

حذف نویز سیگنال ECG به صورت زمان حقیقی و ارسال به مرکز پزشکی از راه دور از طریق موبایل

مهسا رعیتی بنادکوکي^{۱*}، سعید راحتی قوچانی^۲، کامبیز بهاء‌الدینی بیگی^۳، محمد مهدی خلیل زاده^۴

چکیده

زمینه و هدف: بیماری‌های قلب و عروق یکی از بیماری‌های شایع در جهان و یکی از ۳ عامل اصلی مرگ‌ومیر می‌باشد. سیگنال ECG (الکتروکاردیوگراف) برای ارزیابی وضعیت قلب و عروق انسان استفاده می‌شود. ثبت و انتقال real_time سیگنال ECG باعث به وجود آمدن نویزهای زیادی بر روی سیگنال می‌شود.

مواد و روش‌ها: به طور کلی، برای پردازش سیگنال ECG، الگوریتم‌هایی برای حذف نویز بهینه و از بین بردن نویزهای فرکانس بالا در سیگنال ECG به کار می‌رود. در این پروژه از روش‌های حذف نویز مبتنی بر ویولت و نرم افزار LabVIEW استفاده شده است. در این تحقیق از داده‌های پایگاه داده MIT/BIH استفاده شده است.

یافته‌ها: توسط این الگوریتم سیگنال قلبی فرد بر روی موبایل بیمار پردازش می‌شود. مقدار سیگنال به نویز بدست آمده (۱۹-۱۵ dB) حاکی از حذف نویز مطلوب سیگنال است که در تشخیص پزشک کمک شایانی می‌کند سپس سیگنال ECG توسط پروتکل TCP/IP به مرکز پزشکی از راه دور ارسال می‌شود.

نتیجه‌گیری: پیشرفت تکنولوژی‌های اخیر به ویژه تلفن همراه امکان توسعه سیستم‌های مراقبت بهداشتی همراه با هدف نظارت بر وضعیت سلامت بیماران به وجود آورده است. در این مقاله نرم‌افزار طراحی شده قابلیت دریافت سیگنال قلبی، پردازش و انتقال آن به صورت real-time را به مرکز پزشکی از راه دور دارد. آزمایشات مقدماتی نتایج موفقیت آمیزی از این نرم‌افزار سیستم مراقبت همراه را در پی داشته است. بیمار می‌تواند این برنامه را بر روی موبایل تحت ویندوز خود نصب کرده و وضعیت قلبی خود را در تمام روز تحت کنترل داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: الکتروکاردیوگرافی (ECG)، ویولت، LabVIEW، TCP/IP

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد^۱

آدرس: مشهد، قاسم آباد، باوار یوسفی، دانشگاه آزاد مشهد

mahsa.raeeyate@gmail.com پست الکترونیکی:

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد^۲

استادیار، دانشگاه علوم پزشکی کرمان^۳

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد^۴

زمینه و هدف

۱. مقدمه

بیماری‌های قلب و عروق یکی از بیماری‌های شایع در جهان و یکی از ۳ عامل اصلی مرگ‌ومیر می‌باشد. به طور کلی بیماران قلبی، قبل از هر چیز نیاز به انجام یک تست الکتروکاردیوگراف دارند. نوار قلب به صورت غیرتهاجمی توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف برای ثبت فعالیت سلول‌های قلبی انجام می‌گیرد. سپس متخصص قلب و عروق با توجه به نوار قلب ثبت شده مشکلات قلبی عروقی بیمار را به صورت اولیه تشخیص می‌دهد. با این وجود در بعضی موارد از قبیل ۱. بیماری‌های مادرزادی ۲. بیماری‌های عروق کرونر قلب، ثبت یک بار سیگنال قلبی منجر به تشخیص صحیح نمی‌شود. به عنوان مثال، بعضی از بیماران مبتلا به عروق کرونر در اکثر مواقع ریتم طبیعی قلب را دارند فقط بعضی اوقات به صورت ناگهانی آریتمی رخ می‌دهد. همچنین تشخیص ریتم غیر طبیعی قلب در برخی از بیماران نیاز به مانیتورینگ طولانی مدت دارد. در چنین مواردی، به طور معمول بیمار باید برای چند روز در بیمارستان بستری شود. بنابراین سیستم‌های تله‌مانیتورینگ ECG به بیماران این امکان را می‌دهد در حالیکه مشغول زندگی روزانه خود است، سیگنال قلبی آن ثبت و به مرکز پزشکی از راه دور ارسال شود. سیستم‌های تله‌مانیتورینگ ECG دارای انواع مختلفی است که به دو قسم می‌باشند. ۱. سیستم‌های offline ۲. سیستم‌های real time

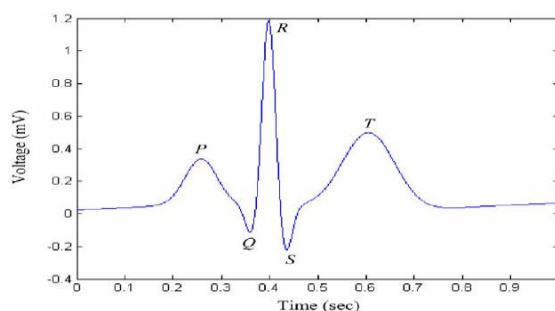
در سیستم‌های real time پس از ثبت سیگنال قلبی توسط دستگاه واسطه کامپیوتر یا موبایل سیگنال قلبی پردازش شده و در مواردی به بیمارستان یا مرکز پزشکی از راه دور ارسال می‌شود.

در زمینه‌های پزشکی، نسل جدید تلفن‌های همراه تأثیر مهمی در توسعه سیستم مراقبت بهداشتی داشته است. از قبیل یکپارچه سازی طیف وسیعی از شبکه‌ها و در نتیجه ایجاد فرصت برای انتقال اطلاعات ثبت شده پزشکی به بیمارستان [۱] با توجه به رشد تکنولوژی‌های جدید، سیستم‌های ثبت سیگنال قلبی دارای اندازه کوچک و وزن کم هستند و از تلفن‌های همراه می‌توان در زمینه پردازش سیگنال‌های حیاتی استفاده کرد.

به طور کلی سیگنال قلبی ثبت شده آلوده به نویز می‌باشد. که به منظور استخراج اطلاعات مفید این سیگنال‌ها باید پردازش شوند و حذف نویز گوسین که به هنگام انتقال سیگنال در کاربردهای پزشکی از راه دور سیگنال را آلوده می‌کند، مورد توجه قرار می‌گیرد. در این پروژه از توابع ویولت برای حذف نویز سیگنال استفاده می‌گردد که دامنه قله (پیک) سیگنال نزدیک به دامنه طبیعی سیگنال حفظ کند.

۲. سیگنال ECG

در یک دوره از سیگنال ECG نرمال دپلاریزه/رپلاریزه صحیح شریانی و دپلاریزه/رپلاریزه بطنی در طی هر ضربه قلب مشاهده می‌شود. که در هر سیگنال ECG مطابق با شکل ۱ موج‌های P، Q، R، S، T نشان داده می‌شوند. که این سیگنال خصوصیات موج‌های P، T، U، و قطعه PQ، QRS، ST را دارا می‌باشد [۲].



۱- نمایش سیگنال ECG

محیط ثبت بی ثبات (ناسالم)، سیگنال‌های نادرست از تجهیزات نزدیک، الکترودهای ضعیف، نویزهای الکترومغناطیس دلایلی هستند که سیگنال ECG را با نویزهای ناخواسته آلوده می‌کنند.

نتایج آزمایشگاهی و مطالعات کلینیکی نشان داده است که وجود ناهنجاری بطنی در طی ریتم سینوسی در ناحیه احاطه کننده (myocardial infraction) باعث ایجاد تاخیر و تفکیک پتانسیل‌های کوچک (late potential) ثبت شده بر روی سیگنال ECG می‌شود. که این‌ها نوسانات فرکانس بالا، سطح پایین در قسمت انتهایی کمپلکس QRS و قطعه ST هستند.

به دلیل دامنه‌ی خیلی کم پتانسیل‌های تاخیری و SNR ضعیف حذف نویز از سیگنال ECG به کار بردن روش‌های denoise معمولی خیلی سخت می‌باشد. بنابراین، تکنیک پردازش سیگنال معتبری برای استخراج اطلاعات کلینیکی مفید از سیگنال آلوده به نویز ECG مورد نیاز است. تحلیل سیگنال ECG به بررسی با دقت و شناسایی کمپلکس QRS نیازمند می‌باشد. که این اطلاعات مربوط به الگوهای قلبی عادی (سالم) و غیر عادی (ناسالم) می‌باشد. در بین روش‌های زمان-فرکانس برای پردازش سیگنال تکنیک مبتنی بر ویولت ترجیح داده می‌شود چون دقت بیشتری در آشکارسازی دارد [۲].

نویزی که در سیگنال ECG وجود دارد به دو علت بستگی دارد. اول: پارامترهای فیزیکی مربوط به ابزار ثبت. دوم: فعالیت بیوالکتریکی مربوط به سلول‌هایی که به ناحیه مورد علاقه برای تشخیص مربوط نمی‌شود. (به عنوان فعالیت پس زمینه نامیده می‌شود) [۳]. گرچه، فیلترهای آنالوگ در طی ثبت به کار برده می‌شوند اما بسته به طیف هم‌پوشانی (overlap) روش‌های فیلترینگ کلاسیک (قدیمی) برای بدست آوردن سیگنال ECG واقعی کافی نیست.

بنابراین حذف نویز پردازش مورد بحث در سیگنال فیزیولوژیکی می‌باشد. در طی حذف نویز باید مراقب حفظ ویژگی‌های اصلی سیگنال باشیم. حفظ ویژگی سیگنال برای تشخیص درست ضروری می‌باشد. به طور کلی با پردازش سیگنال ممکن است از تشخیص متخصص برای فرق قائل شدن بین ویژگی مهم بیولوژیکی سیگنال و نویزی که سیگنال را در بر گرفته است، بی‌نیاز باشد. سیگنال‌های بیولوژیکی ممکن است پایداری نداشته باشند و در حالت متغیر باشند. بنابراین پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی باید سوژه به سوژه انجام شود. که منجر به، به کار بردن روش حذف نویز قوی، فراگیر و انطباق پذیر می‌کند که در شرایط مختلف قابل استفاده باشد.

۳. پایگاه داده

در این تحقیق از داده‌های پایگاه داده فیزیوت استفاده شده است [۳]. در تحقیقات گذشته اشاره شده است که به هنگام انتقال سیگنال قلبی در کاربرد همراه نویز گوسین نیز به سیگنال افزوده می‌شود [۴]. به همین منظور برای بررسی بهتر الگوریتم به داده نویز گوسین نیز اضافه می‌شود، سپس الگوریتم پیشنهادی تست می‌گردد.

مواد و روش‌ها

روش ویولت اطلاعات حیاتی برای تشخیص بیماری‌ها را در سیگنال حفظ می‌کند. فرضیه ویولت قبلاً ثابت شده است که توانایی قطعه‌بندی سیگنال و نویز را دارد. اخیراً محققان پردازش سیگنال بیومدیكال (مهندسی پزشکی) فرضیه ویولت را در فشرده سازی، استخراج ویژگی و حذف نویز به کار برده‌اند [۵-۶]. ویولت برای پردازش سیگنال نسبت به تکنیک‌های معمولی مزیت‌های معینی همچون ویژگی‌های ضریب فشرده سازی ویولت، کم کردن نویز در حوزه ویولت و حذف نویز را دارا می‌باشد. این پتانسیل‌های ذاتی تبدیل ویولت را در مقیاس بزرگی برای متراکم سازی اطلاعات پزشکی و بازبایی آنها آماده می‌کنند. قابلیت متراکم سازی اطلاعات توسط ویولت در ECG مفید می‌باشد، که به این خاطر است که اطلاعات ECG نیاز به حافظه زیادی برای ذخیره سازی دارد.

در سیگنال ECG مهم ترین قسمت کمپلکس QRS می‌باشد [۷-۸]. و معکوس فاصله RR در سیگنال ECG یک پارامتر آسیب شناختی می‌باشد که ضربان قلب لحظه‌ای را می‌توان با توجه به آن محاسبه کرد. همچنین اطلاعات مربوط به آشکارسازی قله P، فاصله QT، موج S و T به عنوان پارامترهای تشخیصی مهم در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین برای حذف نویز از سیگنال‌های قلبی باید روش‌هایی انتخاب شود که کمترین میزان تغییر را در سیگنال واقعی داشته باشد.

محققان روش مبتنی بر تبدیل ویولت را برای استخراج ECG جنین از ترکیب سیگنال‌های شکمی مادر به کار برده‌اند [۶]. و همچنین نشان داده‌اند که روش مبتنی بر DWT برای آشکارسازی کمپلکس QRS از سیگنال آغشته به نویز مفید می‌باشد [۹]. استخراج سیگنال ECG واقعی از سیگنال نویزی ثبت شده به عنوان مسئله حذف نویز می‌باشد. هدف اصلی بررسی قابلیت کاربرد ویولت مبتنی بر آستانه سازی برای حذف نویز سیگنال ECG می‌باشد. دلیل انتخاب پردازش حوزه ویولت برای سیگنال ECG به خاطر خصوصیات غیر ایستا سیگنال و گسترده بودن نویز است که کاربرد فیلترهای خطی معمولی را محدود می‌کند.

۱. مروری بر تبدیل ویولت

تابع ویولت نقشی اصلی در تحلیل‌های multiresolution ایفا می‌کند، تبدیل ویولت گسسته ارتباط بین ویولت در ریاضیات از یک سو و کاربرد ویولت را در سوی دیگر برقرار می‌کند.

به دلیل اینکه در real-time ما معمولاً با مجموعه اطلاعات گسسته سروکار داریم ارائه یک تابع در حوزه فوریه مناسب نیست به علت اینکه localization در زمان ندارد. در حوزه ویولت پردازش سیگنال، سیگنال خروجی پردازش شده مبتنی بر تابع γ به ویولت مادر خوانده می‌شوند.

تبدیل ویولت ترکیبی از دو فیلتر پایین‌گذر و بالا‌گذر است که در هر مرحله بر روی سیگنال اعمال می‌شود و مقیاس‌های پایین معرف فرکانس بالا و مقیاس‌های بالا معرف فرکانس پایین هستند.

Mallat کاربرد تکرار مکرر فیلترهای بالا‌گذر و پایین‌گذر را برای محاسبه توسعه ویولت به تعداد مرحله معین نشان داد- [۱۰] [۱۱]. محاسبه تبدیل ویولت به یک جفت فیلتر نیاز دارد. یک فیلتر ضرایب ویولت را محاسبه می‌کند در حالی که دیگری تابع مقیاس گذاری را حساب می‌کند.

این تابع مقیاس گذاری با ضرایب فیلتر $\{h_k\}$ به کار برده می‌شود که تخمین (تقریب) سیگنال را از طریق معادله زیر تولید می‌کند [۱۰].

$$W_l(n, j) = \sum_m W_L(m, j-1)h(m-2n) \quad (1)$$

تابع ویولت جزئیات سیگنال را در اختیار قرار می‌دهد.

و همچنین خروجی بالا‌گذر توسط معادله زیر بیان می‌شود [۱۰].

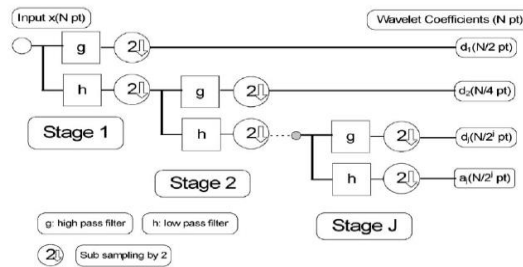
$$W_H(n, j) = \sum_m W_L(m, j-1)g(m-2n) \quad (2)$$

در اینجا $W_L(p, q)$ ضریب تابع مقیاس گذاری p^{th} در مرحله q^{th} می‌باشد. $W_H(p, q)$ ضریب تابع ویولت p^{th} در مرحله q^{th} می‌باشد.

$g(n)$ و $h(n)$ ضرایب فیلتر مطابق با تابع مقیاس گذاری (فیلتر پایین‌گذر) و تابع ویولت (فیلتر بالا‌گذر) به طور جداگانه می‌باشد [۱۲].

ارتباط بین این دو فیلتر به این صورت می‌باشد.

$$G_k = (-1)^k h_{L-k}, \quad K = 0, \dots, L-1 \quad (3)$$



شکل ۲- ساختار درختی DWT

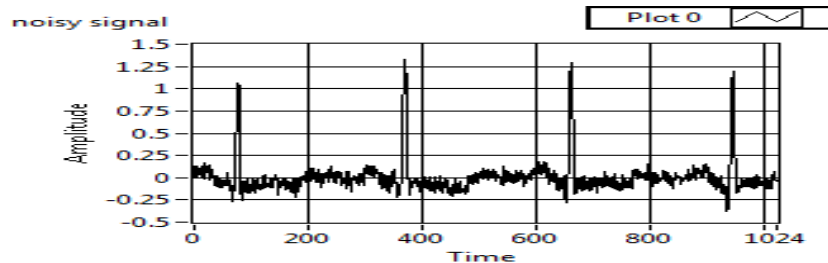
۲. آستانه‌سازی ویولت:

بازیابی سیگنال از حالت نویزی در حوزه‌ی ویولت با فرض اینکه توابع smooth ویولت بهتری را ارائه می‌کنند، انجام می‌شود که در نتیجه بیشتر ضرایب بدون خطای زیاد صفر تنظیم می‌شوند. آستانه‌سازی ویولت منجر به تنظیم ضرایب کوچک ویولت به صفر و حفظ ضرایب مطابق با سیگنال مطلوب می‌شود [۴].

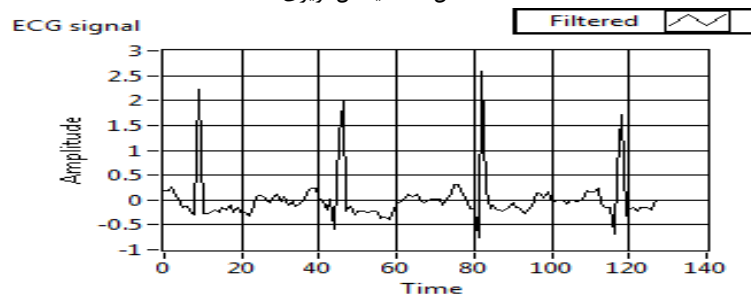
یافته‌ها

فرض اینکه ضرایب کوچک وابسته به نویز می‌باشند و می‌توان آن‌ها را صفر در نظر گرفت منطقی می‌باشد. در صورتی که سیگنال در تعداد کمی ضرایب بزرگ ذخیره می‌شود که این ضرایب باید حفظ شوند. در واقع پیش پردازش برای حذف نویز از سیگنال ECG قبل از استخراج ویژگی ضروری می‌باشد.

روش‌های زیادی برای حذف نویز از سیگنال و تصاویر با تبدیل ویولت وجود دارد. در روش‌های حذف نویز حوزه ویولت نویز با ضرایب ویولت در مقیاس کوچک نمایش داده می‌شود. و ضرایب در این قبیل مقیاس‌ها هم‌چنین شامل اطلاعات لبه‌ها نیز می‌شوند. این پروژه بر روی موبایل htc با ویندوز موبایل ۶ پیاده‌سازی شده است. برای برنامه نویسی از mobile module نرم‌افزار labview ۸٫۶ استفاده شده است. برای حذف نویز سیگنال توسط تبدیل ویولت از ویولت ۴۰ dB تا سه سطح استفاده شده است.



شکل ۳- سیگنال نویزی



شکل ۴- سیگنال فیلتر شده

به منظور بررسی برنامه از ۷ داده MIT (۲۰۲-۱۱۹-۱۰۶-۱۰۵-۱۰۳-۱۰۱-۱۰۰) استفاده شده است. هم‌چنین SNR این سیگنال‌ها مقادیری بین ۱۴ تا ۱۹ dB است. نسبت سیگنال به نویز نسبت توان سیگنال به توان نویز می‌باشد. و معیاری برای اندازه‌گیری میزان حذف نویز می‌باشد، و هر چه عدد بالاتری باشد نشانگر عملکرد بهتر مرحله حذف نویز است. SNR روش پیشنهادی حذف نویز مقادیر بالا می‌باشد که مبین عملکرد خوب ویولت می‌باشد.

$$SNR_{imp} [dB] = 10 \log_{10} \frac{\sum_{n=1}^N |x[n]|^2}{\sum_{n=1}^N |\hat{x}[n] - x[n]|^2} \quad (4)$$

$x[n]$: سیگنال اصلی، $y[n]$ سیگنال نویزی و $\hat{x}[n]$ سیگنال فیلتر شده می‌باشد.

جدول ۱: مقادیر SNR حذف نویز بر روی داده‌های پایگاه داده MIT/BIH

ECG data	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۵	۱۰۶	۱۱۹	۲۰۲
SNR(۱۰ dB)	۱۵,۴۷۵۸	۱۴,۳۷۰۴	۱۷,۱۰۰۱	۱۶,۷۵۷	۱۶,۷۵۷۷	۱۹,۶۳۸۶	۹,۲۶۹۲۹

۱. ارسال سیگنال

به کمک پروتکل TCP/IP برقرار کردن ارتباط بین چندین رایانه که از سیستم عامل‌های متفاوت استفاده می‌کنند امکان‌پذیر است. رایانه‌هایی که به صورت شبکه با یکدیگر ارتباط دارند می‌توانند در فواصل بسیار دور نسبت به یکدیگر قرار داشته باشند. به عبارت دیگر به کمک این پروتکل می‌توانید فرایند دریافت اطلاعات را روی یک رایانه شخصی در ایران انجام دهید، سپس نتایج حاصله را از طریق اینترنت برای رایانه‌ای دیگر در کشور دیگر ارسال کرده و به صورت آنلاین نتیجه را مشاهده کرد و از صحت انتقال اطلاعات اطمینان حاصل کنید. البته هیچ لزومی ندارد که رایانه‌های شبکه شده در فواصل دور نسبت به یکدیگر قرار گیرند. آنچه که در این

پروتکل ارتباطی نیاز است سخت افزار و نرم افزار مناسب جهت اتصال به یک شبکه رایانه‌ای است. شایان ذکر است که این شبکه بایستی پروتکل TCP/IP را پشتیبانی کند.

TCP یک انتقال قابل اطمینان را بدون از دست دادن اطلاعات و همچنین عدم نیاز به تکرار را فراهم می‌کند.

دو مرحله اساسی در نوشتن برنامه وجود دارد:

دریافت سیگنال

انتقال سیگنال از طریق پروتکل TCP/IP

طول داده‌های انتقال یافته از طریق TCP/IP باید مشخص باشد. طول مشخص شده توسط تعداد بسته‌های اطلاعات معین می‌شود. زمان انتقال بستگی به تعداد بسته‌های اطلاعاتی دارد که فرستاده می‌شود. با تعیین عدد صحیح برای بسته‌های اطلاعات از دریافت اطلاعات بدون از دست دادن بخشی از آن اطمینان حاصل می‌کنیم.

TCP یک پروتکل معتبر می‌باشد که دریافت بسته‌های اطلاعاتی را تضمین می‌کند و در کاربردهای با حساسیت بالا استفاده

می‌شود. پروتکل TCP به علت قابل اطمینان بودن از دریافت اطلاعات پزشکی بیمار در سیستم‌های پزشکی استفاده می‌شود [۱۳].

سیگنال قلبی را پس از پردازش بر روی موبایل به صورت real-time به مرکز پزشکی از راه دور برای تشخیص و کنترل توسط

پزشک متخصص از طریق پروتکل TCP/IP ارسال می‌کنیم. در این الگوریتم اطلاعات را به صورت بایت به بایت انتقال داده و تاخیری

در اجرای برنامه وجود ندارد.



شکل ۵: نمایش سیگنال قلبی بر روی موبایل

نتیجه گیری:

در حال حاضر، بیمارانی که دوره نقاهت بعد از عمل را می‌گذرانند یا از بیماری قلبی رنج می‌برند باید به صورت مداوم وضعیت سلامتی‌شان توسط پزشک مانیتور شود. دستگاهی که برای این هدف ساخته می‌شود برای کنترل وضعیت سلامتی بسیار مؤثر است و پزشکان می‌توانند بیماران را بدون بستری شدن در بیمارستان یا کلینیک تحت نظارت داشته باشند.

پیشرفت تکنولوژی‌های اخیر به ویژه تلفن همراه امکان توسعه سیستم‌های مراقبت بهداشتی همراه با هدف نظارت بر وضعیت سلامت بیماران به وجود آورده است. در این مقاله نرم‌افزار طراحی شده قابلیت دریافت سیگنال قلبی، پردازش و انتقال آن به صورت real-time را به مرکز پزشکی از راه دور دارد. نرم‌افزار تشخیصی طراحی شده کمک زیادی به پزشکان عمومی و دستیاران پزشکی که در تشخیص نوار قلب مشکل دارند و در مناطق محروم فعالیت می‌کنند، دارد. مقادیر SNR بدست آمده (۱۹-۱۴ dB) حاکی از حذف نویز مطلوب سیگنال است که در تشخیص پزشک کمک شایانی می‌کند. آزمایشات مقدماتی نتایج موفقیت آمیزی از این نرم‌افزار سیستم مراقبت همراه را در پی داشته است. بیمار می‌تواند این برنامه را بر روی موبایل تحت ویندوز خود نصب کرده و وضعیت قلبی خود را در تمام روز تحت کنترل داشته باشد

١. Hee Lee, D. Rabbi, A. Choi, J. Fazel-Rezai, R. Development of a Mobile Phone Based e-Health Monitoring Application. International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA). ٢٠١٢; ٣(٣): ٣٨-٤٣.
٢. McSharry, PE. Clifford, GD. Tarassenko, L. Smith, LA. A Dynamical Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals. IEEE Transaction on Biomedical Engineering. ٢٠٠٣; ٥٠(٣): ٢٨٩-٩٤.
٣. www.physionet.com
٤. Singh, BN. Tiwari, AK. Optimal selection of wavelet basis function applied to ECG signal denoising. Digital Signal Processing. ٢٠٠٦; ١٦(٣): ٢٧٥-٨٧.
٥. Unser M, Aldroubi A. A review of wavelets in biomedical applications. Proceedings of the IEEE. ١٩٩٦; ٨٤ (٤): ٦٢٦-٦٣٨.
٦. Khamene, A. Negahdaripour. S. A new method for the extraction of fetal ECG from the composite abdominal signal. . IEEE Transaction on Biomedical Engineering. ٢٠٠٠; ٤٧ (٤): ٥٠٧-٥١٦.
٧. Miaou, S.G. Yen, H.L. Lin, C.L. Wavelet-based ECG compression using dynamic vector quantization with tree code vectors in single codebook. . IEEE Transaction on Biomedical Engineering. ٢٠٠٢; ٤٩ (٧): ٦٧١-٦٨٠.
٨. Hwang, W.J. Chine, C.F. Li, K.J. Scalable medical data compression and transmission using wavelet transform for telemedicine application. IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine. ٢٠٠٣; ٧ (١): ٥٤-٦٣
٩. Kadambe, S. Murray, R. Boudreaux-Bartels, G.F. Wavelet transform-based QRS complex detector, IEEE Transaction on Biomedical Engineering; ١٩٩٩; ٤٦ (٧): ٨٣٨-٨٤٨
١٠. Mallat, S.G. A theory of multiresolution signal decomposition: The wavelet representation. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. ١٩٨٩; ١١(٧): ٦٧٤-٩٣.
١١. Rioul, O. Vetterli, M. Wavelets and signal processing. IEEE Signal Processing Magazine., ١٩٩١; ٨(٤): ١٤-٣٨.
١٢. Vetterli, M. Wavelets, approximation, and compression. IEEE Signal Processing Magazine., ٢٠٠١; ١٨(٥): ٥٩-٧٣.
١٣. Malhotra, K. Gardner, S. Rees, D. EVALUATION OF GPRS ENABLED SECURE REMOTE PATIENT MONITORING SYSTEM; Proceedings ١٢th International Conference ASMTA ٢٠٠٥

Noise removal of ECG signal in real-time and it is sent to a telemedicine center by a mobile phone

Mahsa Rayati¹, Saeed Rahati Quchani², Kambiz Bahadini³, Mohammad Mahdi Khalil Zade⁴

Abstract

Background: Cardiovascular disease are one of the most common diseases in the world and the third leading cause of death. ECG signal is used to access the status of human cardiovascular. Recording and transmission real-time of ECG signals caused much noise on the signal.

Materials & Methods: In general, optimization algorithms are used to remove noise and eliminate high frequency noises in the ECG signal processing. In this project, we used noise removal method based on wavelet and labview software and we used data from MIT/BIH database.

Results: The ECG signal of patient processed by the mobile with this algorithm. The amount of signal to noise is 10-14 dB, it indicates good noise cancelling and it helps to diagnose of physician. Then it is sent to a telemedicine center by TCP/IP protocol.

Conclusin: Recent technological advances especially the mobile phone has had possibility of developing in a health care systems with the aim of monitoring the health status of patient. In this paper, software is designed to ECG signal reception, real-time processing by mobile phone and then it is sent to a remote medical center. primary experiments had successful results for our health care system. The patient can install the program on his mobile phone (windows mobile) and his heart condition is controlled all day long.

Keywords: ECG signal, Wavelet, LabVIEW, TCP/IP

¹ Ms student of biomedical engineering, Islamic Azad University of Mashhad

Email: mahsa.raeeyate@gmail.com

² Assistant professor, Islamic Azad University of Mashhad

³ Assistant professor, Kerman University of Medical Sciences

⁴ Assistant professor, Islamic Azad University of Mashhad