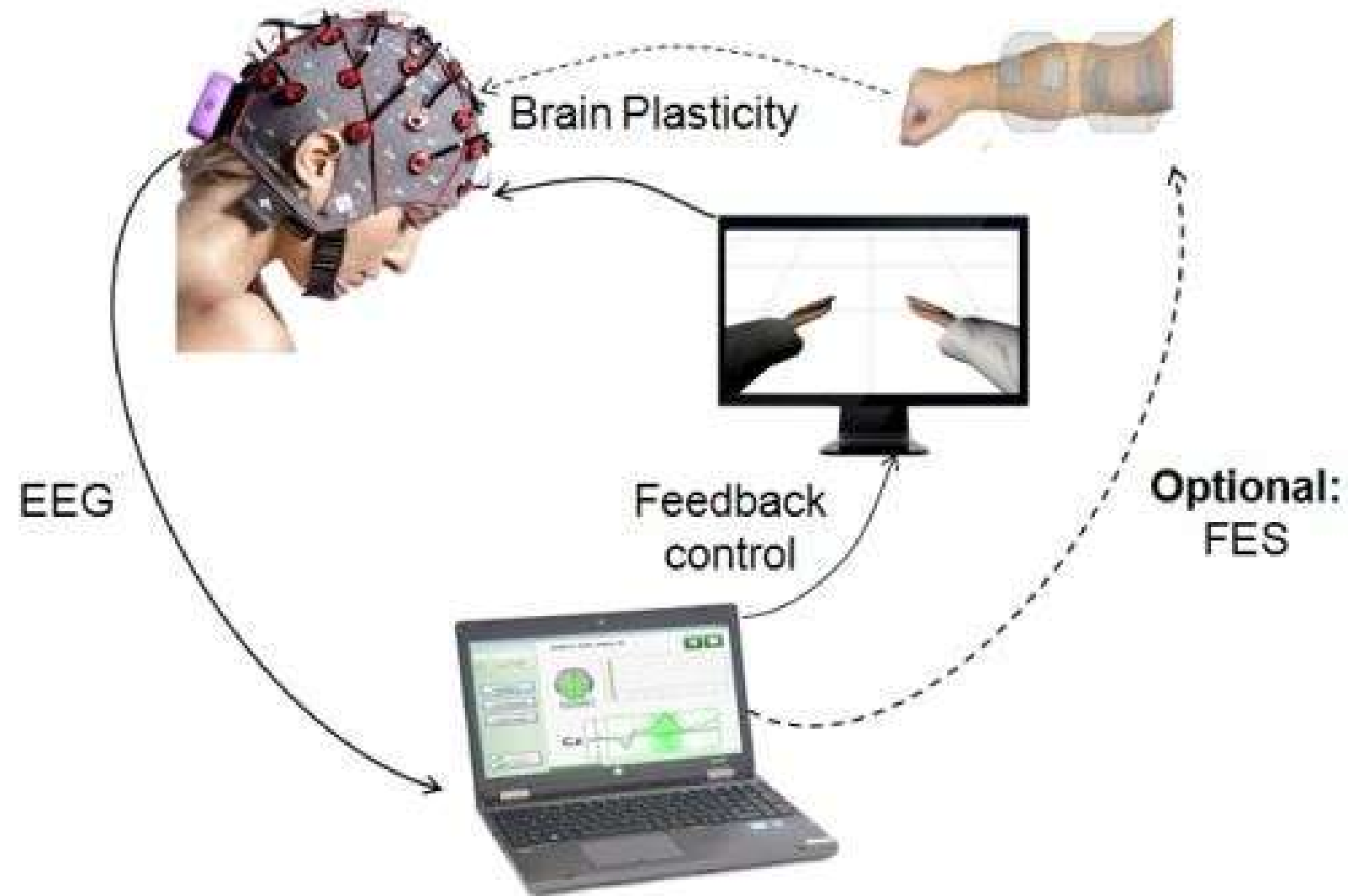
قابل ذکر است که به دلیل وضوح فضایی پایین نمیتوان منابع فعال را به طور دقیق در قشر حسی حرکتی نیمکره ای مشابه قرار داد، که از شناسایی قابل اعتماد حرکات حرکتی ظریف (مثلاً تشخیص حرکت کل بازو از حرکت کف دست) جلوگیری میکند. یکی دیگر از معایب پارادایم MI این است که به نسبت سیگنال نویز کم EEG متکی است. در واقع به دلیل ماهیت غیر تهاجمی آن، ضبط های EEG حاوی سیگنالهای نامربوط و غیر مغزی مانند مصنوعات الکترو مغناطیسی محیطی یا انتقال های عصبی محیطی هستند. علاوه بر این، این تکنیک به یک مرحله آموزشی طولانی نیاز دارد تا به درستی تسلط یابد که می تواند چندین روز یا هفته طول بکشد و با بسیاری از زمینه های صنعتی ناسازگار است. سپس، حتی پس از یک مرحله آموزشی قابل توجه همچنان بیش از 30٪ از افراد، ناتوان در کنترل دستگاه BCI باقی ماندند.



BRAIN – COMPUTER INTERFACE

BCI DEVICE CONTROL

در نهایت، تصویرسازی حرکتی نیاز به تمرکز شدید کاربر دارد و با سایر حرکات "واقعی" که با فرمان فکر و در نهایت با دقت BCI تداخل دارد، سازگاری ندارد. بنابراین، پارادایم های MI کاربر را از انجام همزمان وظایف دیگر باز میدارد و لزوماً خستگی ایجاد میکند که استفاده از آن را نسبتاً انعطاف ناپذیر میکند. با وجود تمام این محدودیت ها، طراحی جلسه آموزشی MI برای پزشکانی که قصد دارند مداخلاتی متناسب با وضعیت سلامت، سن و جنسیت شرکت کنندگان را اجرا کنند از اهمیت حیاتی برخوردار است. برای این کار، پژوهشگران و دانشمندان متعددی در تلاش هستند تا بر این محدودیت ها غلبه کنند - به ویژه در مورد مرحله مشکل ساز آموزش کاربر - با پیشنهاد برخی، دستورالعمل هایی که می توانند برای بهبود این بعد حیاتی مفید باشند.



با توجه به BCI واکنشی، دو نشانگر EEG پرکاربرد و قابل اعتماد P300 و SSVEP (پتانسیل های برانگیخته حالت پایدار) هستند. P300 یک پتانسیل مثبت مرتبط با رویداد است که هر زمان که کاربر متوجه یک رویداد دیداری یا شنیداری غیر منتظره یا نادر شده باشد آشکار می شود. اگرچه این تکنیک به یک تمرین سریع مرتبط است اما این تکنیک به نویزهای اطراف و مصنوعات حرکتی بسیار حساس است و از استفاده آن در یک زمینه پر سر و صدا یا چند وظیفه ای جلوگیری می کند. علاوه بر این یک فرمان واحد از کاربر میخواهد که توجه خود را بر روی چندین رویداد متوالی متمرکز کند، از جمله رویدادهای غیر مرتبط (غیر نادر) و مرتبط (نادر و غیرمنتظره)، که لزوماً سرعت سیستم را کاهش میدهد و از طرفی باعث توجه بیشتر کاربر و به دنبال آن ایجاد خستگی بیشتر میشود. در مورد SSVEP ها، دستورات بالقوه متمایز از طریق یک رابط بصری (به عنوان مثال، صفحه نمایش یا عینک AR) نمایش داده میشوند. نمادهایی که در فرکانسهای متمایز چشمک می زنند (مثلاً 10 هرتز) گزینه های مختلفی را نشان میدهند.



BRAIN-COMPUTER INTERFACE BCI DEVICE CONTROL



سپس در حالی که کاربر روی یکی از گزینه های چشمک زننده تمرکز میکند نوروئهای بینایی (یعنی از قشر بینایی اولیه) به طور همزمان با همان سرعت تخلیه میشوند که در نهایت به انتخاب کاربر اجازه میدهد تا به عنوان الگوریتمهای طبقه بندی شده شناسایی شود. جالب توجه است که SSVEP-BCI کمتر مستعد تفاوت های بین فردی است، که دقت آن را افزایش میدهد و میزان سختی در یادگیری آن را کاهش می دهد. علاوه بر این، به یک مرحله آموزشی طولانی نیاز ندارد در حالی که تأخیر بین فرمان عصبی و اجرای فرمان به طور بالقوه میتواند کمتر از سایر پارادایم های BCI باشد.



BRAIN-COMPUTER INTERFACE BCI DEVICE CONTROL



با این حال، مشابه پارادایم P300، استفاده طولانی مدت میتواند خستگی قابل توجهی را به دلیل تمرکز فعال مورد نیاز روی محرکها ایجاد کند. یکی دیگر از معایب BCI واکنشی، نیاز به استفاده از محرکهای خارجی برای اجازه دادن به عامل برای انتخاب است. بنابراین کنترل اعمال شده محدود به گزینه های ارائه شده است و کاملاً درون زا نیست. علاوه بر این به یک رابط اضافی مانند صفحه نمایش نیاز دارد که این امر باعث ایجاد چالشهایی در قابلیت حمل آن میشود. با توجه به آخرین محدودیت، کارهای اخیر تلاش کرده اند تا طرحها و محرکهای رابط جدیدی ایجاد کنند که خستگی و ناراحتی را کاهش می دهد تا استفاده روزانه و طولانی مدت از این الگوی BCI را ترویج کند.



BRAIN-COMPUTER INTERFACE BCI DEVICE CONTROL



در محیطهای صنعتی، یک SSVEP-BCI همراه با عینکهای AR میتواند انجام برخی کارها را بدون هندزفری (و بنابراین جایگزینی دکمه ها جوی استیک ها) را برای اپراتورهایی که ماشینها را کنترل میکنند، تسهیل کند. با نگاهی به آینده میتوان تصور کرد که یک MI-BCI در نهایت میتواند به سرعت کنترل وسایل نقلیه حمل و نقل را در صورت ترمز اضطراری در اختیار بگیرد.

در این سناریو BCI باید به اندازه کافی پیشرفته باشد تا امکان انتقال مطمئن فرمان ترمز "فکر" به دستگاه تلفن همراه را فراهم کند. همچنین باید سریعتر از انتقال عصبی محیطی ما باشد تا در مورد پیشگیری از حوادث ارزشمند شود که در حال حاضر بسیار دور از واقعیت است.



BRAIN-COMPUTER INTERFACE BCI DEVICE CONTROL



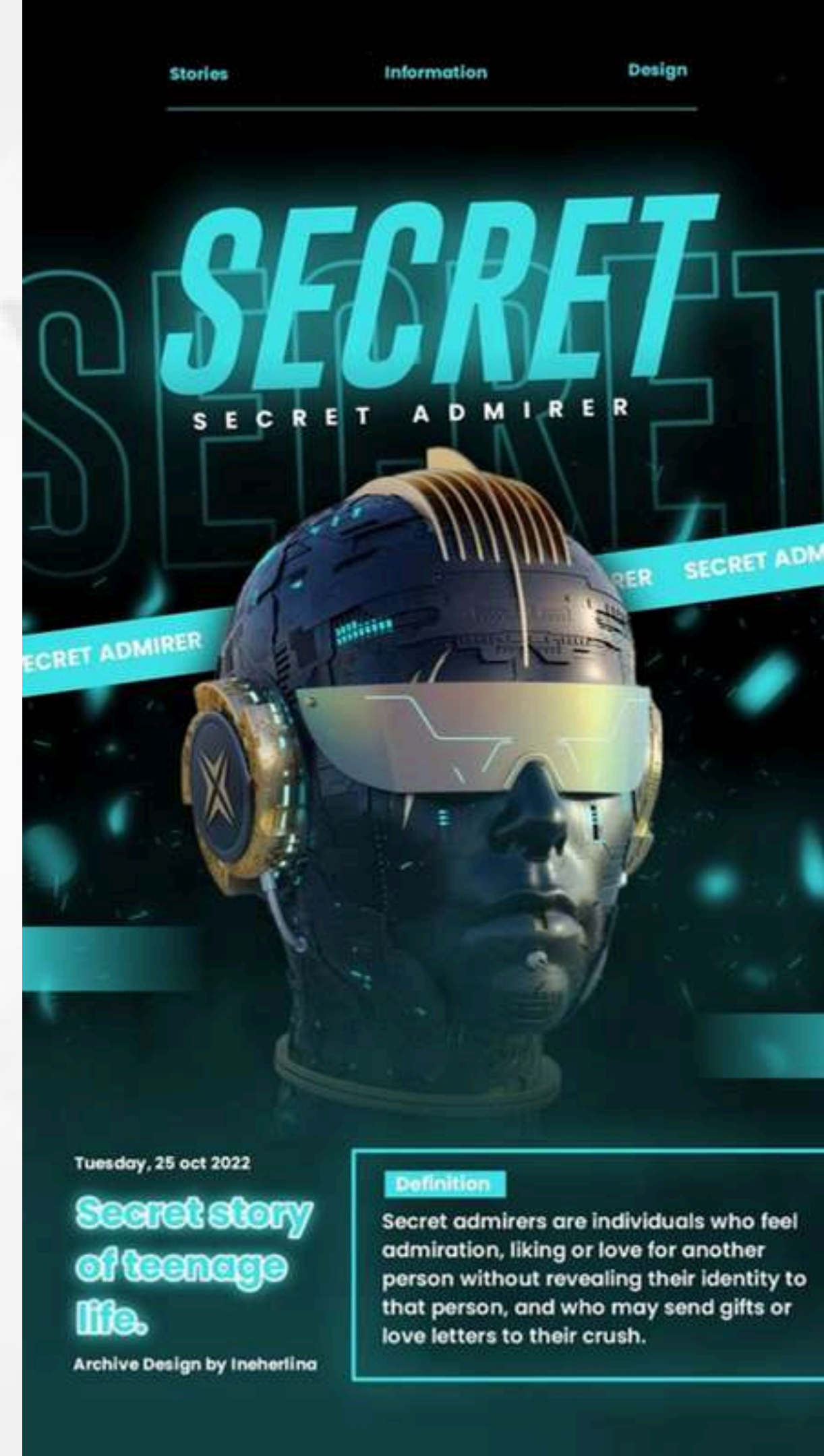
SPECIFICATIONS AND LIMITATIONS

صرف نظر از مزایای بالقوه ای که BCI میتواند برای صنعت به ارمغان بیاورد و همچنین با در نظر گرفتن ضعف‌های واقعی BCI مبتنی بر EEG، قبل از هر گونه توسعه یا استفاده عملیاتی باید محدودیت‌های اخلاقی ارگونومیک و فنی فعلی آن را نیز در نظر گرفت. اولین محدودیت، مربوط به اخلاق و مقبولیت است که باید در مورد تأثیرات فردی و اجتماعی که کاربردهای صنعتی BCI ممکن است داشته باشند بیشتر مورد توجه و تنظیم قرار گیرد. از جمله BCI صنعتی باید از محرمانه بودن و امنیت داده‌ها با توجه به ماهیت معقول و شخصی سیگنال‌های فیزیولوژیکی ثبت شده اطمینان حاصل کند. علاوه بر رضایت اپراتور، داده‌های فردی باید به صورت محلی ذخیره و پردازش شوند سپس اطلاعات استخراج شده مربوطه باید در دسترس تنها اپراتورهای مربوطه باشد. برای اینکه برای کاربران نهایی قابل قبول باشد، سیستم BCI باید با محدود کردن خطرات در شرایط خطرناک مانند BCI غیر فعال، بهبود واقعی شرایط کار و یا ایمنی را فراهم کند. در حال حاضر BCI غیر تهاجمی برای کنترل دستگاه (BCI فعال و واکنشی) بسیار نابالغ باقی می‌ماند که به راحتی توسط عوامل مورد استفاده قرار گیرد



SPECIFICATIONS AND LIMITATIONS

طبق گفته محققان، نیاز به جلسات آموزشی منظم و چالش برانگیز (مانند تصویرسازی حرکتی) ممکن است بار فیزیکی عاطفی و مالی را بر کاربر تحمیل کند و ممکن است نیاز به شناخت بیشتری داشته باشد. برنامه ریزی و توجه باید به گونه ای منظم و دقیق باشد که موجب نامیدی کاربر نشود. یکی دیگر از نیازهای حیاتی برای پذیرش موثر توسط کاربران نهایی، ارگونومی است. به طور دقیق تر، راه حل های BCI باید غیر تهاجمی باشند. راحت برای پوشیدن و همچنین قابل حمل و بزرگ نباشد تا امکان تحرک در مناطق مختلف را فراهم کند، غیر خسته کننده برای کاربر و سازگار با چند وظیفه برای اجازه دادن به وظایف معمول بدون محدودیت بوده و از نظر زمان آموزشی و منابع اختصاصی ارزان باشد. از یک طرف BCI های غیر فعال در مقایسه با پارادایم های فعال و واکنشی در حال حاضر با معیارهای قابل حمل غیر خستگی پذیری و چند وظیفه ای مناسب تر هستند زیرا به محرکها و دستگاههای خارجی مانند عینک AR یا مانیتور نیاز ندارند و نیازی به انجام یک کار شناختی خاص ندارند.



Tuesday, 25 oct 2022

Secret story
of teenage
life.

Archive Design by Ineherlina

Definition

Secret admirers are individuals who feel admiration, liking or love for another person without revealing their identity to that person, and who may send gifts or love letters to their crush.

SPECIFICATIONS AND LIMITATIONS

از سوی دیگر، هزینه آموزش در BCI فعال اهمیت ویژه ای دارد. در حالی که در BCI واکنشی و غیر فعال اهمیت کمتری دارد. علاوه بر این مشخصات فنی BCI باید در نظر گرفته شود تا اطمینان حاصل شود (1) قابلیت اطمینان که به دقت طبقه بندی ها بستگی دارد (2) واکنش پذیری از نظر زمان پاسخ و (3) انعطاف پذیری برای انطباق با زمینه و تفاوت های فردی. به عبارت دیگر، یک راه حل ایده آل BCI باید بتواند سیگنال عصبی اپراتور را با به حداقل رساندن خطاهای طبقه بندی و زمان آموزش تفسیر کند، در حالی که نرخ انتقال اطلاعات (ITR) و قابلیت تعمیم پذیری استفاده از آن را افزایش میدهد با توجه به ادبیات به نظر می رسد قابلیت اطمینان و انعطاف پذیری در BCI واکنشی و به ویژه در BCI مبتنی بر SSVEP، نسبت به پارادایم های فعال و غیر فعال بالاتر است. انعطاف پذیری در پارادایم های فعال با نرخ بیسوادی بالا (به معنی سختی در یادگیری استفاده از سیستم در مقایسه با پارادایم های واکنشی و غیر فعال) کمتر به نظر می رسد.



SPECIFICATIONS AND LIMITATIONS

قابلیت اطمینان، به کیفیت سیگنال جمع آوری شده و ارتباط الگوریتمهای هوش مصنوعی اعمال شده بستگی دارد. علاوه بر این برخی از نشانگرهای نوروفیزیولوژیکی مورد استفاده کم و بیش در برابر نویز اطراف مقاوم هستند و باید با دقت بیشتر و تاخیر کمتری انتخاب شوند. علاوه بر این یک BCI در مقیاس بزرگ مستلزم سازگاری و انعطاف پذیری است تا برای تعداد زیادی از کاربران قابل استفاده و به همان اندازه قابل اعتماد باشد. بر اساس مزایا و معایب هر کاربرد BCI که قبلاً توضیح داده شد (بخش 3.1) سطوح تخمینی کفایت بین معیارهای اصلی صنعتی (بخش 3.2) و BCI مبتنی بر EEG واقعی را خلاصه می کند. به کمک برنامه های کاربردی بالقوه به طور خاص ما سه پارادایم اصلی غیر تهاجمی BCI و کاربردهای صنعتی بالقوه آنها را با در نظر گرفتن مهمترین معیارهای مربوط به اخلاق ارگونومی و UX و فنی مقایسه کرده ایم.



SPECIFICATIONS AND LIMITATIONS

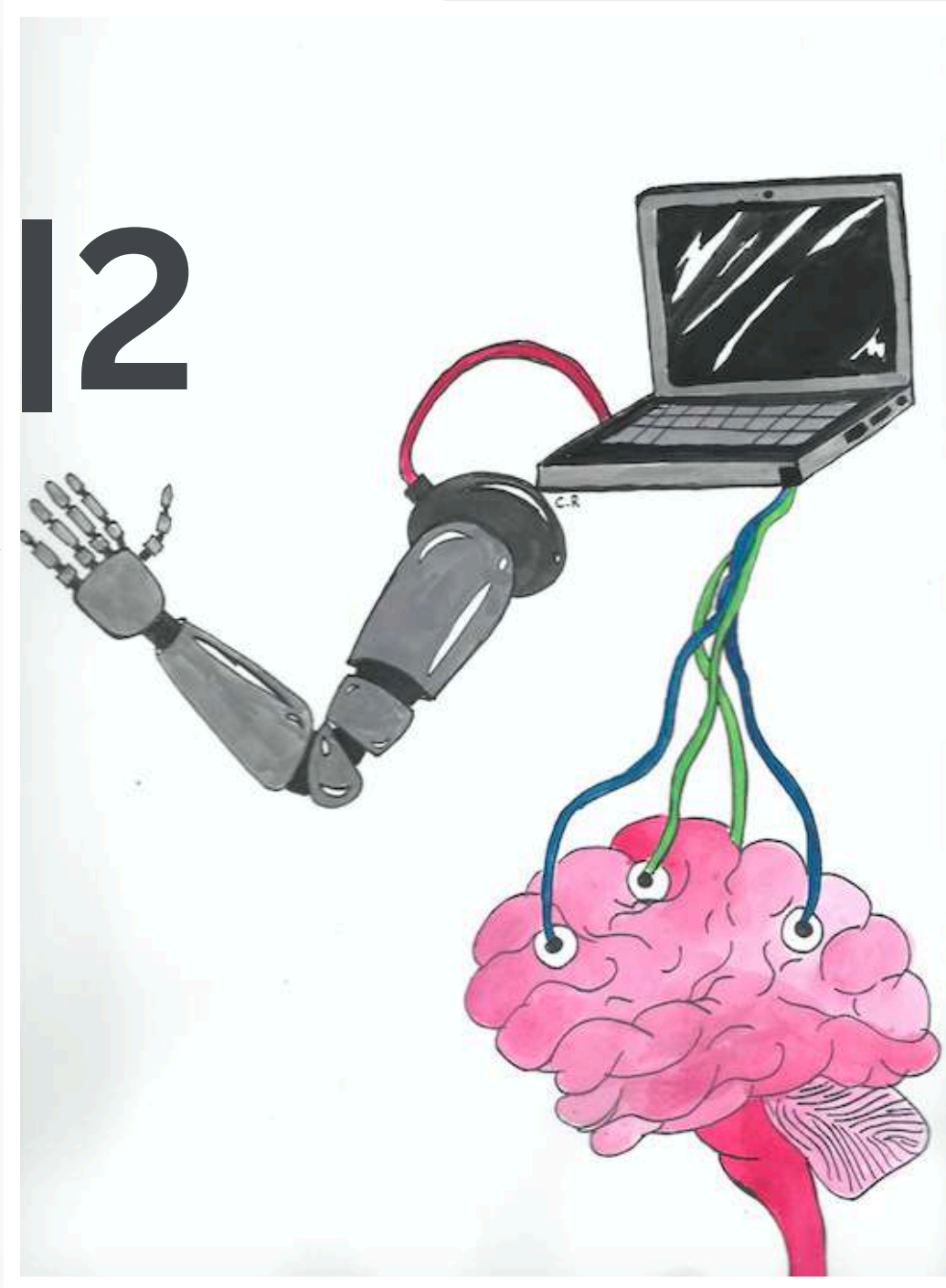
		Active BCI	Reactive BCI		Passive BCI	
		Motor imagery	P300	SSVEP	Fatigue monitoring	Cognitive load monitoring
Ethics	Industrial applications	Device control	Device control	Device control	Safety, training	Safety, training
	Acceptability	++	++	++	++	+
	Portability	+++	++	++	+++	+++
Ergonomics and user experience	Fatigability	+	++	++	+++	+++
	Multitasking	+	+	++	+++	+++
	Training/calibration	+	++	+++	++	+
	Reliability	+	++	+++	++	++
Technical	Rapidity	+	+	++	++	++
	Flexibility	+	+	++	+++	+++

سطح کفایت به صورت زیر رتبه بندی میشود: رتبه بندی «+» نشان دهنده سطح پایین تطابق بین نیاز صنعتی و تکنیک BCI است، در حالی که (++ و +++) به ترتیب به معنای سطح متوسط و مناسب هستند.

BRAIN – COMPUTER INTERFACE

CONCLUSIONS AND VIEWS

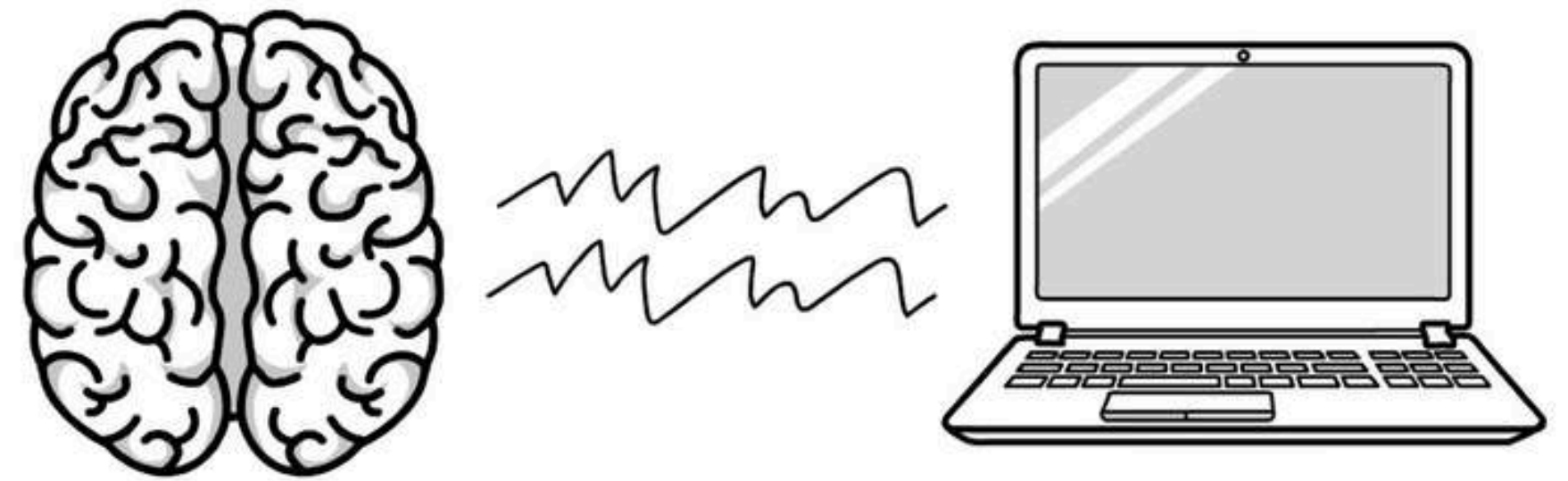
سیستم BCI یک فناوری نوظهور است که امکان رمزگشایی فعالیت مغز و ترجمه آن را به مجموعه ای از اقدامات که منعکس کننده قصد، وضعیت ذهنی و حتی احساسات کاربر است می دهد. بسیاری از اشخاص دولتی و خصوصی در حال پیش بینی استقرار BCI در محیطهای صنعتی در آینده ای نزدیک هستند. در مقاله حاضر، کاربردهای بالقوه عوامل کلیدی موفقیت و پیشرفته ترین پارادایم های BCI مبتنی بر EEG برای industry 4.0 خلاصه شد.



سیستم های رابط مغز و رایانه این پتانسیل را دارند که نحوه تعامل ما با فناوری را تغییر دهند و راه حل های جدیدی را برای مراقبتهای بهداشتی، فناوریهای کمکی، ارتباطات، بازیها و موارد دیگر ارائه دهند. در حالی که هنوز چالشهایی برای غلبه بر آن وجود دارد، تحقیقات مداوم و پیشرفتهای فناوری راه را برای آیندهای هموار میکند که در آن افکار ما می توانند مستقیماً ماشینها را کنترل کنند و تواناییهای ما را افزایش دهند همانطور که سیستم های BCI به تکامل خود ادامه میدهند این نوید را دارند که افراد را توانمند کرده و صنایع متعددی را متحول کرده و در نهایت شکاف بین انسان و رایانه را مانند قبل پر میکنند.



BRAIN COMPUTER INTERFACE



BRAIN – COMPUTER INTERFACE CONCLUSIONS AND VIEWS

در حال حاضر هیچ یک از BCI های مبتنی بر EEG ارزیابی شده به طور ایده آل با تمام معیارهای صنعتی ضروری که بر اساس عوامل اخلاقی، ارگونومیک و فنی ایجاد شده است مطابقت ندارد، با این حال BCI مبتنی بر SSVEP یک فناوری بسیار امیدوار کننده برای کنترل دستگاه است در حالی که نظارت بر خستگی برای جلوگیری از خطاهای آسیب رسان و خطرات ایمنی در زمینه های خطرناک یا بهینه سازی آموزش در بالادست این موقعیتهای بحرانی جالب و مناسب به نظر می رسد. با افزایش چشمگیر مطالعات BCI مبتنی بر EEG- در مورد مواد الگوریتمهای مرتبط یادگیری ماشینی، یادگیری عمیق و غیره یا حتی جنبه های روان شناختی BCI- اعتقاد بر این است که استقرار گسترده های BCI در صنعت از اهداف پیش رو باشد. بنابراین اصول اخلاقی و قوانین مربوط به کاربردهای BCI در محیطهای صنعتی باید به دقت تعریف شوند تا راه را برای استفاده موثر هموار کنند.

مسائلی مانند حریم خصوصی، امنیت داده ها، رضایت آگاهانه و دسترسی عادلانه به فناوری نیاز به توجه دقیق دارند تا از توسعه و استقرار مسئولانه BCI اطمینان حاصل شود. بحث های اخلاقی همچنین شامل موضوعاتی مانند تقویت شناختی، دستکاری مغز و تأثیرات اجتماعی بالقوه پذیرش گسترده BCI است.



FURTHER STUDY AND WORK LIMITATIONS

زمینه تحقیقات BCI با تلاشهای مداوم برای بهبود عملکرد سیستم قابلیت استفاده و ایمنی به سرعت در حال پیشرفت است. محققان در حال بررسی طرحهای نوآورانه الکترو، تکنیکهای بهبود یافته پردازش سیگنال و مواد کاشت جدید برای رفع محدودیتهای فعلی هستند.

همکاری بین دانشمندان علوم اعصاب مهندسان دانشمندان کامپیوتر و متخصصان پزشکی برای پیشرفت BCI بسیار مهم است. تلاشهای تحقیقاتی میان رشته ای با هدف افزایش درک ما از مغز و توسعه راه حل های عملی BCI است.

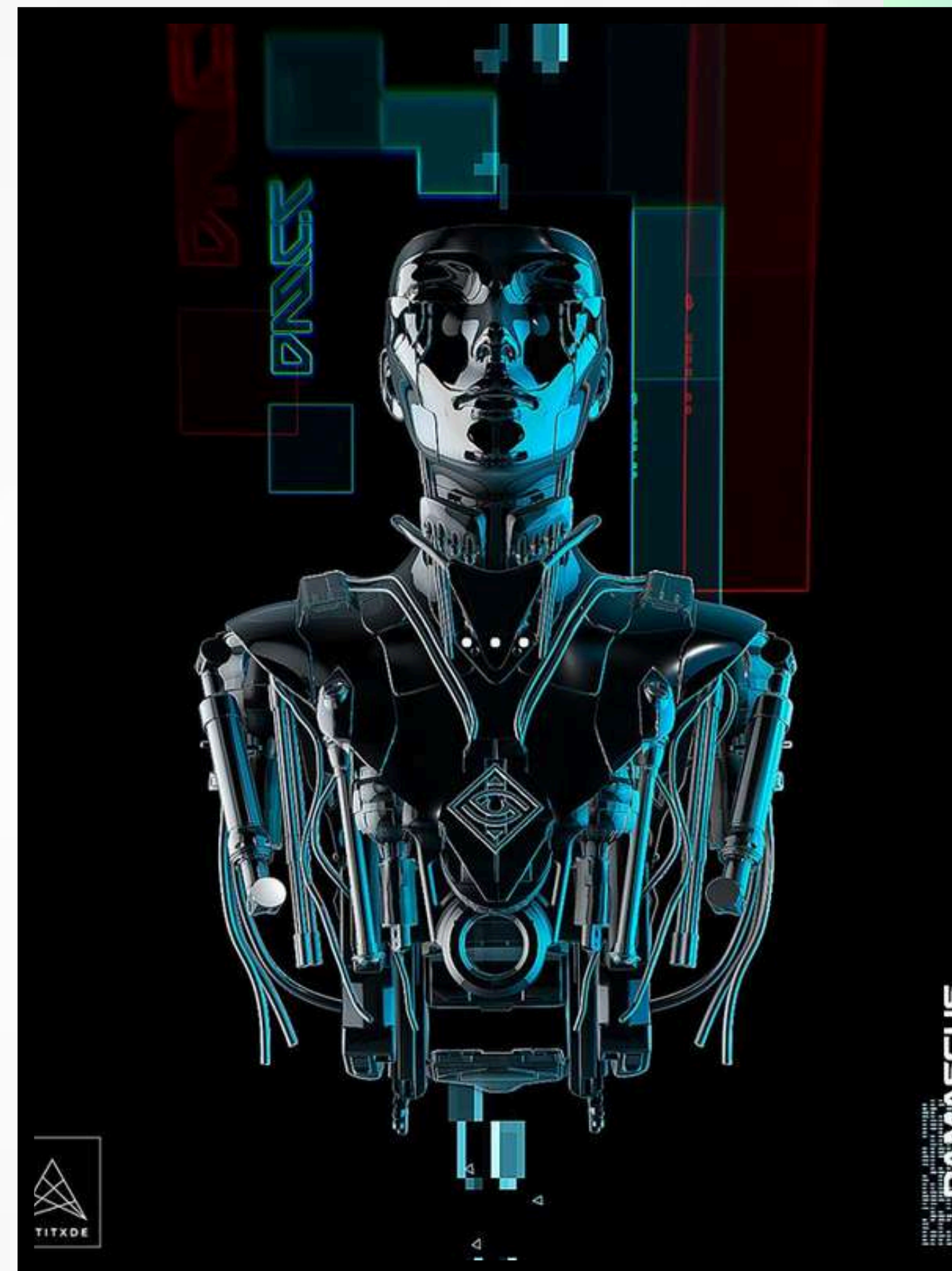


Brain-computer interface

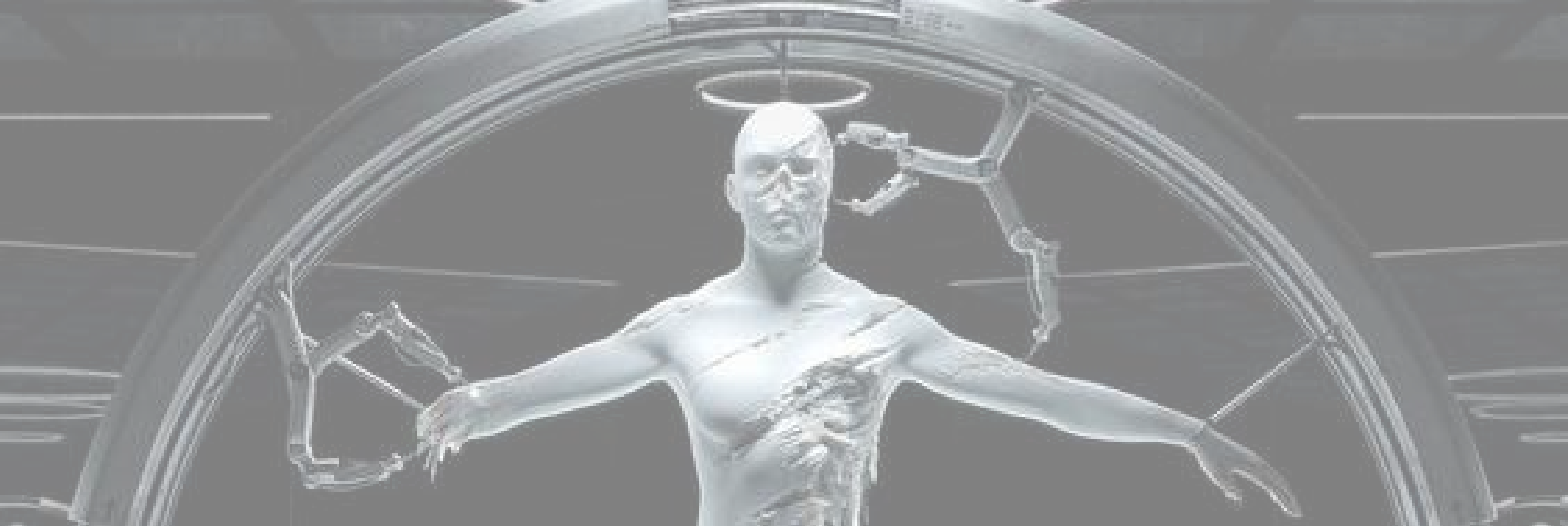
FURTHER STUDY AND WORK LIMITATIONS

نویسندگان میدانند که نتایج حاضر باید با احتیاط تفسیر شوند و برخی محدودیتهای مهم شایسته ذکر است. اولاً کاربردهای صنعتی پیش بینی شده BCI هنوز در اولین مراحل تحقیق و توسعه هستند. بنابراین، توسعه راه حل‌های قابل اعتماد و اخلاقی BCI که برای کاربران نهایی در زمینه های صنعتی تطبیق داده شده است لزوماً چندین سال طول میکشد.

ثانیا، تحقیقات متمرکز بر تجربه کاربران BCI بسیار نادر است و مطالعات بیشتر باید این بعد مهم را بررسی کند. اگرچه تجربه کاربران در حال حاضر شدیداً با ویژگیهای فنی راه حل‌های BCI مرتبط است، یک رویکرد کاربر محور مشابه پیشنهاد شده است. در نهایت باید به طور سیستماتیک در تحقیقات آینده قبل از در نظر گرفتن هرگونه استقرار در مقیاس بزرگ از چنین فناوری عصبی استفاده شود.



Brain-computer interface



THANK YOU

MEDICAL ENGINEERING
Brain-computer interface

HADI QASEMIAN JUNE 2023

