فصلنامه رویکردهای نوین در تحقیقات علوم پایه، فنی و مهندسی
سال سوم، شماره ۱۰،پاییز ۱۳۹۹
ISSN: ۲٦٤٥-٥٤٣٩
www.jonarbset.ir

با استفاده از شبکه های عصبی بلوکی ECGطبقه بندی سیگنال

پریسا ایران نژاد [۱] ، سیامک حقی‌پور [۲]

[۱] گروه مهندسی پزشکی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)
[۲] گروه مهندسی پزشکی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

بیمارهای قلب و عروق از شایع ترین بیماری های قرن حاضر محسوب شده و امروز نارسائی قلبی بزرگترین عامل مرگ و میر در جوامع صنعتی و نیمه صنعتی به حساب می آید . امروزه بدلیل اهمیت موضوع ، ابزارها و روش های مختلفی برای بررسی نحوه عملکرد قلب در پزشکی ساخته شده اند . هدف تمام این روش های بدست آوردن انواع مختلف اطلاعات در مورد عملکرد قلب است به نحوی که به کمک آن ها پزشک متخصص نه تنها توانایی تشخیص نوع بیماری قلب را دارد بلکه می تواند بروز نارسایی قلبی احتمالی درآینده را نیز پیش بینی و حتی المکان از آن جلوگیری نماید. در این مقاله، یک روشی جدید طبقه بندی سیگنال ECG با استفاده از شبکه های عصبی بلوکی جهت افزایش حساسیت طبقه بندی سیگنال ارائه می شود. به عبارت دیگر، در این مقاله روشی برای تشخیص بیماری های قلبی ارائه شده که بردارهای ویژگی بر اساس ویژگی انرژی تجزیه ویولت به دست آمده و دسته بندی کننده ELM آموزش دیده و ساخته می شوند. ELM دسته بندی صحیح بردارهای ویژگی را آموخته و سعی می کند سیگنال های قلب را به درستی دسته بندی نماید. در این پروژه از یک ELM ۲ لایه که ساختاری مشابه شبکه پرسپترون دو لایه دارد استفاده شده است. ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی و مقایسه آن با کارهای پیشین عملکرد مناسب روش پیشنهادی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بیماری قلبی، طبقه بندی سیگنال، شبکه های عصبی بلوکی

۱. مقدمه

سیگنالهای حیاتی در سطح بدن، وضعیت درونی و فعالیت الکتریکی بدن را منعکس می کنند. بنابراین با استفاده از اندازه گیری های غیرتهاجمی اطلاعاتی درباره ارگان های داخلی فراهم آورده می‌شود. الکتروکاردیوگرام مهمترین سیگنال حیاتی است که توسط کاردیولوژیست ها برای اهداف تشخیصی استفاده می شود. این سیگنال اطلاعات کلیدی درباره فعالیت الکتریکی قلب فراهم می آورد[۱-۳]. بنابراین نمایش دائم این سیگنال منجر به مشاهده تغییرات فعالیت الکتریکی قلب در طول زمان می شود. که این تغییرات اطلاعات بسیار کلیدی را برای پزشکان به ارمغان می آورد. بنابراین مانیتورینگ پیوسته، اطلاعات شرح حال بیمار را افزایش می دهد و منجر به تشخیص مطمئن تر از بیماری های قلبی می گردد[۴-۶].

تشخیص سیگنال های غیر طبیعی یک مرحله کلیدی در اهداف نظارتی برای بیماران می باشد. اغلب، بیماران به صورت پیوسته، به مانیتورهای قلب در بیمارستان متصل می شوند. این مانیتورینگ پیوسته نیاز به پزشکان ناظر برای تشخیص دارد . وابسته به تعداد زیاد بیماران در واحد مراقبت های شدید و نیاز بی مشاهده پیوسته آنها، چندین روش برای طبقه بندی و تشخیص اتوماتیک در چند دهه گذشته توسعه پیدا کرده است[۷-۸].

تشخیص آریتمی های قلبی سیگنال الکترودیاگرام به دلیل تشخیص بهنگام شرایط خطرناک قلب از اهمیت زیادی برخوردار است و آنالیز دستی برای تشخیص آریتمی های قلبی زمان قابل توجهی می طلبد. به علاوه آنالیز دستی همواره مستعد خطا می باشد. روش هایی که تا کنون ارائه شده است نسبت به یکدیگر در چگونگی استخراج ویژگی ها و همچنین نوع سیستم طبقه بندی بکار رفته ، تفاوت دارند و هیچ کدام از روش ها به طور کامل طبقه بندی سیگنال ها را انجام ندادند لذا در این مقاله، یک روش برای طبقه بندی سیگنال های قلبی با بکار گیری شبکه های عصبی بلوکی برای افزایش دقت و حساسیت طبقه بندی برای شناسایی بیماری های قلبی ارائه خواهد شد و در این روش از تعدادی از رکوردهای موجود در پایگاه داده استاندارد MIT- BIH استفاده می شود[۹].

در ادامه این مقاله در بخش ۲ به مرور ادبیات روش های طبقه بندی سیگنال پرداخته خواهد شد، در بخش ۳ به بیان جزیات روش پیشنهادی پرداخته می شود در بخش ۴ به ارزیابی روش پیشنهادی پرداخته می شود و در نهایت در بخش به جمعبندی این مقاله انجام می شود.

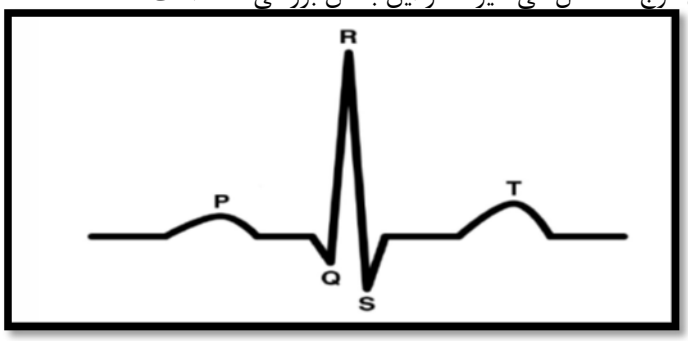
۲. مروری بر ادبیات پژوهش

سیگنال الکترودیوگرام نتیجه پلاریزه شدن متناوب عضله قلبی است که از گره سینوسی – دهلیزی آغاز شده و به تمام عضله قلبی سرایت می کند . یک سیکل کامل این سیگنال که در یک انسان سالم بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی ثانیه طول می کشد دارای شکل موج مشخص است که هر جز از آن حاصل عملکرد فیزیولوژیکی خاصی در قلب است[۱۰-۱۲] . به یک سیکل کامل از سیگنال ECG یک ضربه یا تپش گفته می شود که در این مقاله به عنوان ضربان الکتروکاردیوگرام از آن یاد می شود . هر عاملی که باعث اختلال در کار ماهیچه قلبی شود منجر به تغییر شکل اجزا ضربان الکترو کاردیو گرام می گردد . بنابراین شناسایی و طبقه بندی خود کار ضربان الکترودیوگرام[۱] موضوع بسیار مهمی برای تشخیص خودکار انواع بیماری ها و آریتمی های قلبی به شمار می رود[۱۳].

در گذشته الگوریتم های بسیاری برای آشکارسازی و طبقه بندی ضربان ECG ابداع و گزارش شده اند . در بسیاری از این مقالات از ویژگی های حوزه زمان و یا فرکانس سیگنال ECG برای طبقه بندی آن استفاده شده است . از جمله این ویژگی ها می توان به مشخصات ساختاری شکل موج ECG مانند فاصله دو پیک متوالی R ، عرض کمپلکس QRS ، طول قطعه ST [۱۴]،نرخ ضربان قلبی [۱۵]، ضرایب خود بازگشتی سیگنال ECG و واریانس سیگنال در مقیاس های مختلف تبدیل موجک اشاره کرد. در ادامه این بخش قصد داریم به مروری بر ادبیات سیگنال ECG بپردازیم.

[۱] ECG beat recognition

یک الکترودیوگرام یا ECG نمایان گر فعالیت الکتریکی عضله قلب است که از طریق سطح بدن ضبط می شود . یک موج ساده ECG شامل یک سیکل قلبی در شکل زیر نشان داده شده است که شامل یک موج P ، مجموعه QRS و یک موج T می باشد . پروسه ای که در آن این موج ها شکل می گیرند در این بخش بررسی شده است.



شکل ۱. سیگنال پایهECG [۱۶].

قلب برای خود سیستم الکتریکی خود ساخته ای دارد که به آن سیستم انتقال می گویند ، شکل را نگاه کنید . سیستم انتقال ، سیگنال های الکتریکی را از قلب خارج می کند که منتج به زمان بندی و هماهنگی و ریتمیک بودن الگوی ضربان قلب مطابق آنچه در شکل بالا نشان داده شده است خواهد شد . سیگنال های الکتریکی ، یا ضربات ، از قلب توسط یک توده ای ار بافت تخصصی به نام گره سینوسی تولید می شود . هر بار که گره سینوسی یک ضربه الکتریکی تولید می کند ، این ضربه به محفظه بالایی قلب که دهلیز چپ و راست نامیده می شوند ارسال می گردد . این ضربه الکتریکی ، همین طور که به دو دهلیز وارد می شود ، آنها را به منقبض شدن تحریک می کند و خون را به بطن های چپ و راست پمپ می کند . انقباض دهلیز منجر به تولید موج P نشان داده شده در شکل بالا می باشد . ضربه الکتریکی آن گاه وارد گره دهلیزی شذه که دسته دیگری از بافت های تخصیص واقع بین دهلیز و بطن است[۱۶]. گره دهلیز برای مدتی انتشار ضربه الکتریکی را کند می کند تا بطن چپ و راست از انقباض خارج شوند . این وقفه نتیجه بین موج P و موج Q در شکل زیر از گره دهلیزی ، ضربه به یک سیستم از الیاف تخصصی به نام " شاخه HIS" و در شاخه راست و شاخه چپ منقل می شود . این الیافت ها ضربات الکتریکی را به تمام قسمت های بطن های چپ و راست پخش می کنند و آنها را تحریک به انقباض در یک مسیر هماهنگ می کنند . با این انقباض ، خون از بطن راست به ریه ها و از بطن چپ به کل بدن پمپ می شود . این عملیات منجر به مجموعه QRS می شود. در آخر ، در پلاریزه شدن سلول های بطن دقیقا بعد از QRS شروع و تا اخر موج T ادامه خواهد داشت.

۳. روش پیشنهادی برای انتخاب ویژگی در تشخیص نفوذ

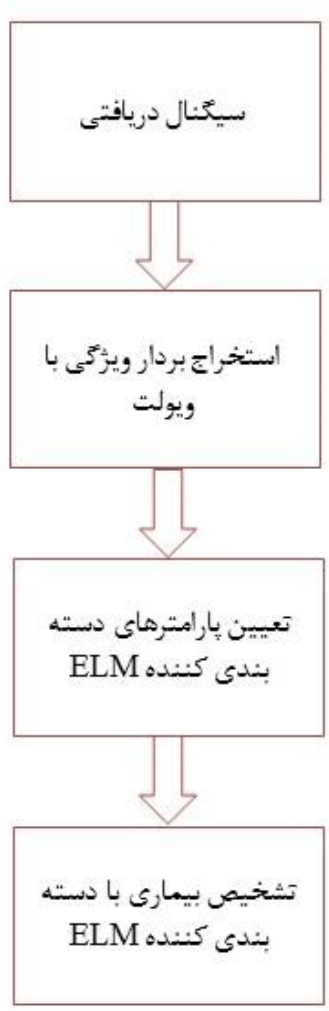
در این بخش روش پیشنهادی در این مقاله برای تشخیص بیماری قلبی به کمک سیگنال های قلب ارائه می شود. روش ارائه شده بر مبنای دسته بندی کننده ELM خواهد بود که در نهایت خروجی لایه آخر برای دسته بندی و تشخیص بردارهای ویژگی مورد نظر و تشخیص وجود ویا عدم وجود بیماری دیابت به کار خواهد رفت. در این روش بعد از محاسبه برداروِیژگی از سیگنال مورد نظر بر اساس روش ویولت، بردار ویژگی به ELM داده می شود به این امید که سیگنال های دریافتی را دسته بندی کند. هدف اصلی این مقاله بررسی این موضوع می باشد که آیا ELM در ترکیب با روش استخراج ویژگی ویولت می تواند دقت تشخیص بیماری های قلبی را نسبت به روشهای معمول همچون شبکه های عصبی و ماشین بردار پشتیبان ارتقا دهد یا نه. برای بررسی این موضوع نتیجه دسته بندی بردارها با شبکه عصبی پرسپترون دولایه و ماشین بردار پشتیبان مقایسه خواهد شد. در روش پیشنهادی، ابتدا بردارهای ویژگی از سیگنال های مغزی بر اساس روش ویولت استخراج شده و پس از تشکیل داده های آموزشی، دسته بندی کننده ELM که کار دسته بندی بردارها را انجام خواهد داد به کمک داده های آموزشی ساخته می شود. برای تعیین پارامترهای ELM از روش محاسبه مستقیم و بدون استفاده از روش پس انتشار خطا استفاده شده است. برای استخراج بردار ویژگی ابتدا تجزیه ویولت انجام شده سپس براساس ضرایب به دست آمده انرژی و آنتروپی بر مبنای

تعاریفی که پیشتر ارائه خواهیم نمود به دست آمده و برای دسته بندی سیگنال مورد نظر به کار می رود. شکل ۲ فلوچارت روش پیشنهادی را به صورت شماتیک نمایش می دهد.

این مدل با هدف ارایه یک مدل یکپارچه است که همه روش‌های مطرح شده در بالا را که در ابتدا با عنوان ELM مطرح نشده‌اند را نیز در بر می‌گیرد.

مدل ELM در ابتدا برای SLFN-ها پیشنهاد شد و سپس برای SLFN-های تعمیم یافته گسترش داده شد. تابع خروجی SLFN-های تعمیم یافته به صورت زیر است:

$$f(x) = h(x)\beta = \sum_{i=1}^{L} \beta_i h_i(x) \quad (1)$$



شکل ۲: فلوچارت روش پیشنهادی برای تشخیص بیماری های قلبی بر اساس ELM.

تابع $h(x)$ در واقع فضای d بعدی ورودی را به یک فضای L بعدی نگاشت می‌کند. بین لایه نهان و لایه خروجی وزن وجود دارد. ادعا می‌شود اگر نگاشت مناسب در لایه نهان انتخاب شود می‌توان هر تابعی را توسط این مدل تخمین زد. برای یک مساله دسته‌بندی دودسته‌ای تابع تصمیم‌گیر برای این مدل به صورت زیر است:

$$f(x) = \text{sign}(h(x)\beta) \quad (2)$$

برخلاف روش‌های معمول یادگیری مدل ELM نه تنها سعی می‌کند خطای داده‌های آموزش را حداقل کند، سعی در حداقل کردن نرم وزن‌های خروجی نیز دارد. بر اساس تئوری بارلت[۲]برای SLFN-ها کاهش نرم وزن‌ها در کنار کاهش خطای آموزش به تعمیم‌پذیری بهتری می‌رسد. بنابراین تابع هدف ELM که سعی در کاهش خطای آموزش و نرم وزن‌های خروجی دارد به صورت زیر است:

$$\text{Minimize: } ||H\beta - T||^2 \text{ and } ||\beta|| \qquad (۳)$$

که H در آن ماتریس لایه نهان است و به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$H = \begin{bmatrix} h(x_1) \\ \vdots \\ h(x_N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1(x_1) & \dots & h_L(x_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_1(x_N) & \vdots & h_L(x_N) \end{bmatrix} \qquad (۴)$$

همانطور که مشاهده می‌شود، حداقل کردن $||\beta||$ در واقع معادل حداکثر کردن فاصله حاشیه دو دسته در دسته بندی دودسته‌ای یعنی حداکثر کردن $\frac{2}{||\beta||}$ می‌باشد .

۴. ارزیابی روش پیشنهادی

در این بخش در مورد نتایج به دست آمده از انجام آزمایشات برای دسته بندی ۵ نوع سیگنال قلب بحث می شود. روش پیشنهادی بر مبنای استخراج ویژگی های سیگنال بر اساس تجزیه ویولت و استفاده از مقادیر آنتروپی و انرژی که در بخش قبل توضیح داده شده است محاسبه می شود. پس از استخراج بردارهای ویژگی از سیگنال های قلب، به کمک دسته بندی کننده بردارهای ویژگی که از قطعات سیگنال به دست می آیند مورد ارزیابی و دسته بندی قرار می گیرند. دسته بندی کننده مورد از نوع ELM بوده که روشی بر مبنای تئوری ماشین بردار پشتیبان بوده و مقادیر پارامترهای آن به سادگی محاسبه می شود. حدود ۵۰٪ درصد داده ها که بردارهای استخراج شده از قطعات سیگنال های عددی می باشند برای فرآیند آموزش ماشین بردار پشتیبان مورد استفاده قرار گرفته و ۵۰٪ مابقی برای ارزیابی دسته بندی کننده به کار رفته اند. در ادامه به معرفی مجموعه داده های سیگنال قلب پرداخته و به نحوه استخراج بردارهای ویژگی و ارائه نتایج پرداخته خواهد شد.

سیگنالهای مختلف به کاررفته در این مقاله از سایت معتبر physionet.org از پایگاه داده MIT-BIH به دست آمده اند. برای انجام آزمایشات از ۵ نوع سیگنال مربوط به ۴ نوع بیماری و یک نوع سیگنال قلب نرمال، برای انجام آزمایشات و ارائه نتایج به کاررفته است. ۴ نوع بیماری به ترتیب عبارتند از:

۱. Ventricular flutter
۲. Supraventricular premature
۳. Arrhythmia
۴. Arrhythmia

بعد از استخراج بردارهای ویژگی ۱۱۵ بردار ویژگی که تقریبا ۵۰٪ کل بردارهای ویژگی استخراج شده است، به عنوان مجموعه آموزشی در نظر گرفته شده و برای آموزش روش دسته بندی ELM به کار می رود. همچنین۵۰٪ باقی مانده داده ها به تعداد ۱۱۰ بردار ویژگی نیز به عنوان مجموعه تست برای ارزیابی روش پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج در جدول ۱ گزارش شده است. بردارهای ویژگی متعلق به ۵ نوع سیگنال قلب بوده و روش دسته بندی ELM باید بتواند بعد از به کار بردن بردارهای آموزشی و تعیین پارامترهای خود مجموعه تست را به درستی تشخیص داده و ۵ نوع سیگنال مختلف قلب

[۲]Bartlett's Theory

را به درستی تشخیص دهد. ساختار ELM دارای دو لایه از نرونها شامل ۶۰ نرون در لایه میانی و ۲ نرون در لایه خروجی می باشد.در نهایت مشاهده می شود که روش دسته بندی قادر می باشد که بردارهای ویژگی را با دقت ۱۰۰٪ و بردارهای ارزیابی را با دقت ۹۸٪ شناسایی نماید.

جدول ۱: نتایج به دست آمده از دسته بندی سیگنال های قلب

تعداد بردارهای آموزش	تعداد بردارهای ارزیابی	دقت دسته بندی داده های آموزش	دقت دسته بندی داده های ارزیابی
۱۱۵	۱۱۰	٪۱۰۰	٪۹۸

برای اثبات کارایی روش پیشنهادی در این بخش قصد داریم که نتایج به دست آمده در این مقاله را با نتایج به دست آمده در مرجع [۱۷] مقایسه نماییم. روش ارائه شده در مرجع مورد نظر با کمک ویژگی های مورفولاجیک وویژگی های زمانی مربوط به سیگنال قلب سعی در دسته بندی و تشخیص ۵ نوع سیگنال قلب داشته است. در روش ارائه شده از شبکه عصبی بلوکی به عنوان دسته بندی کننده برای تشخیص نوع سیگنال دریافتی استفاده شده است. به دلیل محدودیتهای موجود درآموزش شبکه های عصبی بلوکی، از الگوریتم جمعیت انبوه ذرات برای تعیین پارامترهای مناسب شبکه عصبی بلوکی استفاده شده است. جدول ۲ نتایج به دست آمده از هر نوع روش مورد نظر را نمایش می دهد که نشان دهنده برتری روش پیشنهادی در دسته بندی سیگنال های قلب می باشد.

جدول ۲: مقایسه نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی و روش مرجع

نوع روش	دقت تشخیص
روش پیشنهادی	٪۹۸
روش مرجع	٪۹۷

۵. نتیجه‌گیری

امروزه تشخیص بیماری ها از حوزه پزشکی وارد حوزه علوم کامپیوتر شده است. هوش مصنوعی با افزایش روز افزون دقت در فرآیند تشخیص و تصمیم گیری، در حوزه تشخیص امراض پزشکی میتواند بسیار مفید بوده و حتی از انسان نیز پیشی بگیرد. از طرفی با رشد روشهای یادگیری ماشین و روشهای استخراج ویژگی های سیگنال و از طرفی بیشتر شدن حجم داده های تولید شده در کاربردهای مختلف از جمله تشخیص پزشکی، شرایط را فراهم کرده که کامپیوترها نقش اصلی را در تشخیص بسیاری از امور مهم وحساس بازی کنند. در این مقاله از روش استخراج ویژگی سیگنال بر اساس ویولت به همراه روش دسته بندی ELM برای حل مسئله تشخیص بیماری های قلبی استفاده شود تا شاید به دقت بالاتری نسبت به روشهای قبلی رسید. در این مقاله روشی برای تشخیص بیماری های قلبی ارائه شد که بردارهای ویژگی بر اساس ویژگی انرژی تجزیه ویولت به دست آمده و دسته بندی کننده ELM آموزش دیده و ساخته می شوند. ELM دسته بندی صحیح بردارهای ویژگی را آموخته و سعی می کند سیگنال های قلب را به درستی دسته بندی نماید. در این پروژه از یک ELM ۲ لایه که ساختاری مشابه شبکه پرسپترون دو لایه دارد استفاده شده است. استخراج بردارهای ویژگی و آموزش و ساخت دسته بندی کننده ELM در محیط نرم افزار Matlab با کمک توابع مفید آن انجام شده است. همچنین روش پیشنهادی با یکی از روش های جدید در این حوزه مقایسه شد و نتایج نشان دهنده کارائی بهتر روش پیشنهادی می باشد. روش دسته بندی ELM بدون نیاز به پروسه آموزش، سرعت یادگیری بالایی دارد ولی اغلب نیازمند نرونهای بیشتری در مقایسه با شبکه پرسپترون دو لایه می باشد که با پس انتشار خطا آموزش دیده است. از طرفی پروسه آموزش این روش دسته بندی بسیار ساده بوده و رسیدن به پارامترهای مناسب با روابط خطی ریاضی میسر می باشد.

مراجع

[۱] بابک شکیبا باروق ،"تشخیص بیماری های قلبی به کمک ویژگی های استخراج شده از روش خوشه بندی"، ۱۳۹۰.

[۲]مهدی ذوالفقارزاده کرمانی ؛ سیدمحمدرضا هاشمی گلپایگانی؛ محمدعلی خلیل زاده و سیداحمد اشجعی، " ارائه روشی جدیدبرای کمی سازی چینش نقاط بازسازی شده ازسیگنالهای زیستی درفضای فازو به کارگیری آن به عنوان ویژگی بیومتریک برای سیگنال ECG"، پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران،۱۳۹۲.

[۳]بهزاد عزیزپور ، "بهینه سازی تشخیص سیگنال ECG با استفاده از شبکه های عصبی در حوزه زمان و موجک"، اولین کنفرانس ملی نوآوری در مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات،۱۳۹۲.

[5] S.Taheri, S.H.Ong, V.F.H.Chong, "Level-set Segmentation of Heart Volume using a Threshold-based Speed Function", Image and Vision Computing 28 (2010) 26-37.

[6] Kaihua Zhang, Lei Zhang, Huihui Song, Wengang Zhou, "Active Contour with Selective Local or Global Segmentation: A new Formulation and Level set method", ELSEVIER Image and vision Computing 28(2010), ۶۶۸-۶۷۶.

[7] J.H. Abawajy, A.V. Kelarev, M. Chowdhury,"Multistage approach for clustering and classification of ECG data", Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol.112, pp. 720-730, 2013.

[8] Shirin. Shadmand, Behbood Mashoufi, A new personalized ECG signal classification algorithm using Block-based Neural Network and Particle Swarm Optimization, Biomedical Signal Processing and Control 25 (2016) ۱۲–۲۳.

[۹]وحید نصرالله پور نیازی، "طراحی طبقه‌بند مقاوم در برابر نویز برای سنجش نارسایی‌های قلبی"، پایان نامه کارشناسی ارشد،۱۳۹۳.

[10] Anahita Fathi Kazerooni, Alireza Ahmadian, Nassim Dadashi serej, Hamidreza Saligheh Rad, Hooshang Saberi, M.D, Hossein Yousefi, Parastoo Farnia, "Segmentation of Heart in Images using Multi-Scale Gradient Vector Flow", Preprint Submitted to 33rd Annual International IEEE EMBS Conference Recived Aprill 15, ۲۰۱۱.

[۱۱] اردلان قاسم زاده ؛ رضا میرزایی و رضا کاظم زاده،" استخراج ویژگی ها و طبقه بندی سیگنال ECG با استفاده از تبدیل موجک و شبکه های پیشرفته عصبی فازی (FANN)"، اولین کنفرانس ملی کامپیوتر، فن آوری اطلاعات و ارتباطات،۱۳۹۳.

[12] Jinshan Tang, "A multi-direction GVF Snake for Segmentation of Skin Cancer Images", ELSEVIER Pattern Recognition 42(2009), 1172-1179.

[13] E.Ben George, M.Karnan, " Heart Volume Image Enhancement Using Filtering Techniques", International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET), vol.3, No.9, Sep 2012.

[14] Jie Zhao, Shizahng Jiang, Faling Yi, Zhanpeng Huang and Guohua Chen, "Segmentation of Medical Serial Based on K-means and GVF Model", The open Automation and Control Systems Journal, 2013, 5. 181-186.

[15] Minakshi Sharma, Dr.Sourabh Mukherjee, "Fuzzy C-means and Snake Model for Segmentation Astrocytoma-A Type of Heart", Special Issue : Proceedings of 2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Management, ICETEM 2013.

[16] A.Rajendran, R.Dhanasekaran, " Heart Volume Segmentation on MRI Brain Images with Fuzzy Clustering and GVF Snake Model", INT J Comput Commun, vol.7(2012), No.3(September), pp.530-539