مقاله تحقیقاتی

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران
سال یازدهم ● شماره ۱ ● صفحات ۲۰ تا ۲۶ ● بهار ۱۳۹۲

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

*الیاس ابراهیم زاده [۱]، سید محمد علوی [۲]، فرشید صمصامی‌خداداد [۳]

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۹۱/۷/۲ تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۹۱/۹/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: در روش‌های دروغ سنجی مغزی که در سال‌های اخیر به عنوان یک جایگزین برای سیستم‌های دروغ سنجی کلاسیک مطرح شده‌اند، کارتشخیص بین افراد راستگو و دروغگو با بررسی سیگنال‌های مغزی ثبت شده در طی آزمون خاص دروغ سنجی انجام می‌شود. این مقاله با هدف بالا بردن کارایی و ارائه روشی توانمند به منظور تشخیص فرد گناه کار در سیستم‌های دروغ سنجی با استفاده از سیگنال‌های مغزی ارائه شده است.

مواد و روش‌ها: روش استفاده شده مبتنی براستخراج مولفه شناختی P۳۰۰ 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 سیگنال‌های مغزی آنها ثبت گردید. سپس، بعد از پیش پردازش به استخراج دامنه P۳۰۰ 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 بی‌گناه پرداخته شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهند که روش پیشنهادی ۷ فرد از میان ۸ فرد گناه کار و ۸ فرد از میان ۸ فرد بی‌گناه را به‌طور صحیح تشخیص داده است وصحت ۹۳/۷۵٪ را گزارش می‌کنند بنا بر این روش پیشنهادی توانمندی لازم جهت تمایز بین افراد خطا کار و بی‌گناه را داراست.

بحث و نتیجه‌گیری: غنای اطلاعاتی بالای سیگنالهای 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 بی‌گناه را فراهم می‌آورد. علاوه بر این، میزان توانایی فرد برایکنترل پارامترهای سیگنال مغزی و ایجاد حالات دروغین نیزدر این روش کمتر از روشهای قبلی است.

کلمات کلیدی: سیستم دروغ سنجی، سیگنال مغزی، مؤلفه شناختی P۳۰۰

مقدمه

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

یکی از موضوع‌های کاربردی مطرح در زمینهٔ مؤلفه‌های شناختی مغز، مسئلهٔ دروغ‌سنجی مبتنی برسیگنال‌های مغزی است. در روش‌های دروغ سنجی مغزی که در سال‌های اخیر به عنوان یک جایگزین برای سیستم‌های دروغ سنجی کلاسیک مطرح شده‌اند، کار تشخیص بین افراد راستگو و دروغگو با بررسی سیگنال‌های مغزی ثبت شده در طی آزمون خاص دروغ سنجی انجام می‌شود. پردازش سیگنال

۱ـ پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه شاهد، گروه مهندسی پزشکی (* نویسنده مسئول)
تلفن: ۰۹۱۲۳۳۵۷۵۹۰ آدرس الکترونیک: Elias.Ebrahimzadeh@yahoo.com
۲ـ استادیار، ایران، تهران، دانشگاه امام حسین (ع)، دانشکده و پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات
۳ـ پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، گروه مهندسی برق

www.SID.ir

الکتریکی مغزی در دروغ‌سنجی از اوایل دهه ۱۹۸۰ مطرح گردید (۱). تنها در معدودی از تحقیقات صورت گرفته در زمینه دروغ‌سنجی مغزی از EEG زمینه استفاده شده است (۲). اما روش رایج‌تر، مبتنی بر استفاده از پتانسیل‌های وابسته به رخداد می‌باشد. در این روش از مولفه شناختی P۳۰۰ موجود در سیگنال‌های مغزی برای کشف دانش فرد خطاکار استفاد می‌شود (۳، ۴). نشان داده شده است هنگامی که چندین تحریک به صورت متوالی به مغز اعمال می‌گردد که یکی از آن‌ها غیر معمول بوده و با احتمال کمتری روی می‌دهد، ادراک این تحریک غیر معمول توسط شخص، سبب ظهور مولفه P۳۰۰ می‌گردد (این روال الگوی oddball نامیده می‌شود) (۵). اساس روش دروغ‌سنجی مغزی این گونه است که جزئیات وقوع جرم برای فرد مجرم مفهوم‌دار است، اما همین جزئیات برای مظنونین بی‌گناه مفهومی ندارد بنابراین چنانچه این اطلاعات، در قالب الگوی oddball به افراد مظنون ارائه گردد در افراد مجرم سبب ظهور P۳۰۰ می‌گردد (۶). اگرچه در بسیاری از تحقیقات قبلی حساسیت P۳۰۰ نسبت به بازشناسی اشیا و لغات مورد بررسی قرار گرفته است (۷)، اما نشان داده شده است P۳۰۰ نسبت به چهره آشنا نیز حساس است و ظهور مولفه P۳۰۰ در هنگامی که شخص بخواهد چهره آشنا را مخفی کند، قوی‌تر خواهد بود (۶). آشکارسازی P۳۰۰ در آزمون دروغ‌سنجی از اهمیت بالایی برخوردار است. یک روش متداول در استخراج P۳۰۰، متوسط‌گیری از تک ثبت‌های حاوی این مولفه می‌باشد. در روش متوسط‌گیری فرض می‌شود سیگنال زمینه EEG ماهیتی عامل مخل گونه داشته و در نتیجه در اثر متوسط‌گیری از بین می‌رود و P۳۰۰ که ماهیتی غیرتصادفی دارد، باقی می‌ماند. یک عیب این روش لزوم استفاده از تعداد زیادی تک ثبت به منظور متوسط‌گیری و استخراج P۳۰۰ می‌باشد (۸). با توجه به مشکلات موجود در ثبت طولانی مدت، همواره لزوم استفاده از روش‌هایی که مبتنی بر تعداد کمتری تک‌ثبت باشند مطرح بوده است. تاکنون استفاده از ویژگی‌های حوزه زمان، فرکانس و زمان–فرکانس در آشکارسازی P۳۰۰ از روی سیگنال‌های تک ثبت در دروغ‌سنجی گزارش شده است (۷، ۹).

در این تحقیق برای تشخیص فرد خطاکار از بی‌گناه از روی سیگنال‌های تک ثبت، از روش مقایسه دامنه Bootstrapped Amplitude Difference (BAD) استفاده شده است. فرضیهٔ اصلی در تحلیل داده‌های اخذ شده با پروتکل تک ثبت دراین روش این است که تحریک پروب (P) وسیلهٔ سوژهٔ خطاکار شناسایی می‌شود (حتی اگر سوژه در ظاهر انکار نماید) و بنابراین یک تحریک غیرمنتظره و معنی‌دار برای وی خواهد بود که باعث بروز P۳۰۰ می‌گردد. ولی سوژهٔ بی‌گناه تفاوتی بین تحریک پروب و تحریک‌های غیرمرتبط (I) حس می‌کند و بنابراین برای تحریک پروب (P) مؤلفهٔ P۳۰۰ ظاهر می‌گردد یا یک P۳۰۰ با دامنهٔ ضعیف ظاهر می‌شود. تحریک‌های هدف (T) به علت آشنا بودن و کاری که روی آنها تعریف شده، در هر دو دسته از سوژه‌ها (خطاکار و بی‌گناه) باعث بروز مؤلفهٔ P۳۰۰ می‌شوند تحریک‌های غیرمرتبط نیز به دلیل ناآشنا بودن برای تمام سوژه‌ها باعث بروز P۳۰۰ نخواهد شد. Rosenfeld و همکارانش بر اساس این فرضیه، دامنهٔ قلهٔ P۳۰۰ در سؤالات (۱) 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 کرده‌اند و نشان داده‌اند در سوژه‌های خطاکار همبستگی P–T بزرگتر از همبستگی I–P می‌باشد در سوژه‌های بی‌گناه عکس این حالت رخ می‌دهد (۱۲).

مواد و روش

جامعه و نحوه ثبت دادگان

برای ثبت سیگنال EEG از سه الکترود Pz، Fz و Cz به همراه الکترودهای EOG استفاده شده است. فرکانس نمونه برداری ۲۵۶ هرتز می‌باشد. در این تحقیق از دادگان مربوط به ۱۶ نفر که در آزمون دروغ سنجی شرکت کرده‌اند و سیگنال‌های مغزیشان ثبت گردیده، استفاده شده است. ۸ نفر دروغگو و ۸ نفر راستگو می‌باشند. نحوه اجرای آزمون بر اساس الگوی رفتاری در مرجع (۱۳) بدین ترتیب است که سوژه در برابر صفحه نمایش قرار می‌گیرد و پس از آن ۷ تصویر هر یک با ۵۰ مرتبه تکرار به صورت تصادفی به سوژه نشان داده می‌شوند. زمان نمایش هر تصویر ۱ ثانیه و فواصل بین تصاویر نیز یک ثانیه در نظر گرفته می‌شود. از میان این ۷ تصویر، یک مورد مربوط به چهره شخصی است که سوژه قطعا آن را می‌شناسد (هدف)، ۵ تصویر مربوط به چهره افرادی است که برای شرکت کننده آشنا نیستند (غیرمرتبط) و در نهایت یک تصویر که تنها برای افراد گناهکار شناخته شده می‌باشد (پروب). دو کلید به شرکت کنندگان داده می‌شود که از طریق آن‌ها هر شرکت کننده به

Archive of SID
www.SID.ir

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 خطاکار (دروغگو) به تصویر پروب با واقعیت مطابقت ندارد؛ بنابراین در افراد بی‌گناه مولفه P۳۰۰ تنها در تصاویر هدف ظاهر می‌گردد و این در حالی است که در افراد خطاکار (دروغگو) علاوه بر تصاویر هدف، تصاویر پروب نیز دارای P۳۰۰ می‌باشند. با بررسی وجود و یا عدم وجود P۳۰۰ در تحریک پروب می‌توان در مورد گناهکار بودن یا بی‌گناهی سوژه نظر داد.

پیش‌پردازش

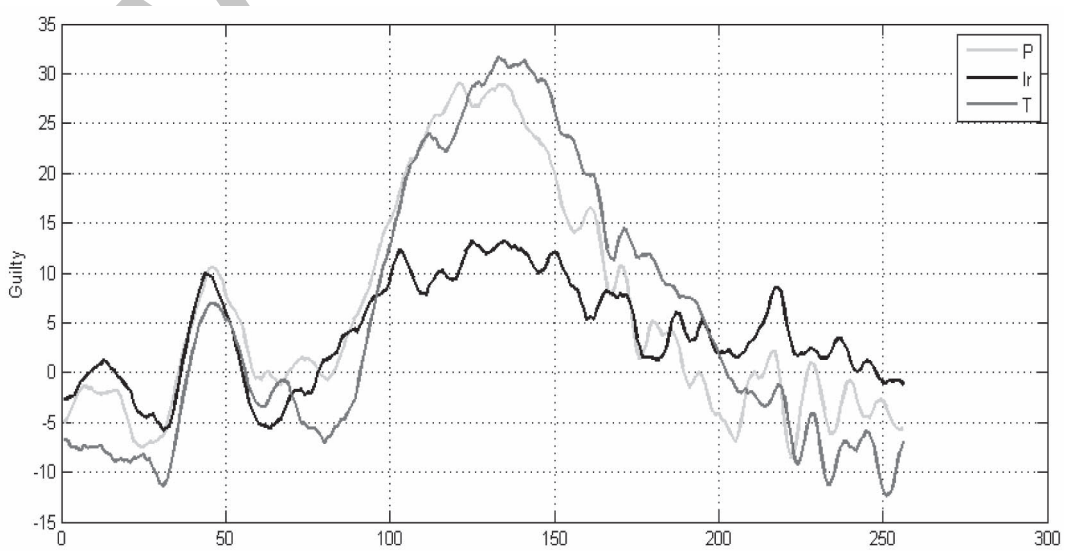
در این تحقیق تنها از دادگان کانال Pz مربوط به تصاویر پروب، در هر دو گروه گناهکار و بی‌گناه استفاده شده است. تک‌ثبت‌های یک ثانیه‌ای مربوط به تحریکات پروب در هر دو گروه گناهکار و بی‌گناه پس از اعمال فیلتر ۰/۷ تا ۳۵ هرتز با آستانه تعیین شده برای EOG مقایسه می‌شوند. در این مرحله تعدادی از تک ثبت‌ها کنار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

روش پژوهش

اولین گام برای تشخیص افراد خطا کار و بی‌گناه از یکدیگر این است که: «در افراد خطا کار تحریک‌های غیرمنتظره و معنی‌دار Target (T) و Prob (P) منجر به تولید پاسخ‌های مغزی P۳۰۰ 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 مقایسهٔ دامنه Bootstrapped Amplitude Difference (BAD)

در روش BAD، دامنه P۳۰۰ 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 اندازه گیری دامنه P۳۰۰ از محاسبه دامنه پیک تاپیک استفاده شده. به این ترتیب که پس از متوسط گیری از تک ثبت‌ها و استخراج مولفه P۳۰۰، 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 P۳۰۰ در نظر گرفته می‌شود. سپس یک جستجوی دیگری برای یک بازه ۱۰۰ میلی

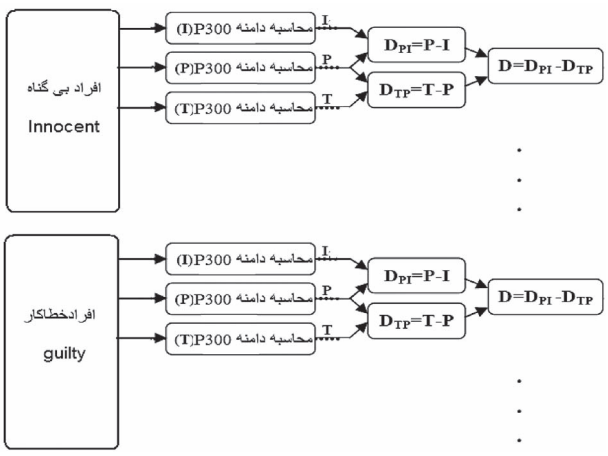


شکل ۱- نمایش ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط‌گیری شده برای یک فرد خطا کار، بعد از نمایش تصویر هدف (خاکستری پررنگ) -بعد از نمایش تصویر غیرمرتبط (مشکی) - بعد از نمایش تصویر پروب (خاکستری کم رنگ)

Archive of SID
www.SID.ir

ثانیه‌ای با ماکزیمم مقدار متوسط دامنه منفی، بین نقطه تاخیر P۳۰۰ تا انتهای ثبت جستجو می‌شود. مقدار این قله منفی نیز محاسبه می‌شود. تفاضل قله‌های مثبت و منفی محاسبه شده دامنه P-P مربوط به P۳۰۰ در این ثبت را می‌دهد. بر اساس آنچه گفته شد ابتدا از بین مجموعه تک ثبت‌ها ی گروه خطا کار متوسط گیری شده و دامنه P۳۰۰ 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 هرچه این مقدار بیشتر باشد، با قاطعیت بیشتری می‌توان گفت که تحریک پروب بیشتر شبیه تحریک هدف بوده است و بنابراین سوژه خطاکار است. در واقع D معیار برای اطمینان از خطا کار بودن سوژه است و با درنظر گرفتن یک آستانه روی آن می‌توان حکم به خطاکار بودن سوژه داد. وا ضح است که هرچه این آستانه بزرگ‌تر فرض شود، قطعیت جواب بیشتر خواهد بود ولی در مقابل ممکن است تعدادی از سوژه‌های واقعاً خطاکار تشخیص داده نشوند. مناسب‌ترین آستانهٔ 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 محاسبهٔ دامنهٔ موج P۳۰۰ کار می‌کند و با در نظر گرفتن محتوای فرکانس پایین مؤلفهٔ P۳۰۰ می‌باشد، بنابر این قبل از محاسبهٔ 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)

فیلتر روی ابتدای تمام تک ثبت‌ها، این فیلتر قبل از جداکردن 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.

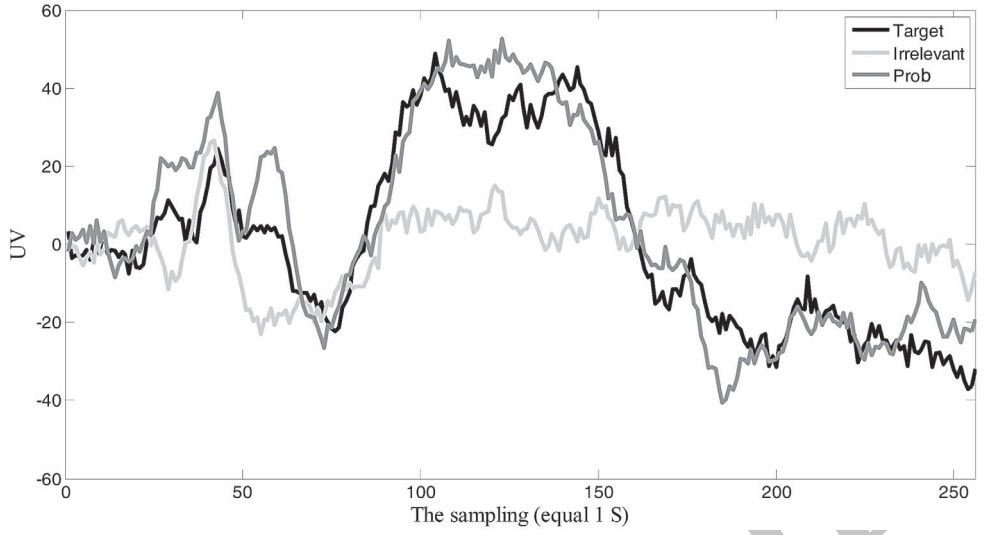
یکی از مسائلی که هنگام تعیین یک آستانهٔ مناسب در روش BAD که برای همهٔ افراد قابل اعمال باشد به نظر می‌رسد، این است که تأثیر انرژی کلی سیگنال‌های مختلف گرفته شده از افراد مختلف روی این آستانه چگونه است به عبارت دیگر ممکن است بعضی از افراد کلاً دارای دامنهٔ سیگنال بزرگتری در تمامی ثبت‌ها باشند و یک آستانهٔ ثابت قابل استفاده برای همهٔ افراد نباشد بدین منظور در روش BAD قبل از محاسبه دامنه P۳۰۰ 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

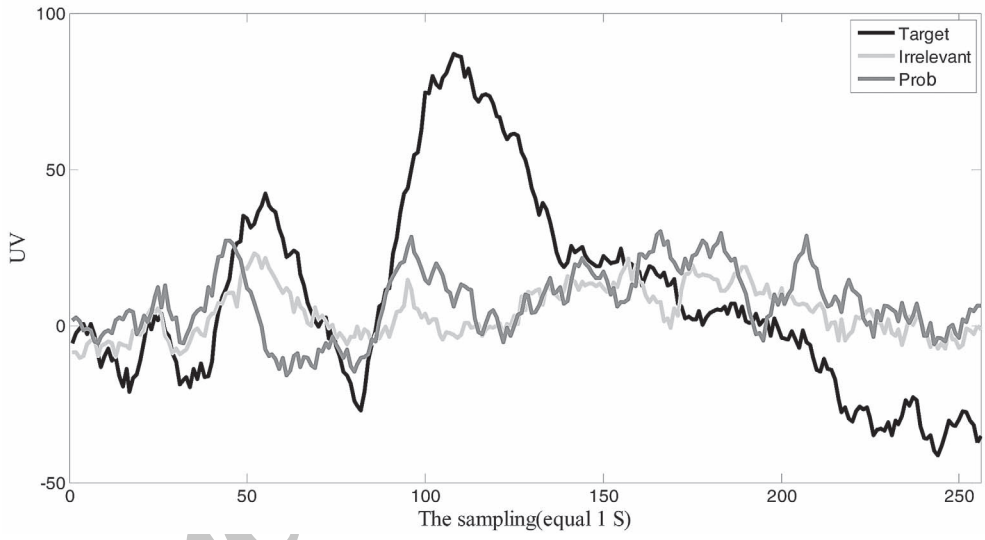
با وجود ثبت سیگنال‌های مغزی از هر سه کانال Pz و Cz و Fz با توجه به اینکه در اغلب تحقیقات منتشرشده، دامنهٔ مؤلفهٔ P۳۰۰ در کانال Pz قوی‌تر از سایر کانال‌ها گزارش شده است (۱۴). در این تحقیق نیز نتایج مربوط به کانال Pz مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۳دو نمونه از هر گروه خطا کار و بی‌گناه می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود در افراد خطا کار که با دیدن تصویر آشنا (و انکار آن) مولفهٔ P۳۰۰ در سیگنال مغزی نمایان شده است. در افراد بی‌گناه که تصاویر پروب آنها افراد ناآشنا هستند (مطابق گفتارشان) هیچ مولفهٔ P۳۰۰ 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 متاقباً باعث ایجاد و عدم ایجاد مولفه P۳۰۰ در سیگنال مغزی می‌شود.

در روش BAD درصد پاسخ‌های پروبی که دامنهٔ P۳۰۰ در آنها به

Archive of SID
www.SID.ir



الف

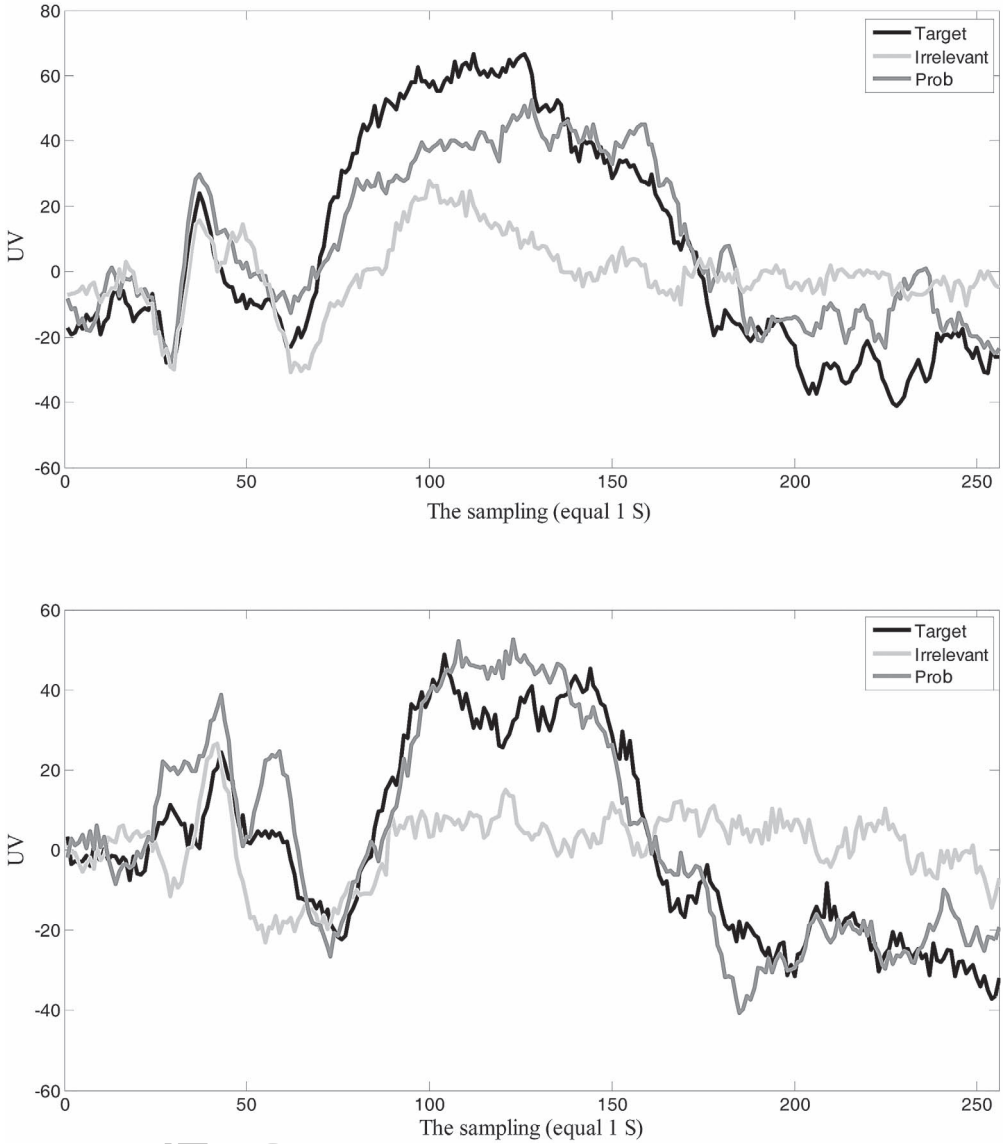


ب

شکل ۳- الف) ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط‌گیری شده مربوط به فرد خطاکار ب) ۱ ثانیه سیگنال مغزی متوسط گیری شده مربوط به فرد بی‌گناه

پاسخ‌های هدف نزدیک‌تر از پاسخ‌های غیرمرتبط است، به عنوان پارامتر خروجی D محاسبه می‌گردد. هرچه این مقدار بزرگ‌تر باشد، احتمال خطاکار بودن فرد بیشتر است. در شکل ۴ تفاوت سیگنال بین دو فرد خطا کار را مشاهده می‌کنید که از طریق روش مقایسه دامنه نیز این تفاوت کاملاً مشهود است. نتایج نشان می‌دهند که روش پیشنهادی ۷ فرد از میان ۸ فرد گناه کار و ۸ فرد از میان ۸ فرد بی‌گناه را به‌طور صحیح تشخیص داده است. نتایج به دست آمده صحت ۹۳/۷۵٪ را گزارش می‌کنند بنا بر این روش پیشنهادی توانمندی لازم جهت تمایز بین افراد خطا کار و بی‌گناه را داراست. غنای اطلاعاتی بالای سیگنال‌های مغزی و ارتباط مستقیم آن‌ها با فعالیت‌های شناختی مغز و همچنین توانمندی روش پیشنهادی با توجه به نتایج به دست آمده، دلایل کافی جهت استفاده از چنین روشی برای تشخیص فرد گناه کار از بی‌گناه را نسبت به روش‌های مبتنی بر خروجی سیستم اعصاب خودکار (مثل نرخ ضربان قلب، فشار خون و نرخ تنفس و غیره) فراهم می‌آورد. علاوه بر این، میزان توانایی فرد برای کنترل پارامترهای سیگنال مغزی و ایجاد حالات دروغین نیزدر این روش کمتر از روش‌های قبلی است. از طرفی به دلیل اهمیت و حساسیت بسیار این موضوع در مسائل امنیتی و قضایی، روش پیشنهادی می‌تواند راهکارهای به مراتب بهتری در جهت پی بردن به صحت و سقم گفتار افراد متهم، در اختیار سازمان‌های زیربط قرار دهد.

www.SID.ir



شکل ۴- مقایسه بین مؤلفه‌های شناختی P۳۰۰ در سیگنال مغزی دو فرد خطاکار

بحث و نتیجه‌گیری

روش BADیکی از روشهای پردازشی استفاده شده برای تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری در مورد سوژه است که بر اساس ایده‌های Rosenfeld و با مقایسه دامنه قله P۳۰۰ در تصویر پروب با تصویر هدف و غیر مرتبط عمل می‌کند.. لازم به ذکر است که در شکل اولیهٔ این روش که در مطالعات Rosenfeld و همکارانش مورد استفاده قرار گرفته است، دامنهٔ P۳۰۰ پاسخ پروب تنها با دامنهٔ P۳۰۰ پاسخ غیرمرتبط مقایسه می‌شود و درصورتی که اختلاف آنها از یک آستانه بزرگ‌تر باشد، فرد خطاکار شناسایی می‌شود (۱)، ولی در این تحقیق فاصلهٔ دامنهٔ قلهٔ پاسخ پروب از هر دو طرف با پاسخ‌های هدف و غیرمرتبط سنجیده می‌شود. اعمال این تغییر، دقت به دست آمده از روش BAD را از ۸۱/۲۵ درصد برای حالت استاندارد (مقایسهٔ یک طرفه) به ۹۳/۷۵ درصد برای حالت مورد استفاده در این پروژه (مقایسهٔ دو طرفه) افزایش داد. در کار مشابهی که مرجع (۱) با استفاده از روش BAD (مقایسهٔ دو طرفه) برروی 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 استفادهٔ آنها، به شدت به پروتکل مورد استفاده نحوهٔ اجرای آزمایشات و سوژه‌های مورد استفاده وابسته است لذا امکان مقایسهٔ کارایی روش‌های پردازشی

www.SID.ir

به کار برده شده، درکنارهم وجود ندارد. هدف انجام چنین تحقیقی، بالا بردن کارایی و ارائه روشی توانمند به منظور تشخیص فرد گناه کاردر 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 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.

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, Rezania 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

*Ebrahimzadeh E[1], Alavi S M[2], Samsami khodadad F[3]

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 parametersand creating incorrect feelings has been reduced through the proposed method.

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

Archive of SID

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.

www.SID.ir