نظارت و تشخیص تشنج نوزادی با پردازش سیگنال ویدیویی

چکیده

اپراتورهای بالینی در یکی از سخت ترین زمینه های مراقبت های بهداشتی، یعنی مغز و اعصاب نوزادان، باید به صورت روزانه، حملات صرعی را تشخیص دهند. بسیاری از نوزادان مبتلا به بیماری ها در هنگام تولد در معرض خطر تشنجات نوزادی قرار دارند که شایع ترین نشانه اختلالات حاد عصبی است و باید فورا و با دقت به منظور درمان به موقع شناخته شود. روش های تشخیصی سنتی مبتنی بر نظارت ElectroEncephaloGraphic (EEG). با این حال، تجزیه و تحلیل EEG نوزادان، یک روش بسیار تخصصی و وقت گیر است و به مهارت های خاصی نیاز دارد که همیشه به راحتی در بخش های مراقبت ویژه نوزادان (NICUs) در دسترس نیستند. بنابراین، روش های تشخیصی غیر تهاجمی، زمان واقعی، خودکار، کم هزینه، گسترده و تجهیزات توانمند در شناخت قابل اعتماد تشنجات نوزادی، از ارزش قابل توجهی در NICUs برخوردار می باشند.

در حالی که اهمیت تشخیص سریع حضور تشنج نوزادان روشن است، هیچ روش واقعی برای تشخیص یا شناسایی اولیه چنین رفتارهای بیمارگونه و در حال حاضر هیچ ابزار در دسترسی برای پیش بینی آنها وجود ندارد. تنها روش در دسترس و قابل اعتماد، EEG است که نسبتا تهاجمی است و اجرا و تفسیر آن به پرسنل پزشکی به خوبی آموزش دیده نیاز دارد.

یک جایگزین بسیار جذاب، با توجه به EEG، شناسایی خودکار حضور تشنج شامل کسب، از طریق یک دوربین فیلمبرداری، حرکات بدن نوزاد و پردازش درست سیگنال ویدیویی مربوطه می شود. هدف از یک الگوریتم پردازش تصویر موثر، تشخیص حرکات "غیر معمول" نوزاد است. هدف از تشخیص خودکار و طبقه بندی تشنجات نوزادان از

طریق یک دوربین فیلمبرداری، جایگزینی کامل EEG نیست (هنوز برای تشخیص دقیق مورد نیاز است)، بلکه ساختن یک تشخیص زمان واقعی، کم هزینه، اولیه، خودکار بر اساس جنبه های بالینی تشنجات نوزادان است. به عبارت دیگر، یک سیستم مبتنی بر دوربین فیلمبرداری خودکار می تواند برای نظارت دائم برای هر بیمار در بخش مراقبت نوزادان مورد استفاده قرار گیرد، در حالی که تنها زمانی EEG برای تشخیص قطعی نیاز می شود که این سیستم، با احتمال بالا، حضور بالقوه تشنج را نشان دهد. برای این منظور، چند روش توسعه یافته در بخش مهندسی اطلاعات، در همکاری با وزارت علوم اعصاب، هر دوی دانشگاه پارما (ایتالیا)، پیشنهاد شده است: روش های مبتنی بر دوره تناوب، مبتنی بر طبقه بندی و مبتنی بر-خوشه بندی.

در روش های مبتنی بر تناوب، ما برای اولین بار حضور کلونیک و برخی از تشنجات ظریف را با استفاده از دوربین ویدیوئی تک سرخ-سبز-آبی (RGB) مورد بررسی قرار دادیم [1] [2]. از طریق فیلتر کردن مناسب با پیچیدگی کم، یک نماینده سیگنال حرکت را برای حرکات بدن نوزاد استخراج نمودیم. در حضور تشنجات، سیگنال حرکت، یک تناوب بسیار شبیه به حرکات بدن را نشان می دهد. با استفاده از یک الگوریتم تشخیص تناوب، تناوب در هر پنجره تشخیص داده می شود (یعنی، روی یک دنباله از فریم های ویدئویی). پردازش تک پنجره و پردازش پنجره ترکیبی چندگانه در نظر گرفته می شوند. در حالی که در مورد پنجره های تک، حساسیت به طور قابل توجهی بالا است، استفاده از پنجره های ترکیبی، مقادیر مناسب ویژگی را تضمین می کند [3]. یک اشکال مهم که ما با استفاده از یک دوربین ویدئویی تک با آن مواجه هستیم این واقعیت است که بیمار تنها از یک نقطه نظر فیلم برداری می شود. بنابراین، حرکات با جهت عمود بر صفحه دوربین ویدئویی با دقت تشخیص داده نشد. به منظور داشتن پوشش بهتر از صحنه، ما رویکرد مبتنی بر تناوب دیگری را بر اساس استفاده از چند دوربین ویدئویی و برآورد یکی از ویژگی های تناوب مشترک از سیگنال های حرکت استخراج شده پیشنهاد نمودیم [4]. دقیقاً، دو مورد از چند دوربین ویدئویی مورد مطالعه قرار می گیرد: دو دوربین ویدئویی RGB قرار داده شده به طوری که زمینه های بصری آنها متقاطع هستند و کل صحنه پوشش داده شده است و یک دوربین ویدئویی Depth-RGB (RGBD) که علاوه بر یک

تصویر RGB ، نقشه عمق صحنه هدف را توسط یک سنسور عمق فراهم می کند. از نتایج اولیه، مشاهده کردیم که این روش می تواند به بهبودهای عملکرد تشخیص تشنجات کلونیک و ظریف منجر شود.

رویکرد مبتنی بر طبقه بندی، متکی بر مشاهده است که تشنجات میوکلونیک، پرشهای مختصر، سریع، تک یا آریتمی مکرر هستند. بنابراین، ما از ویژگی های سیگنال ویدیویی برای تشخیص تشنجات میوکلونیک نوزادان استفاده نمودیم [5]. به طور خاص، یک منطقه مورد نظر (ROI) توسط شناسایی یک منطقه در اطراف نقطه ای انتخاب می شود که حداکثر دامنه بردار جریان نوری مشاهده شده است. سیگنال حرکت ROI استخراج می شود و عامل گسترش و حداکثر فاصله بین جفت های متوالی از صفرهای سیگنال حرکت بر روی یک الگوریتم طبقه بندی K-نزدیکترین همسایگان به درستی آموزش دیده به منظور تشخیص تشنج میوکلونیک استفاده می شوند. همچنین این رویکرد می تواند تشنج کلونیک و میوکلونیک را از حرکات تصادفی آنها از یکدیگر متمایز نماید.

در نهایت ما یک رویکرد مبتنی بر خوشه بندی [6] را پیشنهاد نمودیم که مبتنی بر این مشاهده است که تشنجات کلونیک و ظریف توسط حرکات تکراری مشخص می شوند. در نتیجه، مدارهای حرکات پاتولوژیک برای یک نوزاد مبتلا به تشنج مشابه و در نتیجه، قابل تشخیص هستند. با این مشاهده که، در طول تشنج، بخشی از بدن که سریعتر حرکت می کند به احتمال زیاد تحت تاثیر جنبش های پاتولوژیک قرار می گیرد، اندام حرکت مربوطه با استفاده از ترکیبی از الگوریتم های تطبیق الگو و جریان نوری ردیابی می شود. ایده این کار، استفاده از ویژگی های مسیر حرکت مربوط به تشخیص حرکت است. پس از یک زمان نظارت از پیش تعیین شده، تمام مدارهای حرکت مربوطه با استفاده از الگوریتم DBSCAN خوشه بندی می شوند. نتایج اولیه نشان می دهد که روش پیشنهادی، تشخیص تشنجات کلونیک و لطیف نوزادان را میسر می سازد.

References

[1] G. Ferrari, G.M. Kouamou Ntonfo, C. Copioli, R. Raheli and F. Pisani, "Low-Complexity Image Processing for Real-Time Detection of Neonatal Clonic Seizures", *IEEE International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies* (ISABEL 2010), 16(3):375-382, November 2010.

[2] G.M. Kouamou Ntonfo, G. Ferrari, R. Raheli and F. Pisani, "Low-Complexity Image Processing for Real-Time Detection of Neonatal Clonic Seizures", *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* (TITB), 16(3):375-382, 2012.

[3] F. Pisani, C. Spagnoli, E. Pavlidis, C. Facini, G.M. Kouamou Ntonfo, G. Ferrari and R. Raheli, "Real-Time Automated Detection of Clonic Seizures in Newborns", *Clinical Neurophysiology*, February 2014.

[4] L. Cattani, G.M. Kouamou Ntonfo, F. Lofino, G. Ferrari, R. Raheli and F. Pisani, "Maximum-Likelihood Detection of Neonatal Clonic Seizures by Video Image Processing", *International Symposium on Medical Information and Communication Technology* (ISMICT 2014), Florence, Italy, April 2014.

[5] G.M. Kouamou Ntonfo, G. Ferrari, F. Lofino, R. Raheli and F. Pisani, "Extraction of video features for real-time detection of neonatal seizures", *IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks* (WOWMOM 2011), Lucca, Italy, 1-6, June 2011.

[6] G.M. Kouamou Ntonfo, G. Ferrari, F. Lofino, R. Raheli and F. Pisani, "Video processing-based detection of neonatal seizures by trajectory features clustering", *IEEE International Conference on Communications* (ICC 2012), Ottawa, Canada, 3456-3460, June 2012.