

طراحی و پیاده سازی سیستم دروغ سنجی مبتنی بر سیگنال الکتروانسفالوگرافی (EEG)

*الیاس ابراهیم زاده^۱، سید محمد علوی^۲، فرشید صمصامی خداداد^۳

تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۹۱/۹/۲۲

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۹۱/۷/۲

چکیده

سابقه و هدف: در روش های دروغ سنجی مغزی که در سال های اخیر به عنوان یک جایگزین برای سیستم های دروغ سنجی کلاسیک مطرح شده اند، کار تشخیص بین افراد راستگو و دروغگو با بررسی سیگنال های مغزی ثبت شده در طی آزمون خاص دروغ سنجی انجام می شود. این مقاله با هدف بالا بردن کارایی و ارائه روشی توانمند به منظور تشخیص فرد گناه کار در سیستم های دروغ سنجی با استفاده از سیگنال های مغزی ارائه شده است.

مواد و روش ها: روش استفاده شده مبتنی بر استخراج مولفه شناختی P300 از سیگنال مغزی است. بدین منظور ابتدا پروتکل آزمون بر اساس روش Odd-ball (باز شناسی چهره مخفی شده) طراحی گردید. این آزمون بر روی ۱۶ فرد اجرا شد و سیگنال های مغزی آنها ثبت گردید. سپس، بعد از پیش پردازش به استخراج دامنه P300 از سیگنال مغزی هریک از افراد و در نهایت از طریق روش مقایسه دامنه Bootstrapped Amplitude Difference (BAD) به جدا سازی افراد گناه کار و بی گناه پرداخته شده است.

یافته ها: نتایج نشان می دهند که روش پیشنهادی ۷ فرد از میان ۸ فرد گناه کار و ۸ فرد از میان ۸ فرد بی گناه را به طور صحیح تشخیص داده است و صحت ۹۳/۷۵٪ را گزارش می کند بنا بر این روش پیشنهادی توانمندی لازم جهت تمایز بین افراد خطا کار و بی گناه را داراست.

بحث و نتیجه گیری: غنای اطلاعاتی بالای سیگنال های مغزی و ارتباط مستقیم آنها با فعالیتهای شناختی مغز، و همچنین توانمندی روش پیشنهادی با توجه به نتایج بدست آمده، دلایل کافی جهت استفاده از چنین روشی برای تشخیص فرد گناه کار از بی گناه را فراهم می آورد. علاوه بر این، میزان توانایی فرد برای کنترل پارامترهای سیگنال مغزی و ایجاد حالات دروغین نیز در این روش کمتر از روش های قبلی است.

کلمات کلیدی: سیستم دروغ سنجی، سیگنال مغزی، مؤلفه شناختی P300

مقدمه

یکی از موضوع های کاربردی مطرح در زمینه مؤلفه های شناختی مغز، مسئله دروغ سنجی مبتنی بر سیگنال های مغزی است. در روش های دروغ سنجی مغزی که در سال های اخیر به عنوان یک جایگزین برای سیستم های دروغ سنجی کلاسیک مطرح شده اند، کار تشخیص بین افراد راستگو و دروغگو با بررسی سیگنال های مغزی ثبت شده در طی آزمون خاص دروغ سنجی انجام می شود. پردازش سیگنال

همواره یکی از دغدغه های دستگاه های امنیتی و قضایی عدم قطعیت تشخیص در صحت و سقم گفتار افرادی است که با آنها سروکار دارند. بدیهی است سیستم های دروغ سنجی تنها در صورتی توسط دستگاه های مذکور پذیرفته خواهند شد که از میزان صحت بالا در جوامع آماری بزرگ برخوردار باشند.

۱- پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه شاهد، گروه مهندسی پزشکی (* نویسنده مسئول)

تلفن: ۰۹۱۲۳۳۵۷۵۹۰ آدرس الکترونیک: Elias.Ebrahimzadeh@yahoo.com

۲- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه امام حسین (ع)، دانشکده و پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات

۳- پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، گروه مهندسی برق

که تحریک پروب (P) وسیله سوژه خطا کار شناسایی می شود (حتی اگر سوژه در ظاهر انکار نماید) و بنابراین یک تحریک غیرمنتظره و معنی دار برای وی خواهد بود که باعث بروز P_{300} می گردد. ولی سوژه بی گناه تفاوتی بین تحریک پروب و تحریک های غیر مرتبط (I) حس می کند و بنابراین برای تحریک پروب (P) مؤلفه P_{300} ظاهر می گردد یا یک P_{300} با دامنه ضعیف ظاهر می شود. تحریک های هدف (T) به علت آشنا بودن و کاری که روی آنها تعریف شده، در هر دو دسته از سوژه ها (خطا کار و بی گناه) باعث بروز مؤلفه P_{300} می شوند تحریک های غیر مرتبط نیز به دلیل نا آشنا بودن برای تمام سوژه ها باعث بروز P_{300} نخواهد شد. Rosenfeld و همکارانش بر اساس این فرضیه، دامنه قله P_{300} در سؤالات (1) Prob (P) را مورد مقایسه قرار دادند (۱۰، ۱۱) از سوی دیگر Donchin و Farwell بر اساس همین فرضیه، همبستگی بین سؤالات Target (T) و Prob (P) با همبستگی بین سؤالات او و P مقایسه کرده اند و نشان داده اند در سوژه های خطا کار همبستگی P-T بزرگتر از همبستگی P-I می باشد در سوژه های بی گناه عکس این حالت رخ می دهد (۱۲).

مواد و روش

جامعه و نحوه ثبت دادگان

برای ثبت سیگنال EEG از سه الکتروود Pz، Fz و Cz به همراه الکترودهای EOG استفاده شده است. فرکانس نمونه برداری ۲۵۶ هرتز می باشد. در این تحقیق از دادگان مربوط به ۱۶ نفر که در آزمون دروغ سنجی شرکت کرده اند و سیگنال های مغزی شان ثبت گردیده، استفاده شده است. ۸ نفر دروغگو و ۸ نفر راستگو می باشند. نحوه اجرای آزمون بر اساس الگوی رفتاری در مرجع (۱۳) بدین ترتیب است که سوژه در برابر صفحه نمایش قرار می گیرد و پس از آن ۷ تصویر هر یک با ۵۰ مرتبه تکرار به صورت تصادفی به سوژه نشان داده می شوند. زمان نمایش هر تصویر ۱ ثانیه و فواصل بین تصاویر نیز یک ثانیه در نظر گرفته می شود. از میان این ۷ تصویر، یک مورد مربوط به چهره شخصی است که سوژه قطعا آن را می شناسد (هدف)، ۵ تصویر مربوط به چهره افرادی است که برای شرکت کننده آشنا نیستند (غیر مرتبط) و در نهایت یک تصویر که تنها برای افراد گناهکار شناخته شده می باشد (پروب). دو کلید به شرکت کنندگان داده می شود که از طریق آن ها هر شرکت کننده به

الکتریکی مغزی در دروغ سنجی از اوایل دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید (۱). تنها در معدودی از تحقیقات صورت گرفته در زمینه دروغ سنجی مغزی از EEG زمینه استفاده شده است (۲). اما روش رایج تر، مبتنی بر استفاده از پتانسیل های وابسته به رخداد می باشد. در این روش از مولفه شناختی P_{300} موجود در سیگنال های مغزی برای کشف دانش فرد خطا کار استفاده می شود (۳، ۴). نشان داده شده است هنگامی که چندین تحریک به صورت متوالی به مغز اعمال می گردد که یکی از آن ها غیر معمول بوده و با احتمال کمتری روی می دهد، ادراک این تحریک غیر معمول توسط شخص، سبب ظهور مولفه P_{300} می گردد (این روال الگوی oddball نامیده می شود) (۵). اساس روش دروغ سنجی مغزی این گونه است که جزئیات وقوع جرم برای فرد مجرم مفهوم دار است، اما همین جزئیات برای مظنونین بی گناه مفهومی ندارد بنابراین چنانچه این اطلاعات، در قالب الگوی oddball به افراد مظنون ارائه گردد در افراد مجرم سبب ظهور P_{300} می گردد (۶). اگرچه در بسیاری از تحقیقات قبلی حساسیت P_{300} نسبت به باز شناسی اشیا و لغات مورد بررسی قرار گرفته است (۷)، اما نشان داده شده است P_{300} نسبت به چهره آشنا نیز حساس است و ظهور مولفه P_{300} در هنگامی که شخص بخواهد چهره آشنا را مخفی کند، قوی تر خواهد بود (۶). آشکار سازی P_{300} در آزمون دروغ سنجی از اهمیت بالایی برخوردار است. یک روش متداول در استخراج P_{300} ، متوسط گیری از تک ثبت های حاوی این مولفه می باشد. در روش متوسط گیری فرض می شود سیگنال زمینه EEG ماهیتی عامل مخل گونه داشته و در نتیجه در اثر متوسط گیری از بین می رود و P_{300} که ماهیتی غیر تصادفی دارد، باقی می ماند. یک عیب این روش لزوم استفاده از تعداد زیادی تک ثبت به منظور متوسط گیری و استخراج P_{300} می باشد (۸). با توجه به مشکلات موجود در ثبت طولانی مدت، همواره لزوم استفاده از روش هایی که مبتنی بر تعداد کمتری تک ثبت باشند مطرح بوده است. تاکنون استفاده از ویژگی های حوزه زمان، فرکانس و زمان-فرکانس در آشکار سازی P_{300} از روی سیگنال های تک ثبت در دروغ سنجی گزارش شده است (۷، ۹).

در این تحقیق برای تشخیص فرد خطا کار از بی گناه از روی سیگنال های تک ثبت، از روش مقایسه دامنه Bootstrapped Amplitude Difference (BAD) استفاده شده است. فرضیه اصلی در تحلیل داده های اخذ شده با پروتکل تک ثبت در این روش این است

که: «در افراد خطا کار تحریک‌های غیرمنتظره و معنی‌دار (Target (T) و Prob (P) منجر به تولید پاسخ‌های مغزی $P300$ دار مشابهی خواهند شد، در حالی که در سوژه‌های بی‌گناه، پاسخ به تحریک P، بیشتر شبیه پاسخ به تحریک Irrelevant (I) خواهد بود» بر این اساس با مقایسه تحریک P با تحریک‌های I و T می‌توان معیاری برای اطلاع یا عدم اطلاع سوژه از مورد پروب به دست آورد. شکل ۱ سیگنال مغزی یک فرد خطا کار را بعد از متوسط‌گیری، در هر سه حالت هدف پروب و غیر مرتبط نشان می‌دهد.

روش مقایسه دامنه Bootstrapped Amplitude Difference (BAD)

در روش BAD، دامنه $P300$ در تصویر پروب (P) با دامنه آن در تصویر هدف (T) و غیر مرتبط (I) مقایسه می‌شود. انتظار می‌رود در سوژه‌های خطا کار $P > I$ و P با T مشابه باشد و در مقابل، در سوژه‌های بی‌گناه $T > P$ و P با I مشابه باشند. در این تحقیق برای اندازه‌گیری دامنه $P300$ از محاسبه دامنه پیک تایپیک استفاده شده. به این ترتیب که پس از متوسط‌گیری از تک ثبت‌ها و استخراج مولفه $P300$ ، ابتدا در محدوده ۴۰۰ تا ۹۰۰ میلی ثانیه بعد از تحریک، یک پنجره ۱۰۰ میلی ثانیه با ماکزیمم مقدار متوسط دامنه جستجو می‌شود. نقطه وسط این بازه به عنوان قله مثبت $P300$ در نظر گرفته می‌شود. سپس یک جستجوی دیگری برای یک بازه ۱۰۰ میلی

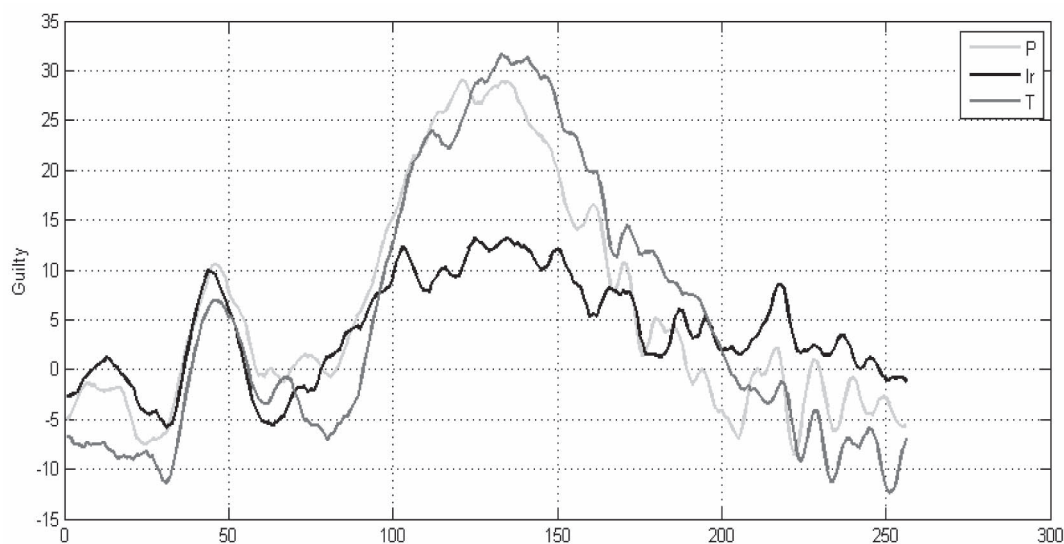
این پرسش پاسخ می‌دهد که تصویر نمایش داده شده را می‌شناسد یا خیر. تمام سوژه‌ها در هنگام مشاهده تصویر هدف اعلام می‌کنند آن را می‌شناسند اما در مواجهه با تصاویر غیرمرتبط و پروب به این پرسش پاسخ منفی می‌دهند. بدیهی است پاسخ افراد خطا کار (دروغگو) به تصویر پروب با واقعیت مطابقت ندارد؛ بنابراین در افراد بی‌گناه مولفه $P300$ تنها در تصاویر هدف ظاهر می‌گردد و این در حالی است که در افراد خطا کار (دروغگو) علاوه بر تصاویر هدف، تصاویر پروب نیز دارای $P300$ می‌باشند. با بررسی وجود و یا عدم وجود $P300$ در تحریک پروب می‌توان در مورد گناهکار بودن یا بی‌گناهی سوژه نظر داد.

پیش‌پردازش

در این تحقیق تنها از دادگان کانال Pz مربوط به تصاویر پروب، در هر دو گروه گناهکار و بی‌گناه استفاده شده است. تک‌ثبت‌های یک ثانیه‌ای مربوط به تحریکات پروب در هر دو گروه گناهکار و بی‌گناه پس از اعمال فیلتر ۰/۷ تا ۳۵ هرتز با آستانه تعیین شده برای EOG مقایسه می‌شوند. در این مرحله تعدادی از تک ثبت‌ها کنار گذاشته می‌شوند. آستانه EOG بصورت تجربی تعیین می‌گردد.

روش پژوهش

اولین گام برای تشخیص افراد خطا کار و بی‌گناه از یکدیگر این است



شکل ۱- نمایش ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط‌گیری شده برای یک فرد خطا کار، بعد از نمایش تصویر هدف (خاکستری پررنگ) - بعد از نمایش تصویر غیرمرتبط (مشکی) - بعد از نمایش تصویر پروب (خاکستری کم رنگ)

فیلتر روی ابتدای تمام تک ثبت‌ها، این فیلتر قبل از جدا کردن تک ثبت‌ها بر روی سیگنال پیوسته اعمال گردید. بررسی فیلترهای با فرکانس قطع مختلف نشان داد که فرکانس قطع حدود ۴/۴۵ هرتز مناسب‌ترین انتخاب است.

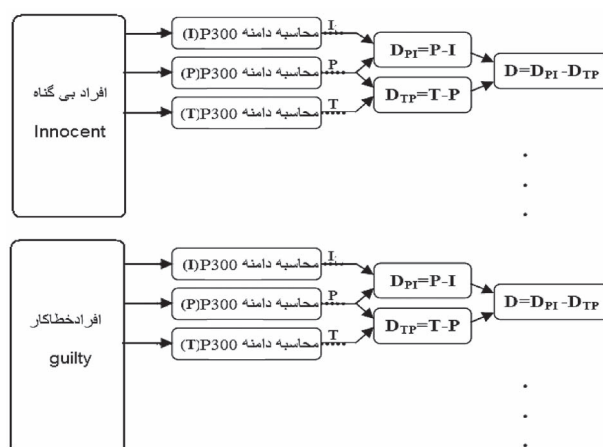
یکی از مسائلی که هنگام تعیین یک آستانه مناسب در روش BAD که برای همه افراد قابل اعمال باشد به نظر می‌رسد، این است که تأثیر انرژی کلی سیگنال‌های مختلف گرفته شده از افراد مختلف روی این آستانه چگونه است به عبارت دیگر ممکن است بعضی از افراد کلاً دارای دامنه سیگنال بزرگتری در تمامی ثبت‌ها باشند و یک آستانه ثابت قابل استفاده برای همه افراد نباشد بدین منظور در روش BAD قبل از محاسبه دامنه P_{300} میانگین‌های بدست آمده به مقدار متوسط انرژی سیگنال‌های فرد مورد بررسی تقسیم گردید (۱). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که این روند دقت روش BAD را بهبود داده است.

یافته‌ها

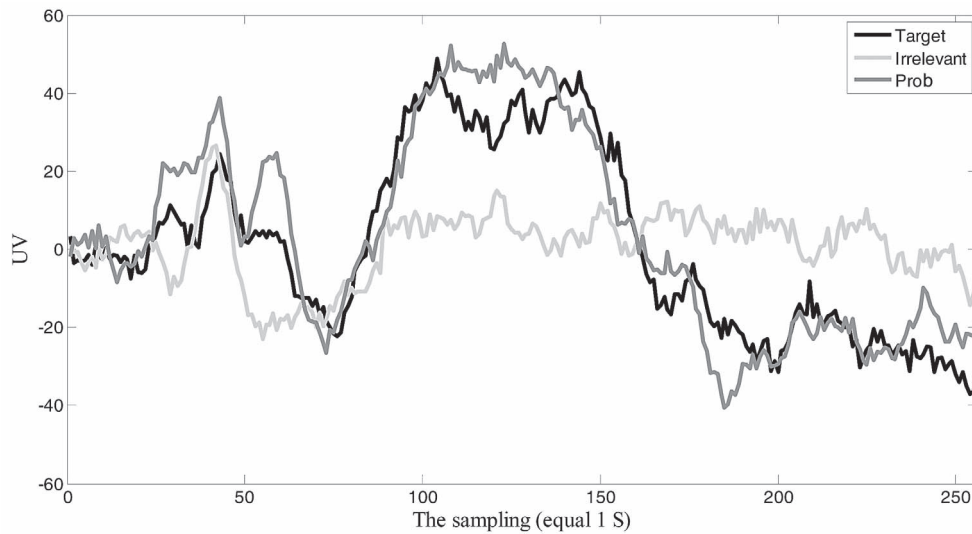
با وجود ثبت سیگنال‌های مغزی از هر سه کانال Pz و Cz و Fz با توجه به اینکه در اغلب تحقیقات منتشر شده، دامنه مؤلفه P_{300} در کانال Pz قوی‌تر از سایر کانال‌ها گزارش شده است (۱۴). در این تحقیق نیز نتایج مربوط به کانال Pz مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۳ دو نمونه از هر گروه خطا کار و بی‌گناه می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود در افراد خطا کار که با دیدن تصویر آشنا (و انکار آن) مؤلفه P_{300} در سیگنال مغزی نمایان شده است. در افراد بی‌گناه که تصاویر پروب آنها افراد نا آشنا هستند (مطابق گفتارشان) هیچ مؤلفه P_{300} نشان داده نشده. نتایج، میانگین دفعات تکرار تصاویری است که برای فرد به نمایش در آمده که برای هر فرد نزدیک ۴۵ تا ۵۰ مرتبه می‌باشد. در هر تصویر نمودار آبی سیگنال مغزی ۱ ثانیه بعد از تحریک برای نمایش تصویر هدف می‌باشد. به همین ترتیب نمودار سبز بیان گر سیگنال مغزی بعد از نمایش تصویر غیر مرتبط (نا آشنا) و نمودار قرمز بیانگر سیگنال مغزی بعد از تصویر پروب است. که در افراد خطا کار این تصویر فردی آشنا و برای فرد بی‌گناه تصویر فردی نا آشنا می‌باشد که متقابلاً باعث ایجاد و عدم ایجاد مؤلفه P_{300} در سیگنال مغزی می‌شود. در روش BAD درصد پاسخ‌های پروبی که دامنه P_{300} در آنها به

ثانیه‌ای با ماکزیمم مقدار متوسط دامنه منفی، بین نقطه تاخیر P_{300} تا انتهای ثبت جستجو می‌شود. مقدار این قله منفی نیز محاسبه می‌شود. تفاضل قله‌های مثبت و منفی محاسبه شده دامنه $P-P$ مربوط به P_{300} در این ثبت را می‌دهد. بر اساس آنچه گفته شد ابتدا از بین مجموعه تک ثبت‌های گروه خطا کار متوسط گیری شده و دامنه P_{300} در این متوسط محاسبه می‌گردد برای هر سه حالت غیر مرتبط، هدف و پروب. سپس با توجه به دامنه‌های محاسبه شده برای هر فرد، میزان اختلاف P و I ($D_{PI}=P-I$) و همچنین اختلاف بین دامنه P و T ($D_{TP}=T-P$) به دست می‌آید. سپس معیار اصلی تصمیم گیری $D=D_{PI}-D_{TP}$ خواهد بود. بنابر این هر چه این مقدار بیشتر باشد، با قاطعیت بیشتری می‌توان گفت که تحریک پروب بیشتر شبیه تحریک هدف بوده است و بنابر این سوژه خطا کار است. در واقع D معیار برای اطمینان از خطا کار بودن سوژه است و با در نظر گرفتن یک آستانه روی آن می‌توان حکم به خطا کار بودن سوژه داد. واضح است که هر چه این آستانه بزرگ‌تر فرض شود، قطعیت جواب بیشتر خواهد بود ولی در مقابل ممکن است تعدادی از سوژه‌های واقعاً خطا کار تشخیص داده نشوند. مناسب‌ترین آستانه ممکن که بهترین دقت برابر را در دو گروه به ما بدهد مقدار حدود ۴۵ است که به تشخیص هر دو گروه منجر می‌گردد. شکل ۲ بلوک دیاگرام روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

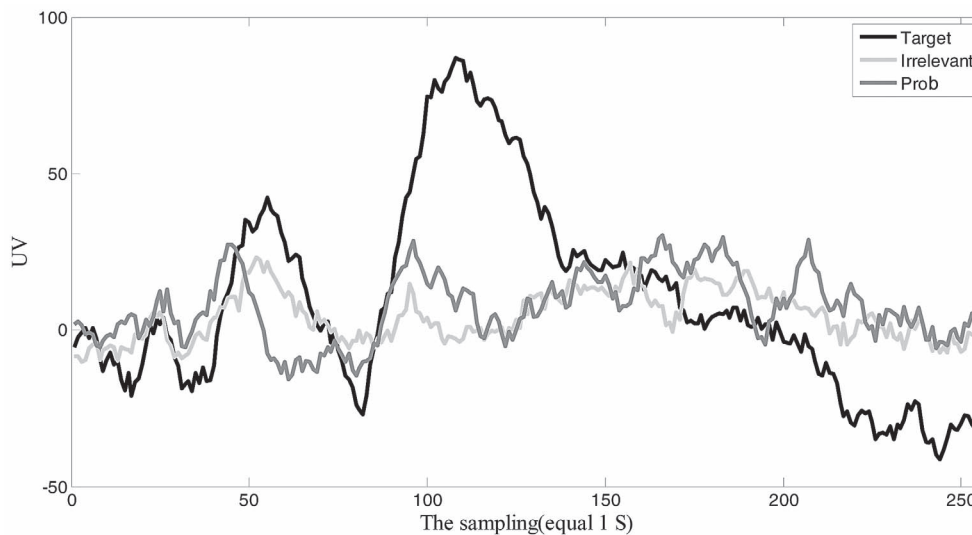
با توجه به اینکه روش BAD بر اساس محاسبه دامنه موج P_{300} کار می‌کند و با در نظر گرفتن محتوای فرکانس پایین مؤلفه P_{300} می‌باشد، بنابر این قبل از محاسبه دامنه، نوسانات اضافی روی سیگنال با یک فیلتر فرکانسی پایین گذر گرفته شد. برای حذف اثر گذرای



شکل ۲- بلوک دیاگرام روش مقایسه دامنه (BAD)



الف

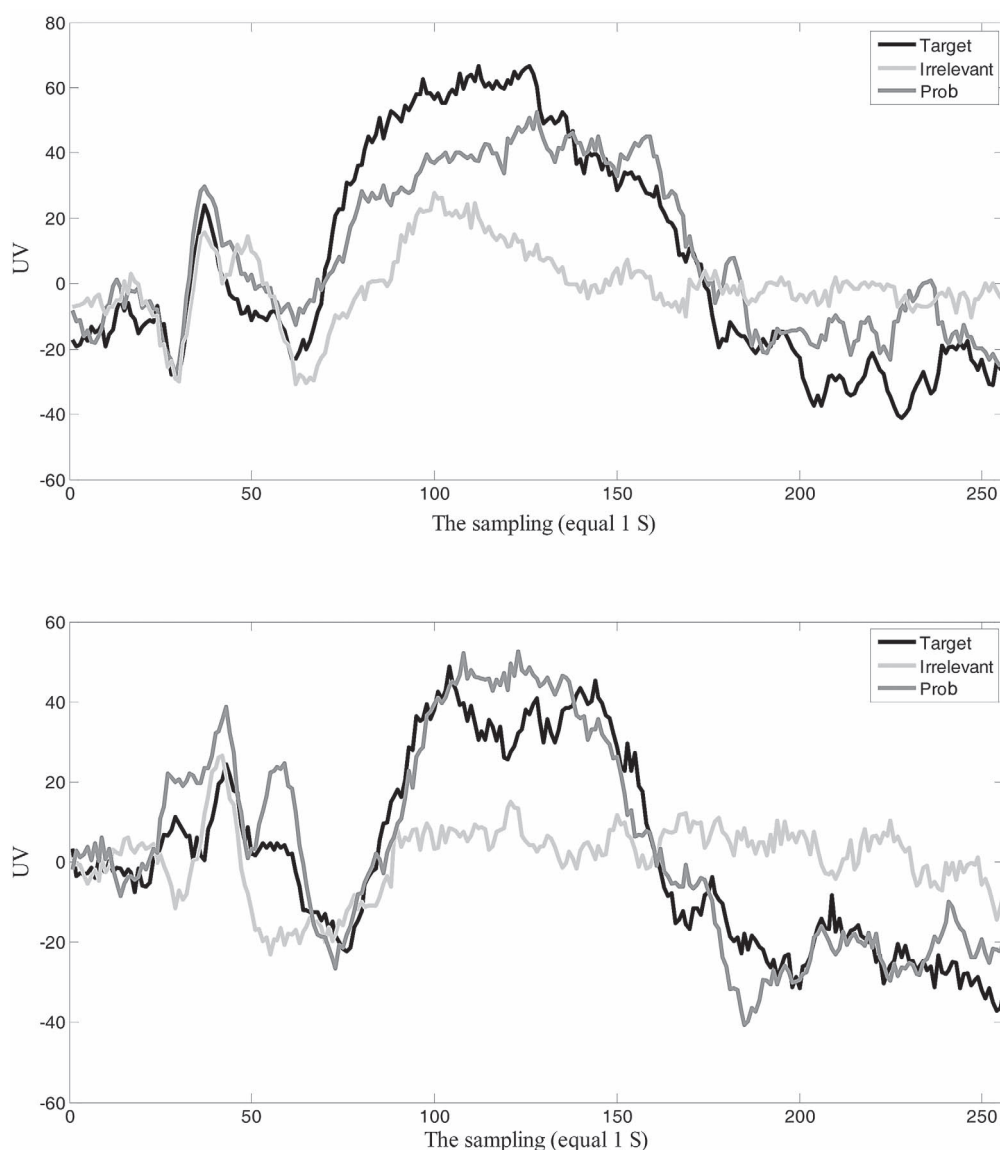


ب

شکل ۳- الف) ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط گیری شده مربوط به فرد خطا کار (ب) ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط گیری شده مربوط به فرد بی گناه

توجه به نتایج به دست آمده، دلایل کافی جهت استفاده از چنین روشی برای تشخیص فرد گناه کار از بی گناه را نسبت به روش های مبتنی بر خروجی سیستم اعصاب خودکار (مثل نرخ ضربان قلب، فشار خون و نرخ تنفس و غیره) فراهم می آورد. علاوه بر این، میزان توانایی فرد برای کنترل پارامترهای سیگنال مغزی و ایجاد حالات دروغین نیز در این روش کمتر از روش های قبلی است. از طرفی به دلیل اهمیت و حساسیت بسیار این موضوع در مسائل امنیتی و قضایی، روش پیشنهادی می تواند راهکارهای به مراتب بهتری در جهت پی بردن به صحت و سقم گفتار افراد متهم، در اختیار سازمان های زیربط قرار دهد.

پاسخ های هدف نزدیک تر از پاسخ های غیر مرتبط است، به عنوان پارامتر خروجی D محاسبه می گردد. هرچه این مقدار بزرگ تر باشد، احتمال خطا کار بودن فرد بیشتر است. در شکل ۴ تفاوت سیگنال بین دو فرد خطا کار را مشاهده می کنید که از طریق روش مقایسه دامنه نیز این تفاوت کاملاً مشهود است. نتایج نشان می دهند که روش پیشنهادی ۷ فرد از میان ۸ فرد گناه کار و ۸ فرد از میان ۸ فرد بی گناه را به طور صحیح تشخیص داده است. نتایج به دست آمده صحت ۹۳/۷۵٪ را گزارش می کنند بنا بر این روش پیشنهادی توانمندی لازم جهت تمایز بین افراد خطا کار و بی گناه را داراست. غنای اطلاعاتی بالای سیگنال های مغزی و ارتباط مستقیم آن ها با فعالیت های شناختی مغز و همچنین توانمندی روش پیشنهادی با



شکل ۴- مقایسه بین مؤلفه‌های شناختی P300 در سیگنال مغزی دو فرد خطاکار

بحث و نتیجه‌گیری

سنجیده می‌شود. اعمال این تغییر، دقت به دست آمده از روش BAD را از ۸۱/۲۵ درصد برای حالت استاندارد (مقایسه یک طرفه) به ۹۳/۷۵ درصد برای حالت مورد استفاده در این پروژه (مقایسه دو طرفه) افزایش داد. در کار مشابهی که مرجع (۱) با استفاده از روش BAD (مقایسه دو طرفه) بر روی دادگان منتجه با توجه به پروتکل تعریف یک جرم ساختگی انجام داد، صحت ۷۳ درصد گزارش شده است. از آنجا که مقادیر درصد صحت گزارش شده توسط هر گروه، علاوه بر روش پردازشی مورد استفاده آنها، به شدت به پروتکل مورد استفاده نحوه اجرای آزمایشات و سوژه‌های مورد استفاده وابسته است لذا امکان مقایسه کارایی روش‌های پردازشی

روش BAD یکی از روش‌های پردازشی استفاده شده برای تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری در مورد سوژه است که بر اساس ایده‌های Rosenfeld و با مقایسه دامنه قله P300 در تصویر پروب با تصویر هدف و غیر مرتبط عمل می‌کند. لازم به ذکر است که در شکل اولیه این روش که در مطالعات Rosenfeld و همکارانش مورد استفاده قرار گرفته است، دامنه P300 پاسخ پروب تنها با دامنه P300 پاسخ غیرمرتبط مقایسه می‌شود و در صورتی که اختلاف آنها از یک آستانه بزرگ‌تر باشد، فرد خطاکار شناسایی می‌شود (۱)، ولی در این تحقیق فاصله دامنه قله پاسخ پروب از هر دو طرف با پاسخ‌های هدف و غیرمرتبط

که فرد هنگام بیان حقیقت با رجوع به حافظه واقعی، سخنان خود را تنظیم می‌کند ولی در بیان سخن خلاف واقعیت، از آنجایی که این اطلاعات در حافظه وجود ندارند لذا فرد با بازیابی یک سری اطلاعات جنبی، مطلب خلاف واقعیت را در ذهن خود تولید می‌کند. بدین ترتیب انتظار می‌رود که در هر یک از این دو حالت، بخش‌های مختلفی از مغز وارد عمل شوند و با ردیابی آن‌ها بتوان این حالات را از یکدیگر تفکیک نمود.

به کار برده شده، در کنار هم وجود ندارد. هدف انجام چنین تحقیقی، بالا بردن کارایی و ارائه روشی توانمند به منظور تشخیص فرد گناه کار در سیستم‌های دروغ‌سنجی می‌باشد. بدیهی است سیستم‌های دروغ‌سنجی تنها در صورتی توسط دستگاه‌های امنیتی و قضایی پذیرفته خواهند شد که از میزان صحت بالا در جوامع آماری بزرگ برخوردار باشند.

اساس کلی سیستم‌های دروغ‌سنجی بر این واقعیت استوار است

References

- 1- Abootalebi V. Analysis of Cognitive Components of Brain Potentials and it's Application in Lie Detection. Tehran: Amirkabir University of Technology; 2006. [Persian]
- 2- Stone GM, Rothenheber E, editors. Advanced scientific detection of deception-ERP augmented polygraphy. Security Technology, 1992. Crime Countermeasures, Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers 1992 International Carnahan Conference on; 1992: IEEE.
- 3- Gao J, Yan X, Sun J, Zheng C. Denoised P300 and machine learning-based concealed information test method. Comput Methods Programs Biomed 2011 Dec; 104 (3): 410-7. PubMed PMID: 21126796.
- 4- Kubo K, Nittono H. The role of intention to conceal in the P300-based concealed information test. Appl Psychophysiol Biofeedback 2009; 34 (3): 227-35. PubMed PMID: 19499325.
- 5- Mohammadian A, Abootalebi V. Single trial classification of event related potential for detection of target stimulus. Signal and Data Processing 2008; 5 (9): 3-13. [Persian]
- 6- Meijer EH, Smulders FT, Merckelbach HL, Wolf AG. The P300 is sensitive to concealed face recognition. International Journal of Psychophysiology 2007; 66 (3): 231-7.
- 7- Abootalebi V, Moradi MH, Khalilzadeh MA. A comparison of methods for ERP assessment in a P300-based GKT. Int J Psychophysiol 2006; 62 (2): 309-20. PubMed PMID: 16860894.
- 8- Schinkel S, Marwan N, Kurths J. Brain signal analysis based on recurrences. J Physiol Paris 2009; 103 (6): 315-23. PubMed PMID: 19500670.
- 9- Merzagora AC, Bunce S, Izzetoglu M, Onaral B, editors. Wavelet analysis for EEG feature extraction in deception detection. Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE; 2006: IEEE.
- 10- Rosenfeld JP, Soskins M, Bosh G, Ryan A. Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information. Psychophysiology 2004; 41 (2): 205-19. PubMed PMID: 15032986.
- 11- Soskins M, Rosenfeld JP, Niendam T. Peak-to-peak measurement of P300 recorded at 0.3 Hz high pass filter settings in intraindividual diagnosis: complex vs. simple paradigms. Int J Psychophysiol 2001; 40 (2): 173-80. PubMed PMID: 11165356.
- 12- Farwell LA, Donchin E. The truth will out: interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related brain potentials. Psychophysiology 1991; 28 (5): 531-47. PubMed PMID: 1758929.
- 13- Mohammadian A, Torabi Sh, Abootalebi V, Rezaei S. P300-Based Detection of Concealed Face Recognition. Proceedings of Iranian Conference on electrical engineering (ICEE), Tehran, May 2011; 17-19. [Persian]
- 14- Polich J. P300 in Clinical Applications. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH, editors. Electroencephalography: basic principles, clinical applications and related fields. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams and Wilkins; 2000.

Implementation and Designing of Line-Detection System Based on Electroencephalography (EEG)

*Ebrahimzadeh E¹, Alavi S M², Samsami khodadad F³

Received: 23 Sep 2012

Accepted: 12 Dec 2012

Abstract

Background: In Brain-based lie detection systems which have been recently introduced as substitutes for classic lie detection systems, the procedure for recognition of guilty and innocent subjects is done by inspection of brain signals which are acquired during the specific Polygraph test. With the aim of increasing the performance, this paper presents a powerful method for detection of Guilty persons in lie detection systems using brain signals.

Materials and Methods: It was an experimental study. The employed method is based on the extraction of P300 components from brain signals. In this way, the test protocol was designed based on Odd-ball method, firstly. This test was done on 16 people and their brain signals were acquired. After preprocessing, P300 amplitude was extracted for each person from brain signals, and finally Guilty and Innocent persons were classified by comparing amplitude through Bootstrapped Amplitude Difference (BAD) method.

Results: The obtained results show that the proposed method has detected correctly 7 out of 8 guilty persons and 8 out of 8 innocent persons. Also, the validated results show the promise of the proposed approach in discrimination of guilty subjects from innocent subjects by the accuracy of 93. 75%.

Conclusions: Knowing the existence of precious information in brain signals and their relation with brain's cognitive activities and also considering the performance of the proposed method, there are enough reasons to use the proposed approach for detection of guilty persons from innocent ones. Further, in comparison with previous methods, the impact of man ability to control brain signal parameters and creating incorrect feelings has been reduced through the proposed method.

Keywords: Lie Detection, Electroencephalography, Event-Related Potentials, P300

1- (*Corresponding Author) Researcher, Biomedical Engineering Department, Shahed University, Tehran, Iran.

Tel: +989123357590 E-mail: Elias.Ebrahimzadeh@yahoo.com

2- Assistant Professor, Faculty of Information and Communication Technology Engineering, Imam Hossein University, Tehran, Iran.

3- Researcher, Electrical Engineering Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.