

اولین مسابقه ملی تحلیل داده های fNIRS با محوریت حافظه کاری

مقدمه:

از آنجا که تغییرات همودینامیکی در مغز با فعالیتهای عصبی ارتباط مستقیمی دارد، اخیراً، از طیف‌نگاری مادون قرمز نزدیک کارکردی^۱ بصورت گسترده‌ای برای پایش تغییرات غلظت اکسی/دی‌اکسی هموگلوبین ناشی از فعالیتهای کارکردی و در واقع پایش غیرمستقیم فعالیتهای عصبی در بافت ناحیه هدف از مغز استفاده شده است. امروزه سیستم‌های طیف نگاری مادون قرمز بعنوان سیستم‌های پایش قابل حمل^۲ و غیرتهاجمی^۳ که قابلیت تکرار آزمون به دفعات روی نمونه مورد نظر را دارند، مطرح شده و نزد متخصصین علوم اعصاب بعنوان مدالیته جدیدی برای ثبت فعالیتهای مغزی مورد توجه قرار گرفته است. این ابزار نوین امکان بررسی کارکردهای شناختی مغزی مانند: توجه، تصمیم‌گیری، استدلال، حافظه کاری، حل مسئله و طرح‌ریزی که بیشتر در قشر پیشانی مغز قرار دارند را در حین انجام تکالیف شناختی برای محققان فراهم می‌کند.

حافظه کاری بخش مهمی از عملکرد شناختی است که پایه و اساس یادگیری و حافظه است و ارتباط نزدیکی با دیگر رفتارهای شناختی دارد. توابع شناختی مغز مانند: زبان، درک، برنامه ریزی، استدلال و حل مسئله به حافظه کاری نیاز دارند. ظرفیت حافظه کاری برای هر فرد محدود است، اما می‌توان آن را آموزش داد تا در حفظ اطلاعات موثرتر باشد. مطالعات متعدد نشان داده است که مناطق مغزی فعال شده در حافظه کاری عمدتاً در قشر پیشانی قرار دارند و این قشر نقش مهمی در عملکرد حافظه کاری بازی می‌کند.

• پروتکل ثبت داده:

داده‌های این تحقیق توسط دستگاه ۴۸ کاناله به نام OxyMonfNIRS از شرکت Artinis موجود در آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز ثبت گردیده است. این دستگاه از قابلیت انتقال اشعه مادون قرمز در طول موج‌های ۷۳۰ و ۸۵۰ و فرکانس نمونه‌برداری ۱۰ هرتز برخوردار می‌باشد و می‌تواند به پوست نفوذ کند و قشر مغز را مورد بررسی قرار دهد.

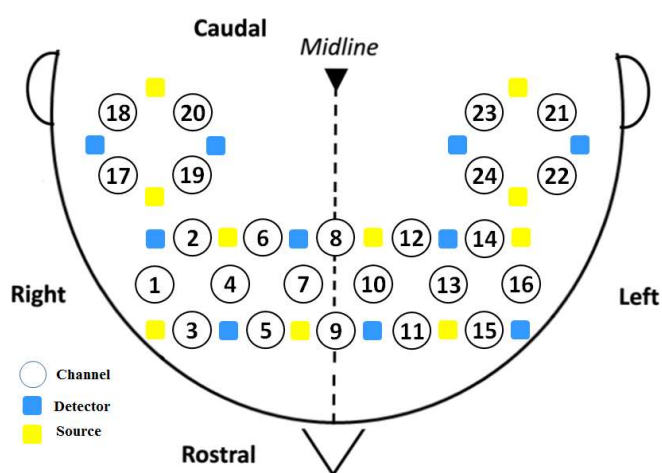
¹ Functional near infrared spectroscopy (fNIRS)

² Portability

³ Noninvasive

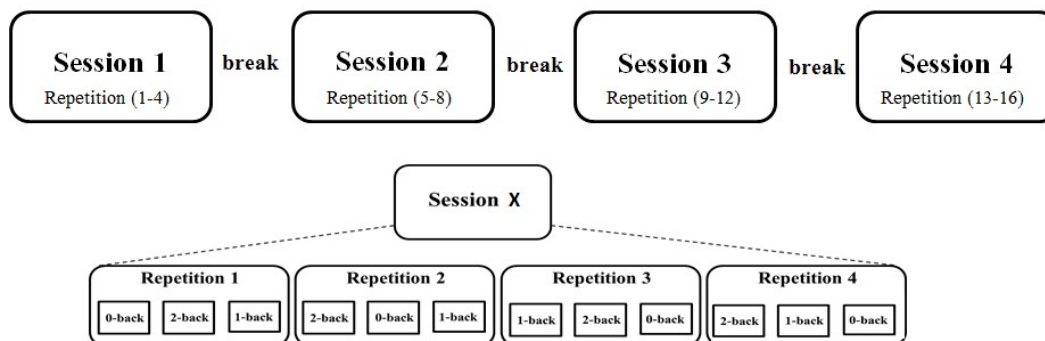
در ثبت داده‌های این تحقیق از ۱۰ فرستنده و ۱۰ آشکارساز استفاده شده است که می‌توانند ۲۴ ناحیه متفاوت مغزی را به طور همزمان نمونه‌برداری کنند (شکل ۱ را مشاهده کنید). فاصله بین هر فرستنده و آشکارساز یا هر کانال ۳ سانتی‌متر بوده و بنابراین دارای عمق نفوذ ۱,۵ سانتی‌متری می‌باشند. همچنین مقدار فاکتور^۴ DPF که به طول موج و سن شخص مورد آزمایش بستگی دارد و با توجه به سن هر کدام از شرکت‌کنندگان توسط دستگاه تعیین می‌شود. فاصله افراد شرکت‌کننده از صفحه نمایش ۰,۵ متر بوده و از آن‌ها خواسته شد تا روی صندلی مقابل نمایشگر بدون هیچ حرکتی بنشینند و پروب‌ها در مکان‌های موردنظر جایگذاری گردید.

این آزمون شامل چهار جلسه (Session) است و هر جلسه (Session) شامل چهار تکرار (Repetition) می‌باشد و هر تکرار (Repetition) دارای سه بلوک حافظه‌کاری (0-back, 1-back, 2-back) جهت انجام تکلیف (Task) است (شکل ۲ را مشاهده کنید). نمودار زمانی انجام آزمون در هر بلوک (برای یک تکلیف خاص) در شکل ۳ نمایش داده شده است. مدت زمان انجام هر تکلیف در هر بلوک ۶۲ ثانیه طول می‌کشد. در ابتدای هر بلوک ۵ ثانیه اول مربوط به Instruction، ۲ ثانیه Blank و سپس ۴۰ ثانیه تکلیف (Task) انجام می‌شود. همچنین در انتها، ۱۵ ثانیه استراحت (Rest) در نظر گرفته شده است. مدت زمان ۴۰ ثانیه‌ای تکلیف (Task) شامل ۱۶ عدد trial به مدت ۲,۵ ثانیه است که ابتدا تحریک توسط تصویر به مدت ۰,۵ ثانیه رخ می‌دهد و سپس ۲ ثانیه یک صفحه خالی نمایش داده می‌شود. کل طول مدت آزمایش در حدود یک ساعت می‌باشد. شکل ۲ پروتکل انجام آزمون را نشان می‌دهد.

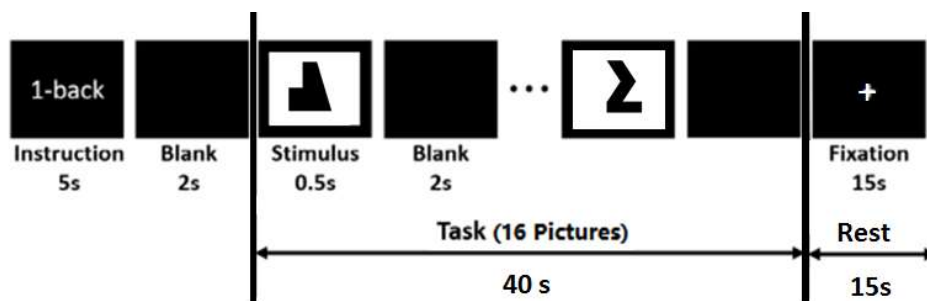


شکل ۱: چیدمان کانال‌ها و نواحی مغزی مرتبط با هر کانال.

^۴ Differential path length factor (DPF)



شکل ۲: پروتکل انجام آزمون.



شکل ۳: نمودار زمانی انجام یک بلوک آزمون.

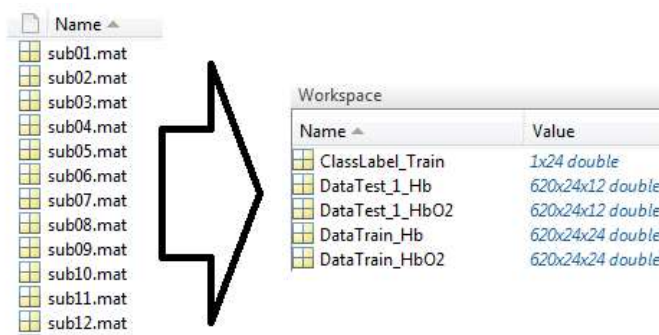
فرمت داده‌های مسابقه

داده‌های ۱۵ فرد در اختیار شرکت کنندگان قرار داده می‌شود. داده‌های آموزشی و آزمون در این مسابقه شامل بلوک‌های جدا شده از داده اصلی هستند که توسط پروتکل توضیح داده شده است. هیچگونه پیش پردازشی بر روی داده‌های اولیه انجام نشده است. بنابراین داده‌های جدا شده سیگنال‌های اولیه مربوط به Hb و HbO2 می‌باشد.

برای هر یک از افراد یک فایل با نام sub#.mat ارائه شده است که # نشانگر شماره فرد آزمودنی است. این فایل حاوی پنج متغیر DataTrain_HbO2، DataTrain_Hb، DataTest_1_HbO2، DataTest_1_Hb و ClassLabel_Train می‌باشد. سه ماتریس DataTrain_HbO2، DataTrain_Hb و ClassLabel_Train مربوط

به مرحله آموزش می‌باشند. ماتریس‌های DataTrain، ماتریس‌هایی سه بُعدی با ابعاد $(620 \times 24 \times 24)$ می‌باشند. بُعد اول (ردیف) نمایانگر نمونه‌ها؛ بُعد دوم (ستون‌ها) نمایانگر کانال‌ها و بُعد سوم، متناظر با trialهای ثبت شده است که برابر با ۲۴ trial (مربوط به ۲ اجرا) می‌باشد. ماتریس ClassLabel_Train با ابعاد (1×24) می‌باشد که عدد ۲۴ متناظر با تعداد trialهای ثبت شده است. داخل این ماتریس هر کلاس حافظه‌کاری (0-back, 1-back, 2-back) با یک عدد ۱، ۲ و ۳ مشخص شده‌اند (ترتیب اعداد متناظر با نوع آزمون نیست).

دو ماتریس DataTest_1_HbO2، DataTest_1_Hb مربوط به مرحله آموزش می‌باشند. ماتریس‌های DataTest، ماتریس‌هایی سه بُعدی با ابعاد $(620 \times 24 \times 12)$ می‌باشند. بُعد اول (ردیف) نمایانگر نمونه‌ها، بُعد دوم (ستون‌ها) نمایانگر کانال‌ها و بُعد سوم ۱۲، متناظر با trialهای ثبت شده است. توجه داشته باشید که داده‌های DataTest دارای ماتریس برچسب ClassLabel نمی‌باشند و مشخص نیست هر trial متعلق به کدام کلاس است. فرمت متغیرهای داخل هر فایل آزمودنی به صورت گرافیکی در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: متغیرهای داخل هر فایل sub#.mat.

سوال مسابقه

از شرکت‌کنندگان می‌خواهیم الگوریتمی ارائه کنند که قادر به جداسازی سه کلاس حافظه کاری باشند. بنابراین تعیین برچسب داده‌های آزمون برای هر فرد ملاک می‌باشد و امتیاز شرکت‌کنندگان برحسب تعداد پاسخ‌های صحیح تشخیص داده شده محاسبه خواهد شد.

فرمت پاسخ ارسالی هر گروه

۱. گزارش کتبی شامل بلوک دیاگرام کلی الگوریتم و توضیحات دقیق جزئیات روشهای استفاده شده برای همه مراحل پردازش و اعتبارسنجی الگوریتم‌های پیشنهادی روی داده‌های آموزش مشخص شود (حداکثر ۶ صفحه).

⁵ Sample point

۲. شرکت کنندگان برای ارزیابی نتایج، می‌بایست یک فایل با نام Result.mat ارائه کنند که در آن یک متغیر به نام Result با ابعاد $(S \times 12)$ یا (15×12) وجود دارد. پارامتر S برابر با تعداد آزمودنی (یعنی ۱۵ نفر) می‌باشد. ستون‌ها برچسب کلاس مربوط به تکلیف مربوط به trial ها را نشان می‌دهند و حاوی اعداد ۱، ۲ و ۳ می‌باشند. هر ردیف متناظر با شماره آزمودنی (فرد) می‌باشد که شماره آنها در داده‌های Test مشخص شده‌اند.

توجه: نتایجی که به غیر از فرمت اعلام شده ارسال شوند، بررسی نشده و از روند مسابقه خارج خواهند شد. لذا شرکت کنندگان محترم فایل نتایج را حتماً با نام و فرمت اعلام شده ارسال نمایند.

داوری و ارزیابی

گزارش‌ها و نتایج ارسالی در اختیار داوران قرار می‌گیرند. پس از ارزیابی داوران، تیم‌های برگزیده جهت شرکت در آزمون حضوری دعوت خواهند شد که بایستی به همراه کامپیوترهای شخصی خود و تمامی برنامه‌های مورد استفاده در محل آزمایشگاه حاضر شده و پس از بازبینی اولیه کدهای نوشته شده توسط داوران، با دریافت داده های تست نهایی به پردازش و طبقه‌بندی آنها بپردازند.