رصد فناوری

گروه الکترونیک، رباتیک و فناوری‌های کوانتومی

فناوری رابط مغز و رایانه

ریاست جمهوری
مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت

معرفی فناوری

ربات‌ها به سرعت در حال تبدیل شدن به بخشی از زندگی روزمره ما هستند و در حال حاضر در بخش‌های مختلف از قبیل صنعت و تولید، صنایع نظامی و امنیتی، حوزه‌های پزشکی و توانبخشی، آموزش و سرگرمی، لجستیک، حمل‌ونقل و ... حضور دارند. این گستردگی کاربرد، نیازمند توسعه یک پروتکل و راهکار ارتباطی جدید جهت تعامل و ارتباط پایا بین انسان و ربات می‌باشد تا انسان بتواند با دقت و اطمینان بالا و به صورت بلادرنگ عملکرد ربات را کنترل نماید. رابط مغز و رایانه راهکار جدیدی است که طی آن، سیگنال‌های فیزیولوژیکی مغز استخراج شده و به سیگنال‌های ارتباطی و کنترلی قابل فهم برای پردازنده‌های سیلیکونی تبدیل می‌شود. این در حالی است که تلاش برای دوسویه کردن این رابطه توسط محققان در حال انجام است به‌گونه‌ای که بتوان سیگنال‌های مغزی را نیز متاثر کرد. در حال حاضر فناوری‌های مبتنی بر ارتباط مغز و رایانه در حال توسعه بوده که پیش بینی می‌شود در سال‌های نه چندان دور به طور کامل تجاری سازی شود. توسعه این فناوری و استخراج و رمزگشایی کامل سیگنال‌های مغزی باعث خواهد شد تا علاوه بر ایجاد تحولی عظیم در نحوه برقراری ارتباط انسان با رایانه‌ها و تجهیزات، بتوان اذهان و افکار عمومی را خوانش و یا حتی کنترل و دستکاری نمود.

رابط مغز–رایانه (BCI)

چالش‌های فناورانه BCI

- تشخیص الگوهای تصمیم گیری با استفاده از تکنیک‌های پردازش سیگنال
- به حداقل رساندن یا حذف فعالیت‌های غیر ارادی یا غیر مرتبط با تصمیم گیری در مغز مانند پلک زدن
- نبود حسگرهایی که بتواند سیگنال‌های مغزی را با دقت و کیفیت بالا تشخیص دهد.

مکانیسم عملکرد BCI

۱- دریافت و ثبت سیگنال‌های مغزی توسط حسگرها؛

۲- پردازش سیگنال‌های ثبت شده توسط پردازنده؛

۳- استخراج الگوهای مغزی پس از پردازش سیگنال‌ها؛

۴- تبدیل الگوها به فرامین کنترلی مشخص و اجرای آن؛

۵- بازخورد از اجرای فرامین و انجام اصلاحات لازم.

انواع BCI

BCI های غیرتهاجمی
با استفاده از رابط‌های فناوری، سیگنال‌های عصبی مغز را دریافت می‌کنند.

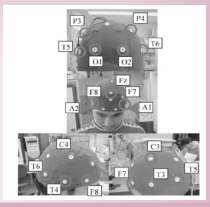
BCI های تهاجمی و نیمه تهاجمی
طی جراحی مغز و اعصاب مستقیماً در ماده خاکستری مغز یا در نزدیکی آن کاشته می‌شوند.

الکتروانسفالوگرام (EEG)
- الکترودها به پوست سر متصل می‌شوند.
- سیگنال‌های الکتریکی از طریق الکترودها در قسمت‌های خاصی از سر ثبت می‌شوند.
- پالس‌های ضبط شده به رایانه منتقل می‌شوند.
- از تکنیک‌های پردازش سیگنال برای بدست آوردن اطلاعات مفید جهت ایجاد توان کنترلی استفاده می‌شود.

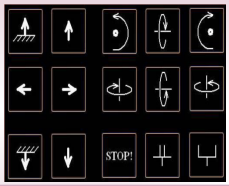
الکترومیوگرافی (EMG)
- EMG فعالیت الکتریکی تولید شده توسط عضلات اسکلتی را ارزیابی و اندازه‌گیری می‌کند.
- وقتی سلول‌های عضلانی از نظر الکتریکی و عصبی فعال می‌شوند، پتانسیل‌های الکتریکی تولید می‌کنند.
- ابزاری به نام الکترومیوگرافی برای اندازه‌گیری این پتانسیل‌ها استفاده می‌شود.

مگنتوآنسفالوگرافی (MEG)
- MEG با استفاده از مغناطیس‌سنج‌های حساس میدان‌های مغناطیسی ناشی از فعالیت الکتریکی در مغز را اندازه‌گیری می‌کند.
- دستگاه‌های تداخل کوانتومی ابررسانا (SQUIDS) سنسورهای بسیار حساس و کم سر و صدا برای تشخیص شار مغناطیسی بسیار ضعیف و تبدیل آنها به ولتاژ هستند.

آزمایش‌های اثبات فناوری

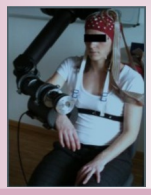


- در این تست ابتدا سیگنال‌های EEG توسط الکترودهای جایگذاری شده بروی سر جمع‌آوری گردید.
- سیگنال‌های تبدیل به فرامین کنترلی گردید.
- فرامین کنترلی برای حرکت و کنترل یک صندلی چرخدار استفاده شد.

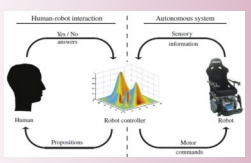


- در این آزمایش کاربر نمادی از ماتریس بصری که شامل دستورات مشخص به یک به یک جسم متحرک است را انتخاب می‌کند.
- سیگنال‌های مغزی ضبط و از طریق BCI به فرامین کنترلی ترجمه می‌شوند؛
- این BCI برای کنترل بازوی رباتیک نصب شده روی صندلی چرخدار(WMRA) استفاده شد.

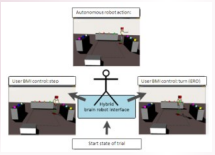
- در این آزمایش از اعصاب حسی بینایی برای کنترل یک بازوی رباتیک استفاده شد.
- این بازوی رباتیک که تحت عنوان Friend-II می‌باشد می‌تواند در توانبخشی افراد ناتوان و کم‌توان استفاده شود.



- ابتدا سیگنال‌های مغزی رمزگشایی و به سیگنال‌های کنترلی ترجمه شد.
- فرامین کنترلی برای کنترل حرکت یک ربات اسکلت خارجی بالاتنه استفاده گردید.
- از این روش برای فیزیوتراپی و توانبخشی بیماران دارای ناتوانی عضلانی استفاده گردید.

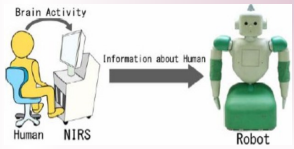


- در این آزمایش یک الگوی مسیریابی برای حرکت یک ربات نیمه مستقل متحرک جهت به حداقل رساندن نقش کاربر ارائه شده است.
- در این حالت کاربر نقش ناظر را دارد و ربات مجموعه‌ای از حرکات را پیشنهاد می‌کند و کاربر فقط باید آن‌ها را انتخاب یا رد کند.

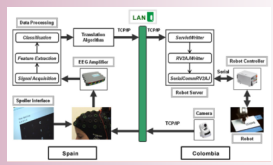


- در این حالت سیگنال‌های مغزی از طریق EEG استخراج شده و به فرامین کنترلی ترجمه گردید.
- از این فرامین برای کنترل یک ربات دستیار شخصی نیمه مستقل استفاده گردید.

- در این آزمایش یک بازوی رباتیک از طریق BCI و با استفاده از ماتریس بصری کنترل شد.
- از افراد خواسته شد تا نمادی را از ماتریس انتخاب کنند. سیگنال‌های مغزی پس از ثبت و پردازش به فرمان‌های کنترلی برای حرکت یک بازو در سه بعد تبدیل شد.



- در این آزمایش، سیگنال‌های فعالیت مغزی از طریق روش Spectroscopy Near InfraRed (NIRS) که یک روش طیف شناسی است ثبت شد.
- این سیگنال‌ها برای کنترل حرکت یک ربات انسان‌نما استفاده شد.



- در این آزمایش فرد یک کلمه را در ذهن خود متصور می‌شود.
- کلمه مورد نظر توسط BCI استخراج می‌شود.
- کلمه برای یک دستیار نوشتاری ارسال و بر روی کاغذ نوشته می‌شود.

برخی زمینه‌های کاربردی

- امنیتی و نظامی
- آموزشی و سرگرمی
- تولید و حمل‌ونقل
- پزشکی و توانبخشی