حسگر الکتروانسفالوگرافی (پوشیدنی)

مهران کریمیان ریزی[۱]، مریم فریور[۲]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد، مهندسی پزشکی، دانشگاه تبریز،ایران،
mehrankarimian97@ms.tabriz.ac.ir

[۲] مربی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، شاهین شهر، ایران، farivar.maryam@yahoo.com

چکیده: درحال‌حاضر، سیستم‌های الکتروانسفالوگرام معمولی و سیار، برای بیماران مبتلا به امراض مختلف مغزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع رایج مانیتورینگ فعالیت الکتریکی در مغزی که دچار اختلال شده است، محدود به محیط بالینی است که در آن بیماران از محیط عادی خارج شده و در محیطی قرار می‌گیرند که عوامل غیرعادی موثر در فعالیت الکتریکی مغز بیشتر است. به طور مشابه، سیستم‌های الکتروانسفالوگرام سیار دارای کمبودهایی هستند و محدودیت‌هایی بر بیمار تحمیل می‌کنند، مثلا عدم استفاده در مکان‌های عمومی به دلیل عدم پذیرش پوشیدن چنین وسیله‌ای که روی سر قرار می‌گیرد. عدم تمایل بیمار به افشای اختلال یا بیماری خود، یک اشکال عمده برای سیستم‌های الکتروانسفالوگرافی فعلی است.

این مقاله، تلاشی برای ایجاد یک نمونه اولیه از الکتروانسفالوگرام پوشیدنی است که با استفاده از اجزای قرار گرفته در خارج مغز، اقدام به ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی از گوش می‌کند و سیگنال‌های مغزی به دست آمده را در نرم افزار **Lab-View** نمایش می‌دهد. نمونه‌ی اولیه توسعه‌یافته، توانسته است به‌صورت زمان‌واقعی ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی را انجام دهد.

کلید واژه: *هوشمند، حسگر، الکتروانسفالوگرافی*

۱-مقدمه

مطالعه و نظارت بر مغزی که دچار اختلال شده است، با استفاده از روش‌های علوم اعصاب مانند الکتروانسفالوگرام، قابلیت زیادی در کمک به پزشکان و روانپزشکان در درک عملکرد مغز بیمار و همچنین جلوگیری از اختلالات شناختی دارد. در محیط بالینی، الکتروانسفالوگرافی یک تکنولوژی پیچیده برای نظارت بر اختلالات مغزی و هرگونه فعالیت غیرطبیعی در مغز است. با این‌حال، متخصصان اغلب با مشکل پیگیری بیمار مواجه می‌شوند. بیماران دچار تردید شده و نسبت به درمان مداوم، مقاومت می‌کنند. این وضعیت می‌تواند بسیار خطرناک باشد و ممکن است در بیمارانی با اختلالات شدید، منجر به آسیب رساندن به دیگران یا خود بیمار شود. ممکن است بیمار به بار مسئولیت اجتماعی برای اطرافیان تبدیل شود. در این مورد، لازم است که یک روانپزشک یا یک سیستم خودکار به طور مداوم برای نظارت بر بیمار و وضعیت مغزی او وجود داشته باشد. همچنین، قابلیت انتقال و دسترسی چنین امکاناتی به مناطق دور افتاده، چالش است. علاوه‌براین، دسترسی به چنین امکاناتی در مناطق روستایی و دورافتاده ممکن است باعث تغییر در مدیریت درمان برای برخی از بیماری‌ها یا افسردگی شود.

در واقع، آخرین تحقیقات و تحولات مربوط به فناوری الکتروانسفالوگرافی پوشیدنی، مشابه با آنچه که در شکل ۱ نشان داده شده‌است، امکان نظارت بر رفتار و عملکرد مغز بیمار را فراتر از محیط بالینی و آزمایشگاهی می‌دهد. برای اینکه بتوان حداکثر استفاده را از تکنولوژی الکتروانسفالوگرافی داشت، باید بتوان در حین انجام فعالیت روزانه، از دستگاه استفاده کرد. علاوه‌براین، بیماران که به این تکنولوژی نیاز دارند، باید آن را به عنوان یک جایگزین پنهان برای نظارت بر سلامت خود، بدانند.

برای دستیابی به این هدف، تکنولوژی الکتروانسفالوگرافی باید از سیستم‌های سیمی، دست‌وپاگیر و ثابت، به سیستم‌های

پوشیدنی، راحت و بی‌سیم تبدیل شود که بتواند بدون کمک متخصصان، مورد استفاده قرار گیرد. جهت مانیتورینگ مداوم وضعیت بیمار، لازم است که دستگاه الکتروانسفالوگرام راحت و مجزا باشد.

در سیستم‌های ثبت الکتروانسفالوگرام رایج، به دلیل وجود تعداد زیادی الکترود روی پوست سر، مانیتورینگ مداوم بیمار عملی نیست. درعوض، روش‌های الکتروانسفالوگرافی-گوشی برای کاهش اندازه دستگاه الکتروانسفالوگرام به منظور ایجاد قابلیت حمل و پوشیدنی بودن، استفاده می‌شود. روش الکتروانسفالوگرافی گوشی، قابلیت ادغام شدن در یک سیستم شبیه به سیستم شنوایی را دارد.

سیستم الکتروانسفالوگرام بر روی پوست سر، براساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ برای قرار دادن ۲۵۶ تک الکترود استفاده می‌شود که تمام مغز را پوشش داده و با رزولوشن مکانی بسیار بالایی سیگنال‌های مغزی را نشان می‌دهد. با این‌حال، الکتروانسفالوگرام از پوست سر، نسبت به تضعیف سیگنال عبوری از جمجمه و همچنین افزایش نویز از عوامل محیطی مانند نویز الکتریکی ۶۰/۵۰ هرتز، حساس است.

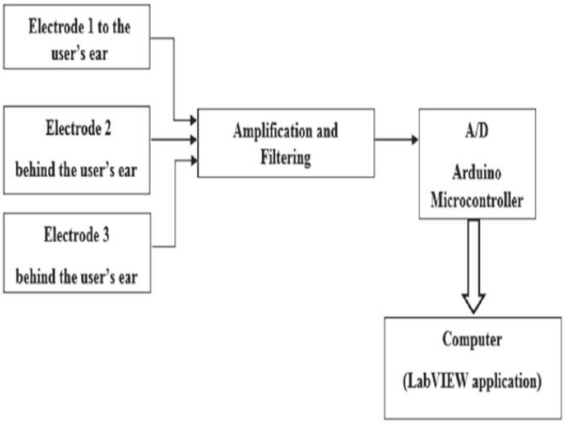
الکتروانسفالوگرافی گوشی، می‌تواند در کانال گوش و گوش داخلی قرار گیرد و باعث می‌شود نسبت سیگنال به نویز تقریبا مشابه با روش‌های دیگر باشد اما بهای پرداختی، دامنه کمترسیگنال است. الکتروانسفالوگرافی-گوشی، دارای مزایای متعددی در مقایسه با الکتروانسفالوگرافی از پوست سر است و دستگاهی ساده است که می‌تواند برای استفاده روزانه به‌صورت پوشیدنی، قابل استفاده قرار گیرد. در حال‌حاضر، دستگاه الکتروانسفالوگرافی موجود نیست که بتواند سیگنال مغزی را به روش کاملا گسسته ثبت کند و در نتیجه تمام دستگاه‌هایی که در حال حاضر در دسترس هستند، برای کنترل مدوام وضعیت بیماران مناسب نیستند. این باعث می‌شود انگیزه‌ای برای ایجاد سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی-گوشی به‌صورت زمان واقعی ایجاد شود.



شکل ۱: (الف) مثالی از ثبت سیگنال مغزی داخل کلینیک (ب) ثبت سیگنال مغزی به صورت سیار

۲- روش شناسی

شکل ۲، نمودار بلوکی سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی پیشنهاد شده را نشان می‌دهد. این سیستم شامل سه الکترود است که یکی از آن‌ها برای دریافت سیگنال الکتروانسفالوگرافی از گوش و دو الکترود دیگر که در پشت گوش قرار می‌گیرند، به عنوان الکترود مرجع عمل می‌کنند. تراشه بر روی MyoWare ، عملیات تقویت و فیلتر کردن سیگنال را انجام می‌دهد. برد آردینو به عنوان میکروکنترلری برای دسترسی کامپیوتر یا لپ‌تاپ به سیگنال آنالوگ عمل می‌کند. اجزاء سیستم در زیر بخش‌ها توضیح داده شده‌اند.



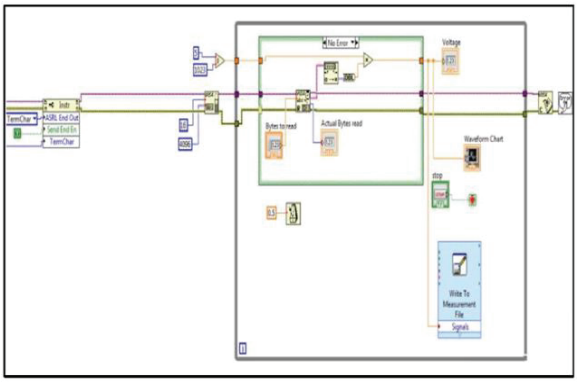
شکل ۲: بلوک دیاگرام پیشنهادی برای سیستم ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی

۳- آردینو (میکروکنترلر)

سیستم الکتروانسفالوگرافی-گوشی در نرم‌افزار آردینو تعبیه شده است. ثبت داده‌هایی که از پورت آنالوگ دریافت می‌شوند در یک ساختار آرایه‌ای انجام شده و در سیستم، فیلتراسیون اولیه اعمال می‌شود. پیش-پردازش سیگنال با استفاده از میانگین‌گیری و فیلتر کردن، باعث حذف هرگونه نویز در می‌شود. در مرحله سوم، مقادیر آنالوگ از طریق پورت سریال که Tx و Rx از میکروکنترلر است، ارسال می‌شوند. برای ارتباطات سریال، داده‌های ۹۶۰۰ بیتی و بیت داده های غیر همبسته و ۸ بیتی ارسال می‌شود. نرم افزار آردینو، پروتکل C++ برنامه نویسی را فراهم می‌کند، زیرا در هر مرحله از برنامه نویسی، کتابخانه‌های تعبیه شده‌ای برای آن وجود دارد. در این پروژه، عمدتا کتابخانه سیمی است که برای برقراری ارتباط با میکروکنترلر و کامپیوتر استفاده می‌شود.

۴- رابط Lab-View

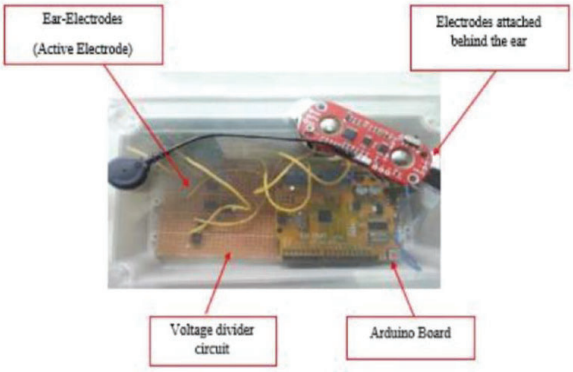
رابط کاربری در Lab-View در شکل ۳ نشان داده شده است. راه‌انداز VISA برای دریافت اطلاعات از پورت سریال RS232 ، انعطاف پذیری فراهم می‌کند.



شکل ۳: بلوک دیاگرام Lab-View

۵- نتایج و بحث

نمونه اولیه ساده از دستگاه، که برای اهداف تجربی طراحی شده‌است، در شکل ۴ نشان داده شده‌است. موقعیت الکترود، عمدتا به عامل خازنی پوست بستگی دارد که بدین معنی است که استفاده از ضریب خازنی در گوش یا پا و یا هر بخش از بدن، نتیجه تقریبا یکسانی دارد. اما تنها قسمتی که متفاوت است، عضله یا استخوان است که در این پروژه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. هدف این پروژه، جمع‌آوری داده از کانال داخلی گوش است که شامل پوست می‌باشد.



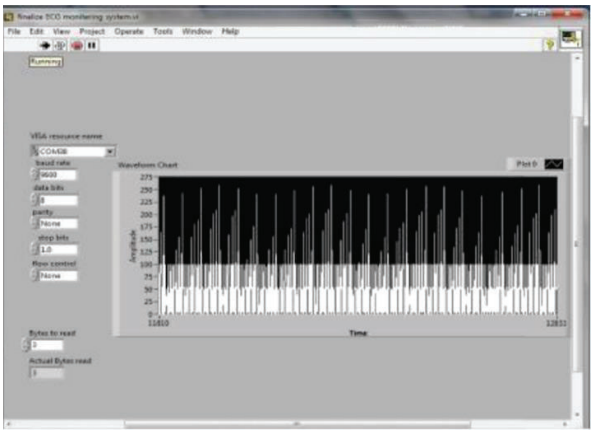
شکل ۴: نمونه اولیه تولید شده از سیستم پوشیدنی ثبت سیگنال مغزی از طریق گوش

الکترودها به عنوان انتقال‌دهنده جریان کم به ولتاژ صفر عمل می‌کنند و پوست به‌همراه اعصاب گوش، بر اساس سطح تماس الکترود پاسخ می‌دهد. به‌این دلیل‌که ژل روی الکترود به عنوان وسیله ای برای سرعت بخشیدن به انتقال عمل می‌کند، به بهبود کیفیت سیگنال کمک می‌کند در حالی‌که بقیه پردازش سیگنال روی هیئت بورد که دارای تقویت کننده داخلی و فیلتر است، انجام می‌شود. فیلترهای اضافی در کدنویسی C ++ اجرا می‌شوند.

نمودار نشان داده شده در شکل ۵، سیگنال الکتروانسفالوگرافی نیست. سیگنال نمایش داده شده، سیگنال در حال‌حرکت سریع است که مخالف با ماهیت سیگنال الکتروانسفالوگرافی می‌باشد. علاوه‌براینکه سیگنال در طول یک دوره زمانی ثابت است، مطابق با فعالیت جریان مغزی نیز تغییر نمی‌کند. دلیل این امر، رابط بین آردوینو و Lab-View است که باید برای دریافت سیگنال الکتروانسفالوگرافی تغییر کند.

کارت‌های DAQ ساخته شده توسط National Instruments که با LabVIEW سازگاری بیشتری دارند تا بورد آردینو، می توانند برای ارتباط و دریافت اطلاعات آسان‌تر، بوردهای آردینو را جایگزین کنند. نمونه اولیه توسعه یافته در این تحقیق، در مراحل ابتدایی است تا نشان دهد که یک دستگاه ساده می‌تواند

برای ثبت الکتروانسفالوگرافی-گوشی استفاده شود. با این حال، برای استفاده در آینده، می توان دستگاه را با ویژگی‌های گسترده‌تری ساخت. این دستگاه می تواند با استفاده از بلوتوث، به‌صورت بی‌سیم ساخته شود. همچنین می‌توان بخش تقویت‌کننده را در این کاربرد خاص برای تقویت‌کنندگی و پیش‌پردازش روی برد، سفارشی کرد. الکترود مناسب را می‌توان با استفاده از چاپ سه‌بعدی که به راحتی در گوش کاربر متناسب می‌شود، به دست آورد.



شکل ۵:سیگنال مغزی خام به دست آمده از طریق سیستم ثبت الکتروانسفالوگرافی –گوشی

۶- نتیجه گیری

در این مقاله، نمونه اولیه ساخته شده از دستگاه پوشیدنی الکتروانسفالوگرافی-گوشی، برای ثبت سیگنال الکتروانسفالوگرافی توسعه یافته است. دستگاه پیشنهادی قادر به ثبت سیگنال مغزی به‌صورت زمان واقعی است. توسط این دستگاه، تنها داده‌های خام مغزی ثبت شده است که می‌تواند برای بررسی بیشتر در اختلالات عصبی خاص، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مراجع

[1] A. Bhagawati and R. Chutia, "Design of Single Channel Portable EEG Signal Acquisition System for Brain Computer Interface Application", *ResearchGate*, 2016. [Online] Available: https://www.researchgate.net/publication/292138339_Design_of_Single_Channel_Portable_EEG_Signal_Acquisition_System_for_Brain_Computer_Interface_Application. [Accessed: 05- Jul- 2016].

[2] Aging brings another fear - epilepsy", *Houston Chronicle*, 2016. [Online]. Available: http://www.houstonchronicle.com/news/health/article/Aging-brings-another-fear- epilepsy 7096679.php. [Accessed: 04- Mar- 2016].