دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

ارزیابی سیگنال الکتروکاردیوگرافی به عنوان یک سیگنال بیومتریک برای شناسایی افراد

۱- امیرمهدی علیلویی[۱]، ۲-سهیل کمالی[۲]، ۳-زهرا حسنلو[۳]، ۴-موژان ایمانی[۴]، ۵-بابک رضایی افشار[۵]

[۱]کارشناسی مهندسی پزشکی، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده علوم و فناوری‌های پزشکی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
Amirmahdi.alilooie@gmail.com

[۲] دانشجو ارشد مهندسی پزشکی، دانشکده فنی مهندسی آزاد اسلامی، قزوین
Soheilkamali97@gmail.com

[۳] گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران شرق دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
Hasanlozahra1999@gmail.com

[۴] کارشناسی مهندسی پزشکی، دانشکده فنی مهندسی، موسسه آموزش عالی اکباتان
Imani.mozhan@yahoo.com

[۵] دکترای مهندسی پزشکی گروه ارتز و پروتز، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران
Babak.rezaee@srbiau.ac.ir

چکیده

روش‌های مختلفی برای شناسایی افراد براساس اطلاعات بیومتریک انجام شده‌است. در این پژوهش از بررسی سیگنال الکتروگاردیوگرام برای سیستم بیومتریک و تشخیص هویت افراد استفاده شده‌است. از آنجایی که داده‌های الکتروکاردیوگرام برای هر فرد منحصر بفرد است، نمیتوان در مطالعات بیومتریک تقلید یا کپی کرد. به همین دلیل میتواند یکی از روش‌های مطمئن برای تشخیص هویت فرد باشد. در این پژوهش از ۱۱ شخص در محیط آزمایشگاه بطور جداگانه سیگنال الکتروکاردیوگرام را بصورت تک کاناله ثبت میکنیم. برای ثبت سیگنال الکتروکاردیوگرام از سه الکترود، یک برد آردوینو و یک ماژول سابتل استفاده کرده‌ایم. سپس سیگنال ثبت شده را از طریق نرم‌افزار متلب بررسی میکنیم. در نرم‌افزار متلب ابتدا با استفاده از سه فیلتر ساویتسکی‌گولای، باترورث، بیس لاین دریفت نویزهای موجود در سیگنال را حذف می‌کنیم. پس از طی مراحل مرتب سازی و آماده سازی سیگنال شروع به استخراج ۹ ویژگی از سیگنال میکنیم و در آخر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ۹ ویژگی استخراج شده را از طریق یک لایه پنهان و ۲۵ نورون طبقه‌بندی میکنیم، که در نتیجه به صحت ۱۰۰درصد در تشخیص هویت افراد میرسیم.

واژه‌های کلیدی

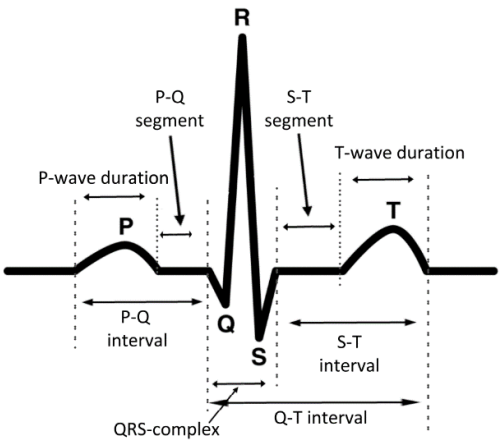
الکتروکاردیوگرافی، شبکه عصبی مصنوعی، بیومتریک، شناسایی افراد

۱. مقدمه

اخیرا تحقیقات متعددی برای ایجاد سیستم‌های قابل اعتماد برای شناسایی افراد براساس اطلاعات بیومتریک انجام شده است، نتیجه سیستم‌های شناسایی شخصی در بین محققان با استفاده از روش‌های مختلف رایج شده‌است، از این سیستم بیومتریک در جاهای مختلف مانند گوشی‌های موبایل، بانک‌ها، فرودگاه ها، آزمایشگاه‌های ایمنی زیستی استفاده میشود[۱]. در سال‌های اخیر سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام برای سیستم های بیومتریک[۱] و همچنین مطالعات مرتبط با سلامت مورد استفاده قرار گرفته است[۲]. از آنجایی که داده‌های الکتروکاردیوگرام[۲](ECG) برای هر فرد منحصر به فرد است نمیتوان در مطالعات بیومتریک تقلید یا کپی کرد به همین دلیل میتواند یکی از روش های تشخیص فرد باشد.

ECG نشان دهنده سیگنال های الکتریکی است که از انقباضات ماهیچه قلب بدست می‌اید و بطور غیرمستقیم جریان خون را در داخل قلب نشان میدهد یا به عبارت دیگر الکتروکاردیوگرام تغییرات پتانسیل الکتریکی قلب را با استفاده از یک روش غیرتهاجمی ثبت میکند[۳, ۴]. برای گرفتن ECG الکترودها روی پوست قرار میگیرد و تغییرات ولتاژ در هنگام دپولاریزاسیون و رپولاریزاسیون سلول‌های قلب را اندازه گیری میکند[۱]. سیگنال‌های ECG به انواع مختلفی از نویزها مانند سرگردانی خط پایه، تداخل خط برق، نویزهای فرکانس بالا و پایین حساس است که تحقیق دقیق و قوی سیستم های شناسایی بیومتریک را چالش برانگیز میکند بنابراین حذف نویز سیگنال های ECG یک مرحله پیش پردازش اصلی است و نقش مهمی در شناسایی بیومتریک انسان مبتنی بر ECG ایفا می‌کند[۱]. برای حذف نویز سیگنال‌های ECG در مرحله پیش پردازش از فیلترهای ECG مانند فیلترهای بالاگذر، پایین گذر، میان نگذر و ... استفاده میشود، الگوریتم‌های استخراج ویژگی‌ها معمولا یک فیلتر پیش پردازش را باهم ترکیب میکند که ECG را به سیگنالی تجزیه میکند که نسبت سیگنال QRS را به نویز SNR[3] به حداکثر میرساند[۱, ۵].

برای گرفتن ECG روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها استفاده از ۱۲ لید برای دریافت سه جزء ECG است. سه جزء اصلی مطابق شکل(۱) شامل: موج P که نشان دهنده دپولاریزاسون دهلیزی، موج QRS که نشان دهنده دپولاریزاسیون بطن‌ها است و موج T که نشان دهنده رپولاریزاسون بطن‌ها است[۱, ۶]. بطور کلی برای تجزیه تحلیل سیگنال های ECG از موج R که نسبت به بقیه امواج بلندتر و قابل شناسایی تر است استفاده میشود[۷, ۸]. برای بررسی ECG روش‌های مختلف طبقه بندی وجود دارد مانند SVM, RF, KNN, CNN, DNN و...[۴, ۹]که در تحقیقات اخیر از یک و یا ترکیبی از این روش‌ها استفاده شده است.



شکل(۱) سیگنال ECG و المان‌های موجود در آن [۱].

[1] Biometric
[2] Electrocardiogram
[3] Signal-to-noise ratio

در رابطه با تشخیص هویت فرد از طریق سیگنال های ECG تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است که از روش های گوناگونی استفاده شده است. بطورکلی فرایند ثبت یک ویژگی بیومتریک مطابق شکل(۲) صورت میگیرد. طبق یکی از تحقیقات از مدل نمایش زمانی زیربنایی سیگنال ECG با درنظر گرفتن تغییرات درون ضربانی و بین ضربانی استفاده شده است. در این روش از مدل LSTM[4] که تغیرات درون ضربانی را برای بخش های کوچک تر ECG بهتر ثبت میکند استفاده شده است. در این مدل برخلاف سایر مدل‌های موجود در این زمینه نیاز به تشخیص هیچ نقطه ای نداریم، این امر از طریق تبدیل سیگنال های ECG به بخش های کوچک تر که با کشیدن یک پنجره مستطیلی استخراج میشود استفاده میکند. در این روش اثر طول پنجره‌های مختلف بر دقت شناسایی افراد، مورد مطالعه قرار میگیرد. طبق آزمایش های انجام شده بر روی پایگاه داده نتیجه این روش به صحت ۹۷.۳٪ در شناسایی افراد دست یافته است[۲].

در مطالعه دیگر از روش ماتریس‌های رخداد چند لایه یک بعدی[5] (D-MLGLCM) برای شناسایی افراد براساس سیگنال‌های ECG در سیستم شناسایی افراد استفاده میکنند. در این روش ابتدا سیگنال‌های ECG را در ۳۲ بازه زمانی مختلف برای سیستم شناسایی افراد دریافت میکنیم سپس ماتریس‌های هم‌رویداد[۶] (D-GLMC) برروی هر سیگنال اعمال میشود تا ماتریس‌های هم رویداد موردنظر را بسازد. این ماتریس‌ها برای استخراج ویژگی‌های لازم برای طبقه‌بندی براساس RF, SVM, NB و ... استفاده شده است[۹]. در این روش تحقیق با استفاده از روش طبقه بندی SVM[۷] موفقیت ۹۳.۴۱٪ بدست آمده است[۹]. در روش دیگر از ترکیب روش یادگیری عمیق تحت نظارت، یادگیری عمیق نیمه نظارتی و یادگیری عمیق بدون نظارت برای دسته بندی ECG در سیستم های بیومتریک چند وجهی استفاده شده است[۱].

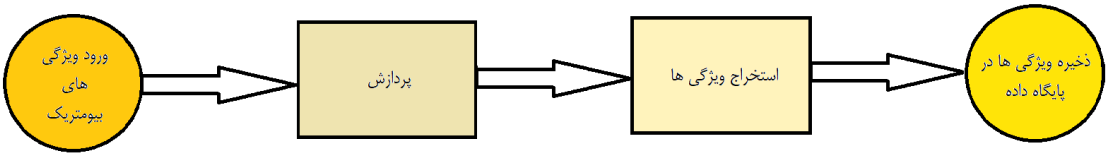
روش‌های ابتکاری جدیدی نیز برای شناسایی بیومتریک وجود دارد مثل روش شناسایی بیومتریک و همچنین احساسات از روی ECG در این روش نیاز به ترسیم یا تراز موج ECG نداریم، که همین امر خطای پیش پرداز را کاهش میدهد و از سه مرحله تشکیل شده است: در ابتدا، تبدیل داده‌های ECG به یکسری زمانی نمادین با استفاده از فرایند کوانتیزاسیون در ادامه، فشرده سازی نمایشی نمادین ECG با استفاده از رکوردهای الکتروکاردیوگرافی ذخیره شده در پایگاه داده بعنوان مرجع و در انتها، شناسایی کلاس رکورد الکتروکاردیوگرافی با استفاده از طبقه بندی کننده NN[8] (نزدیک ترین همسایه) این روش در شناسایی افراد به صحت ۹۸٪ دست پیدا کرده است[۳].

در مطالعه دیگر از روش تبدیل موجک[۹] (WT) و تجزیه تحلیل مولفه‌های مستقل[۱۰] (ICA) برای استخراج ویژگی‌های مورفولوژیک[۱۱] استفاده شده است. هدف از این روش پیکربندی ECG دو لیدی است که بطور معمول در نظارت مداوم طولانی مدت فعالیت قلب استفاده میشود که بنظر میرسد تمایز عالی را بین افراد ارائه میدهد. اطلاعات دولید ECG برای دستیابی و شناسایی بهتر سوژه باهم ترکیب میشود مزیت این روش این است که دقت شناسایی نه تنها با سیگنال‌های ECG بلکه در حضور آریتمی های مختلف نیز قابل شناسایی است. این روش در مقایسه با روش های دیگر به صحت ۹۹.۶٪ دست پیدا کرده است[۱۰].

در یکی از جدیدترین روش‌ها از سیستم بیومتریک چندوجهی استفاده شده است که از طریق ادغام سیگنال‌های رگ انگشت و سیگنال-های ECG با استفاده از استراتژی‌های مختلف فیوژن استفاده شده است. در این روش آزمایش‌های گسترده ای بر روی یک مجموعه داده دووجهی ادغام شده بنام VeinECG انجام شده است[۱۱].

---

[4] long short-term memory
[5] One Dimensional Multi-Layer Co-Occurrence Matrices
[6] Dimensional Co-Occurrence Matrices
[7] Support Vector Machine
[8] nearest neighbor
[9] Wavelet Transform
[10] Independent Component Analysis
[11] morphological



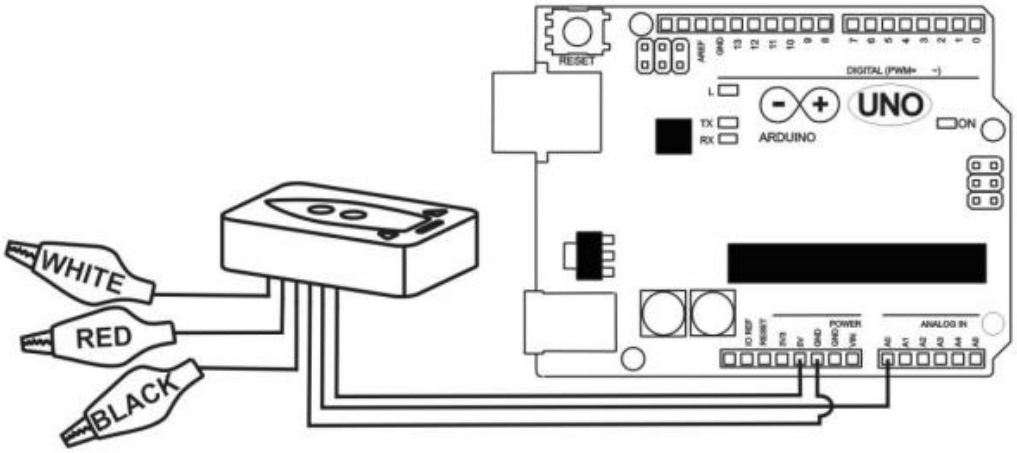
شکل(۲) روش کلی ثبت ویژگی‌های بیومتریک [۱].

در این مقاله قصد داریم با استفاده از روش ثبت سیگنال الکتروکاردیوگرام از طریق انگشت دست به بررسی ویژگی‌های بیومتریک فرد بپردازیم.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق تلاش می‌کنیم تا هویت هر فرد را از طریق بررسی سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام از روی انگشتان دست بررسی کنیم. برای تشخیص هویت افراد از طریق بررسی سیگنال‌های ECG از ۱۱ فرد که شامل ۵ خانم و ۶ آقا در بازه سنی بین ۲۰ تا ۲۵ سال است بطور جداگانه ثبت سیگنال صورت گرفته است. برای ثبت سیگنال از یک برد آردوینو Atmega328(UNO) ، یک ماژول سابتل S-ECG و سه لید که برای قرارگرفتن روی پوست انگشت ساخته شده است استفاده میکنیم.

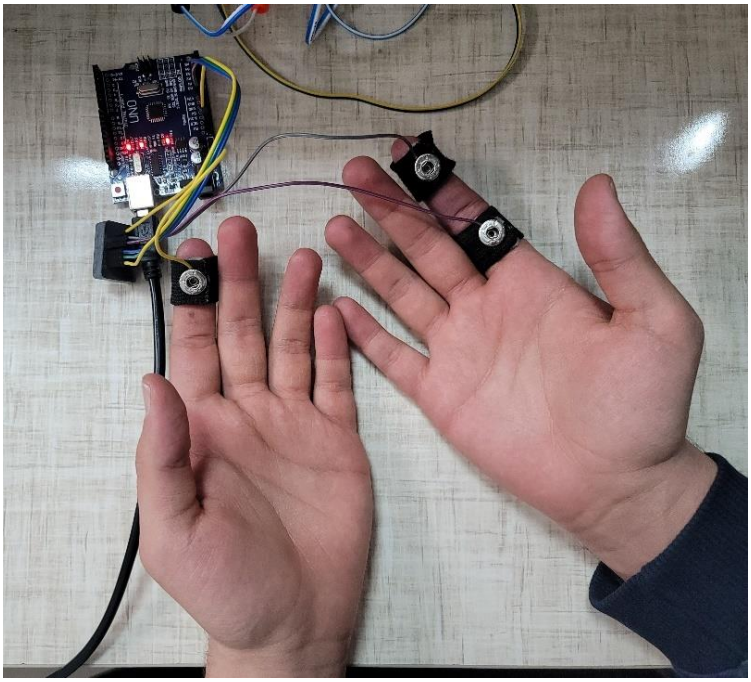
ابتدا کد موردنظر را داخل برد آردوینو بارگزاری میکنیم، سپس مطابق شکل برای اتصال برد آردوینو به مدار مطابق شکل(۴) از ۳ سیم برد بوردی و ۳ سیم دارای سوکت سوسماری استفاده میکنیم. با استفاده از یک کابل برد بوردی پایه A0 برد آردوینو را به پنجمین پایه از قسمت فوقانی طرح موشک متصل میکنیم، سپس کابل برد بوردی دیگری را از پایه GND آردوینو به چهارمین پایه قسمت فوقانی طرح موشک متصل میکنیم و اخرین کابل برد بوردی را از پایه ۵V برد آردوینو به ششمین پایه از قسمت فوقانی طرح موشک متصل میکنیم. از سه کابل سوسماری برای اتصال لیدها به ماژول استفاده میکنیم مطابق شکل(۳) سه کابل موردنظر را به سه قسمت فوقانی طرح موشک متصل میکنیم.



شکل(۳) نحوه اتصال بورد، ماژول و الکترودها به یکدیگر

برای اتصال ماژول به بدن سه کابل بصورت تفاضلی مسئولیت انتقال داده‌های بیولوژیک از بدن به ماژول را بر عهده دارند. این کابل‌ها باید درحد ممکن کوتاه باشند تا از بروز نویزها برروی سیگنال اصلی جلوگیری شود. الکترودهای استفاده شده در این تحقیق باید بگونه‌ای باشد که بصورت حلقه داخل انگشتان قرار بگیرد زیرا در هنگام استفاده از الکترودهای چسبی بدلیل کم بودن مساحت سطح انگشتان دست سیگنال دریافت شده با نویز زیادی همراه میشود و بر روی کیفیت سیگنال الکتروکاردیوگرام تاثیر میگذارد. قبل از الکترودگذاری می‌بایست امپدانس پوست پایین بیاید به همین دلیل ابتدا سعی میکنیم با استفاده از پد الکی یا یک پنبه خیس سطح پوست تا حدودی ساییده شود تا مقاومت پوست به حداقل برسد.

برای الکترودگذاری نیاز به سه الکترود داریم که شامل: الکترود مرجع، الکترود مثبت، الکترود منفی است. ابتدا الکترود مرجع خود را به انگشت اشاره یک دست و الکترود مثبت را به فاصله ۲ سانتی‌متر از الکترود مرجع ر روی پوست انگشت اشاره همان دست قرار میدهیم، سپس الکترود منفی را روی پوست انگشت اشاره دست دیگر قرار میدهیم. پس از الکترودگذاری از طریق رایانه که برد آردوینو به آن متصل است وارد برنامه سریال اسیلوسکوپ[۱۲] میشویم که برای ثبت سیگنال های حیاتی کاربرد دارد، سپس سیگنال ECG موردنظر را بصورت تک کاناله به مدت ۴۰ ثانیه برای هر فرد بصورت جداگانه ثبت میکنیم مطابق شکل(۴).



(۴) نحوه اتصال الکترودها و ثبت سیگنال

پس از اخذ سیگنال از طریق برنامه متلب (MATLAB R2014a[13]) به بررسی سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام هر فرد بطور جداگانه میرسیم. در نرم‌افزار متلب ابتدا ۱۱ داده اخذ شده را مرتب سازی میکنیم تا اعوجاج موجود در سیگنال را حذف کنیم مطابق شکل(۵). پس از دسته‌بندی هر سیگنال در نرم‌افزار متلب برای حذف نویزهای موجود بر روی سیگنال اصلی از سه فیلتر استفاده میکنیم: فیلتر ساویتسکی گولای[۱۴]، فیلتر باترورث[۱۵] و فیلتر لاین دریفت[۱۶] استفاده میکنیم.

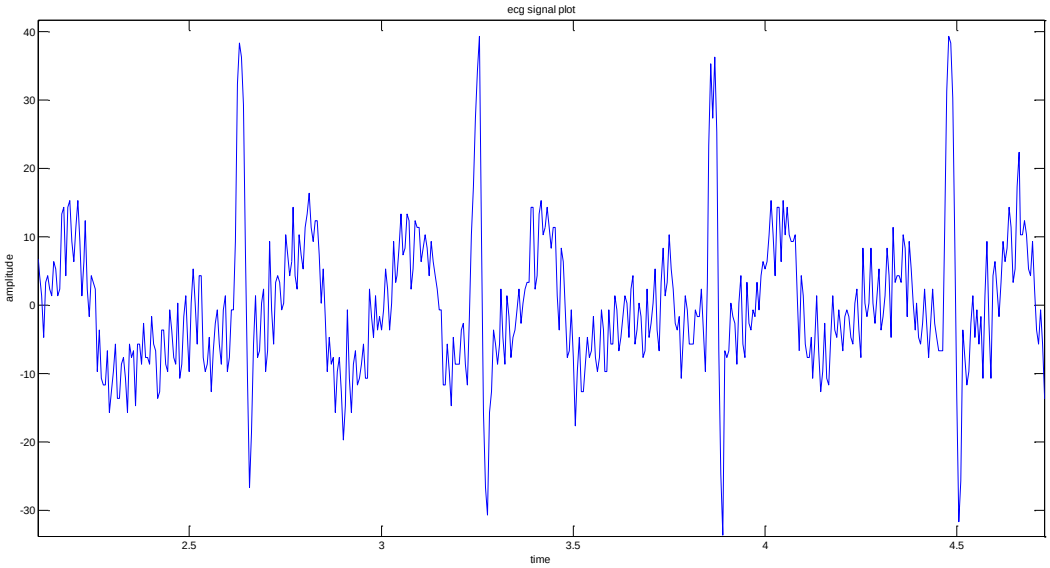
---

[12] Serial oscilloscope
[13] matlab
[14] Savitzky–Golay filter

ابتدا با کم کردن سیگنال اصلی از میانگین داده‌های هر سیگنال بایاس اولیه هر سیگنال را حذف میکنیم. برای تشخیص دقیق تر امواج موجود در سیگنال و حذف نویزهای فرکانس بالا از فیلتر ساویتسکی گولای استفاده میکنیم.

فیلتر ساویتسکی گولای یک فیلتر دیجیتالی است که می‌تواند روی مجموعه‌ای از نقاط داده دیجیتال به منظور هموارسازی داده‌ها اعمال شود، یعنی افزایش دقت داده‌ها بدون ایجاد تغییر در شکل سیگنال و افزایش نسبت سیگنال به نویز. این امر در فرآیندی به نام کانولوشن با پردازش زیر مجموعه‌های متوالی از نقاط داده مجاور با یک چند جمله‌ای درجه پایین با روش حداقل مربعات خطی به دست می‌آید فیلتر ساویتسکی گولای مطابق عبارت (۱) عمل میکند، در این فرمول داده‌ها شامل مجموعه‌ای از نقاط $\{x_j , y_j\}$, $j=1,\ldots,n$ است که x_j یک متغیر مستقل و y_j یک مقدار مشاهده شده‌است که با مجموعه‌ای از ضرایب پیچش m, C_i عمل میکند.

$$Y(j)=\sum_{i=\frac{1-m}{2}}^{\frac{m-1}{2}} C_i\, y_{j+i} \qquad \frac{m+1}{2} \le j \le n-\frac{m-1}{2} \qquad (۱)$$



شکل(۵) نمونه سیگنال ECG

فیلتر دیگر مورد استفاده فیلتر بیس لاین دریفت است، در بعضی از سیگنال‌های ثبت شده بدلیل اعوجاج موجود قسمتی از سیگنال بالاتر از خط مبنا قرار میگرد که با استفاده از این فیلتر قسمت‌هایی از سیگنال که در مقایسه با سایر قسمت‌ها از خط مبنا بالاتر است را تراز میکنیم. فیلتر مورد استفاده بعدی فیلتر باترورث است. فیلتر باترورث نوعی فیلتر پردازش سیگنال است که بگونه‌ای طراحی شده است که پاسخ فرکانس تا حد امکان صاف، در باند عبور داشته باشیم. بنابراین اگر سیگنال به فیلتر باترورث اعمال شود در خروجی فراجهش ایجاد میشود، زیرا لبه‌های بالارونده و پایین رونده سیگنال با تاخیرهای متفاوتی به خروجی میرسد. در رابطه(۲)، n مرتبه فیلتر، $w=2\pi f$، $\in$ برابر با بیشینه بهره است.

$$H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\epsilon^2(\frac{\omega}{\omega_p})^{2n}}} \qquad (۲)$$

[15] Butterworth filter
[16] Baseline drift filter

پس از فیلتر کردن و حذف نویزهای موجود در سیگنال با استفاده از دستور findpeaks به پیدا کردن قله‌های سیگنال میرسیم. در این مرحله به بررسی قله‌های هر ۱۱ سیگنال میپردازیم تا بتوانیم ضربان قلب بین هر قله را محاسبه کنیم. پس از پیدا کردن قله‌ها در هر سیگنال به یافتن ضربان قلب بین هر قله در سیگنال میپردازیم. در این مرحله هدف از پیدا کردن ضربان قلب بین هر قله، استفاده از آن در مرحله استخراج ویژگی است.

پس از مرحله پنجره‌گذاری شروع به استخراج ویژگی در هر ۱۱ سیگنال که در مراحل قبل به پردازش آنها پرداختیم میکنیم. در این مرحله به استخراج ۹ ویژگی می‌پردازیم.

اولین ویژگی میانگین[17] است که یکی از ویژگی‌های قابل استخراج از سیگنال می‌باشد که متوسط مقادیر داخل پنجره‌های هر سیگنال را بعنوان خروجی مشخص میکند. در واقع این ویژگی از روی توان یک هر سیگنال بدست می‌آید. مطابق رابطه(۳)، n تعداد داده، x_i مقدار هر یک از داده‌ها در محل i است.

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{0} x_i}{N} \quad (۳)$$

ویژگی بعدی محاسبه کشیدگی[18] سیگنال است. در واقع این ویژگی نشان دهنده ارتفاع سیگنال‌های موجود در هر پنجره است. برای محاسبه ضریب کشیدگی از گشتاور مرتبه ۴ استفاده میکنیم. اگر μ میانگین، σ انحراف معیار متغیر تصادفی x باشد ضریب کشیدگی از رابطه(۴) بدست می‌آید.

$$\text{kurt} = E\left|\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^4\right| = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \quad (۴)$$

ویژگی بعدی محاسبه چولگی[19] سیگنال است که نشان دهنده میزان تقارن یا عدم تقارن سیگنال است. مقدار چولگی میتواند منفی یا مثبت باشد. برای یک توضیع کاملا متقارن چولگی صفر و برای یک توضیع نامتقارن چولگی یا کشیدگی به سمت مقادیر بالاتر چولگی مثبت و همچنین برای توضیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر کوچک چولگی منفی است.

ویژگی بعدی مورد استفاده، انحراف معیار است. انحراف معیار یکی از شاخص‌های پراکندگی است که نشان می‌دهد بطور میانگین داده‌ها چه مقدار از مقدار متوسط فاصله دارند. مطابق رابطه(۵) σ انحراف معیار، N تعداد داده. X_i اندازه هریک از داده‌ها، μ میانگین است.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i-\mu)^2}{N}} \quad (۵)$$

ویژگی بعدی RMS[20] جذر میانگین مربع‌ها که با نام مقدار موثر نیز شناخته میشود و مقدار RMS یک سیگنال مطابقه رابطه(۶) بصورت ریشه دوم میانگین مربعات فواصل میانی شکل موج سیگنال محاسبه میشود.

---

[17] Mean
[18] Kurtosis
[19] Skewness
[20] Root-Mean-Squared

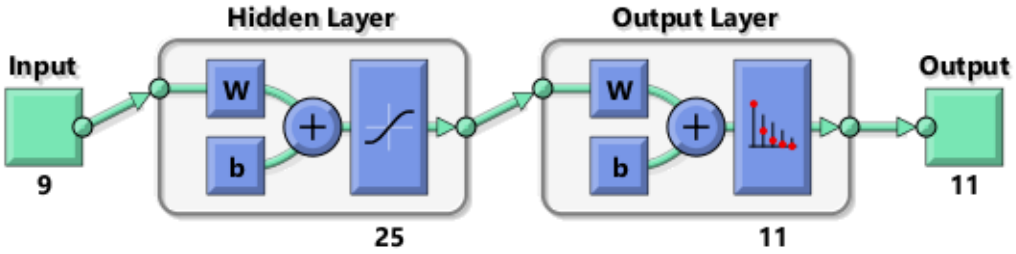
$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2}{n}} \quad (۶)$$

در دو ویژگی بعدی به محاسبه میانگین[۲۱] و میانه مدل فضای حالت (SS[22]) میپردازیم. مدل فضای حالت مدلی است که از متغیرهای حالت برای توصیف یک سیستم با مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل یا اختلاف مرتبه اول به جای یک یا چند معادله دیفرانسیل یا اختلاف مرتبه n استفاده میکند. اگر مجموعه معادلات دیفرانسیل مرتبه اول در متغیرهای حالت و ورودی خطی باشند، مدل بعنوان فضای حالت خطی نامیده میشود. طبق رابطه(۷) برای محاسبه میانه N اندازه داده، x_i نقاط داده و μ میانگین داده است.

$$\mathrm{Med}(x) = \begin{cases} X_{\left[\frac{n+1}{2}\right]} & n = 2i+1 \\ \frac{X_{\left[\frac{n}{2}\right]} + X_{\left[\frac{n}{2}+1\right]}}{2} & n = 2i \end{cases} \quad (۷)$$

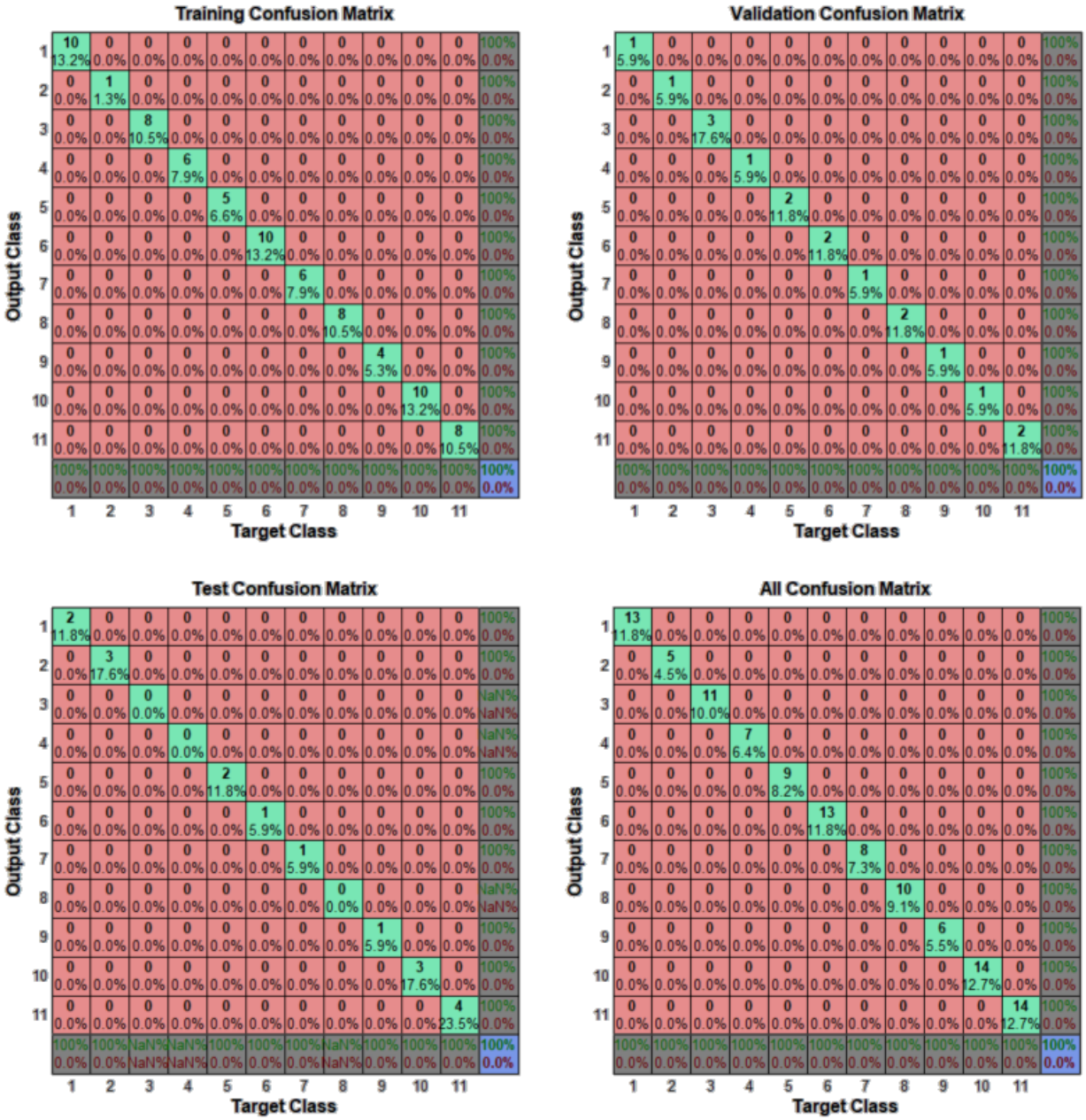
در دو ویژگی اخر از ویژگی آنتروپی شانون[۲۳] بعنوان معیاری برای تعیین میزان بی‌نظمی در سیگنال الکتروکاردیوگرام استفاده شده است. همچنین در ویژگی اخر به محاسبه میانگین ضربان قلب در هر سیگنال میپردازیم.

پس از استخراج ویژگی‌های هر ۱۱ سیگنال در ادامه با استفاده از شبکه عصبی اقدام به طبقه بندی هر سیگنال میکنیم. شبکه‌های عصبی مصنوعی(ANN[24]) ابزارهایی هستند که میتوانند برای مدلسازی شناخت انسان یا زیست شناسی عصبی با استفاده از عملیات‌های ریاضی مورد استفاده قرارگیرند. شبکه استفاده شده در این پژوهش براساس یک روش نظارت شده است که مطابق شکل(۵)از ۲۵ لایه ورودی پنهان برای دسته بندی ۱۱ سیگنال ما استفاده شده است.



شکل(۵) ساختار شبکه عصبی

[21] Median
[22] State-space
[23] shannon entropy
[24] Artificial neural network



شکل(۶) نتایج اجرای شبکه عصبی بر روی داده ها

۳. نتایج

در مرحله اخر ۹ ویژگی اخذ شده را از طریق شبکه عصبی مصنوعی طبقه بندی میکنیم. مطابق شکل(۵) با استفاده از یک لایه پنهان و ۲۵ نورون ۹ ویژگی اخذ شده را به ۱۱ طبقه مربوط به ۱۱ شخصی که داده گیری از آنها انجام شده دسته بندی کرد که مطابق شکل(۶) به صحت ۱۰۰٪ رسیده است. در زمان اجرای طبقه بندی علاوه بر ۲۵ نورون در لایه پنهان از گزینه های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ نورون نیز استفاده شد که درصد صحت شبکه در تعداد ۲۵ نورون بالاترین مقدار را داشت. همچنین شبکه با کسر یک ویژگی به صورت رندوم نیز تست شد که با ۹ ویژگی بهترین نتیجه طبقه بندی حاصل گردید.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش موضوع شناسایی افراد از طریق الکتروکاردیوگرافی مورد بررسی قرار گرفت تا قابلیت اطمینان سیگنال الکتروکاردیوگرافی به عنوان یک مولفه بیومتریک مورد ارزیابی قرار گیرد. با ثبت داده و پردازش و استخراج ویژگی ها در حوزه زمان – فرکانس و ویژگی های غیر خطی و طبقه بندی آن توسط شبکه عصبی مصنوعی مشخص گردید که این سیگنال با صحت ۱۰۰ درصد و به صورت قطعی می تواند در تفکیک افراد از همدیگر نقش ایفا نماید. همچنین مشخص گردید که سیگنال الکتروکاردیوگرافی یک مشخصه بیومتریک در افراد است. این نتایج تقریبا مورد تایید تمامی منابع سابق نیز بوده ولی این روند موجب افزایش صحت تفکیک و طبقه بندی سیگنال شده است . نتایج بدست آمده می تواند در علوم و فنون مختلفی از جمله حوزه های امنیت برای شناسایی هر چه بهتر افراد، پزشکی، حریم خصوصی، کنترل سیستم های با اهمیت بالا و مراکز حساس مورد استفاده قرار گیرد. توصیه می شود در مطالعات آینده بر روی حجم گسترده تری از داده ها بررسی صورت گرفته و بازده شبکه در زمان ورود اطلاعات تعداد بالایی از افراد مورد بررسی قرار گیرد.

۵. منابع

[۱] A. N. Uwaechia and D. A. Ramli, "A comprehensive survey on ECG signals as new biometric modality for human authentication: Recent advances and future challenges," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 97760-97802, 2021.

[۲] D. Jyotishi and S. Dandapat, "An LSTM-based model for person identification using ECG signal," *IEEE Sensors Letters*, vol. 4, no. 8, pp. 1-4, 2020.

[۳] S. Brás, J. H. Ferreira, S. C. Soares, and A. J. Pinho, "Biometric and emotion identification: An ECG compression based method," *Frontiers in psychology*, vol. 9, p. 467, 2018.

[۴] S. L. Lin, C. K. Chen, C. L. Lin, W. C. Yang, and C. T. Chiang, "Individual identification based on chaotic electrocardiogram signals during muscular exercise," *IET Biometrics*, vol. 3, no. 4, pp. 257-266, 2014.

[۵] L. Biel, O. Pettersson, L. Philipson, and P. Wide, "ECG analysis: a new approach in human identification," *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, vol. 50, no. 3, pp. 808-812, 2001.

[۶] M. B. Hossain, S. K. Bashar, A. J. Walkey, D. D. McManus, and K. H. Chon, "An accurate QRS complex and P wave detection in ECG signals using complete ensemble empirical mode decomposition with adaptive noise approach," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 128869-128880, 2019.

[۷] M. Tantawi, K. Revett, A.-B. Salem, and M. F .Tolba, "ECG based biometric recognition using wavelets and RBF neural network," in *Proc. 7th Eur. Comput. Conf.(ECC)*, 2013, pp. 100-105 .

[۸] R. D. Labati, V. Piuri, R. Sassi, and F. Scotti, "HeartCode: A novel binary ECG-based template," in *2014 IEEE Workshop on Biometric Measurements and Systems for Security and Medical Applications (BIOMS) Proceedings*, 2014: IEEE, pp. 86-91 .

[۹] N. Demir, M. Kuncan, Y. Kaya, and F. Kuncan, "Multi-Layer Co-Occurrence Matrices for Person Identification from ECG Signals ",*Traitement du Signal*, vol. 39, no. 2, 2022.

[۱۰] C. Ye, M. T. Coimbra, and B. V. Kumar, "Investigation of human identification using two-lead electrocardiogram (ECG) signals," in *2010 Fourth IEEE International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS)*, 2010: IEEE, pp. 1-8 .

[۱۱] K. Su *et al.*, "Human identification using finger vein and ECG signals," *Neurocomputing*, vol. 332, pp. 111-118, 2019.

دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

Evaluation of electrocardiographic signal as a biometric signal for identification of people

1-Amirmahdi Alilooie[1], 2-Soheil Kamali[2], 3- Zahara Hasanlo[3], 4-Mozhan Imani[4], 5-Babak Reziee afshar

[1]Bachelor of Medical Engineering, Department of Medical Engineering, Faculty of Medical Sciences and Technologies, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran
Amirmahdi.alilooie@gmail.com

[2]Senior student of medical engineering, Azad Islamic Engineering Technical College, Qazvin
Soheilkamali97@gmail.com

[3]Department of Medical Engineering, Faculty of Engineering, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran
Hasanlozahra1999@gmail.com

[4]Bachelor of Medical Engineering, Faculty of Engineering, Ekbatan Institute of Higher Education
Imani.mozhan@yahoo.com

[5]PhD in Medical Engineering, Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences, Tehran
Babak.rezaee@srbiau.ac.ir

Abstract

Various methods have been used to identify people based on biometric information. In this research, electrocardiogram signal analysis has been used for biometric system and identification of people. Since electrocardiogram data is unique for each person, it cannot be imitated or copied in biometric studies. For this reason, it can be one of the reliable methods to identify a person's identity. In this research, we record the electrocardiogram signal of 11 people separately in the laboratory environment in a single channel. We have used three electrodes, an Arduino board and a Subtle module to record the electrocardiogram signal. Then we check the recorded signal through MATLAB software. In the MATLAB software, we first remove the noises in the signal by using three filters: Savitsky-Golay, Butterworth, and baseline drift. After sorting and preparing the signal, we start to extract 9 features from the signal and finally, using the artificial neural network, we classify the extracted 9 features through a hidden layer and 25 neurons, which results in 100 accuracy.We reach the recognition of people's identity.

Keywords
Electrocardiography, artificial neural network, biometrics, identification