

سیستم گویای اعلام ریسک فاکتور قلبی بر اساس اطلاعات دریافتی از طریق خط تلفن و پردازش فازی

*طاهره پیش بین، سامان پروانه

دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

باشگاه پژوهشگران جوان

*Tahere.pishbin@gmail.com

چکیده

نظر به افزایش روزافزون بیماری‌های قلبی در کشور، در این مقاله سعی شده است با بررسی ریسک فاکتورهای قلبی و آمار به دست آمده از ۱۱۱ نفر پس از سکته قلبی، به محاسبه میزان درصد ریسک فاکتور قلبی پرداخته شود که برای این هدف، چند ریسک فاکتور مهم‌تر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این مقاله ویژگیهای پایگاه داده جمع‌آوری شده و نحوه تعیین قوانین استنتاج فازی با استفاده از داده‌ها و توسط نرم افزار *Matlab 7.1* مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین پیاده‌سازی این قواعد به کمک نرم افزار *C#* و اعلام درصد ریسک فاکتور قلبی از طریق اطلاعات دریافتی از خط تلفن به همراه معرفی نرم‌افزار و سخت‌افزار مربوط به این فرآیند مورد توجه قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: ریسک فاکتور قلبی، استنتاج فازی، توابع تعلق گوسی، محیط FIS

۱- مقدمه

سابقه فامیلی و ... نمی‌توان دخالت کرد و در برخی دیگر مثل کلسترول، رژیم غذایی، چاقی و شیوه زندگی می‌توان دخالت کرد.

در مجموع دوری از سیگار، کاهش چربی مصرفی به طوری که بیشتر از ۲۰ درصد کالری مصرفی روزانه چربی نباشد، کاهش نمک به طوری که بیش از ۵ گرم در روز نباشد، مصرف میوه و سبزی، افزایش فعالیت بدنی، اصلاح BMI، اندازه‌گیری کلسترول، تری گلیسیرید، اچ.دی.ال، ال.دی.ال، فراهم ساختن زمینه‌های لازم به منظور افزایش فرصت‌ها جهت فعالیت‌های ورزشی مناسب، اجرای طرح‌هایی جهت کنترل فشار خون، قند خون، کلسترول خون، اجرای طرح‌هایی جهت کاهش استفاده از سیگار، تعدیل وضعیت روحی، عاطفی و ایجاد رضایت شغلی، اجرای طرح‌هایی جهت بهبود وضعیت خانواده و تمدد اعصاب در منزل و ...

ریسک فاکتور قلبی شرایطی است که بیماری قلبی یا پیامدهای آن را افزایش می‌دهد. ریسک فاکتورهای حتمی بیماری قلبی- عروقی عبارتند از ال.دی.ال (LDL) بالا، رژیم غذایی پر چربی، کلسترول، پرفشاری خون، هایپرتروفی بطن چپ و عوامل مستعد کننده ایجاد لخته (فیبریژن با) و ریسک فاکتورهای با احتمال زیاد بیماری قلبی- عروقی شامل دیابت، کم تحرکی، اچ.دی.ال (HDL) پایین، تری گلیسیرید بالا، چاقی و یائسگی در زنان است و ریسک فاکتورهای محتمل بیماری قلبی عوارض روانی - اجتماعی، لیپوپروتئین بالا، هموسیستئین بالا و ریسک فاکتورهای غیر قابل تعدیل، سن مردان (بالتر از ۴۵ سال)، سن زنان (بالتر از ۵۵ سال)، جنس و سابقه خانوادگی را در برمی‌گیرد. در برخی از ریسک فاکتورها مانند نژاد، سن،

از اولویت‌های کاهش این ریسک فاکتورها است.

تا کنون تلاش‌هایی در جهت تعیین میزان ریسک فاکتور قلبی در داخل کشور و در خارج از کشور صورت گرفته است. مثلاً با نسبت دادن اعدادی به هر ریسک فاکتور و جمع زدن آن‌ها و با توجه به قرار گرفتن عدد حاصل در محدوده‌ای خاص درصد ریسک فاکتور را تعیین کرده‌اند.

یکی از کارهای انجام شده در این زمینه در داخل کشور، زیر نظر گروه متخصصین آمار حیاتی داخلی و قلب و عروق پایگاه اطلاع‌رسانی پزشکان ایران صورت گرفته که با در نظر گرفتن چند ریسک فاکتور قلبی به محاسبه طول عمر و ریسک ابتلا به بیماری‌های ایسکمیک قلب پرداخته است [۲]. نمونه‌ای دیگر از کارهای انجام شده در خارج از کشور تعیین ریسک فاکتور با استفاده از عواملی چون سن، جنس، HDL، LDL، سیگار و فشار خون می‌باشد [۳].

البته تعیین ریسک فاکتور قلبی با بکارگیری استنتاج فازی زمینه‌ای کاملاً جدید است که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

۲- پایگاه داده جهت تعیین ریسک فاکتور قلبی

در این مقاله با بررسی ریسک فاکتورهای قلبی و آمار به دست آمده از ۱۱۱ نفر پس از سکته قلبی، به محاسبه میزان درصد بیماری قلبی با در نظر گرفتن چند ریسک فاکتور مهم‌تر پرداخته‌ایم. این آمار که شامل ۶۳ مرد و ۴۸ زن می‌باشد، در برگیرنده اطلاعاتی مانند کلسترول (ال.دی.ال)، فشار خون بر حسب میلی متر جیوه و سن افراد می‌باشد. از عواملی مانند سیگار و سابقه ارثی و عوامل روانی و ... استفاده نشده است چون نمی‌توان تاثیر این عوامل را به طور دقیق بررسی کرد و از طرفی این عوامل در سوابق پزشکی همه افراد در دسترس نیست. از وزن نیز استفاده نشده است چون وزن فرد همراه با قد او و با توجه به BMI ارزش پیدا می‌کند که متاسفانه در سوابق پزشکی فقط وزن فرد آورده شده است.

آمار افراد بدون سکته در مورد افرادی است که احساس ناراحتی قلبی داشته‌اند ولی سکته قلبی نداشته‌اند. با در نظر گرفتن این نکته که میزان آنزیم کراتینین فسفوکیناز

قلبی- مغزی (cpkmb) در خون افرادی که سکته کرده‌اند افزایش می‌یابد، آمار به دست آمده را بر اساس سکته شدید، خفیف و بدون سکته دسته بندی کرده‌ایم. بدین معنی که افراد بدون سکته افرادی با cpkmb نرمال هستند و افراد دارای سکته خفیف و شدید با توجه به میزان افزایش آنزیم cpkmb از حد نرمال و نظر پزشک در گروه‌های مربوطه قرار داده شده‌اند. مقدار نرمال این آنزیم در خون زیر ۴ ngr/mlit است که در افرادی که سکته کرده‌اند تا ۱۲ ngr/mlitr هم مشاهده شده است. کیناز آنزیمی است که برای انتقال یک گروه پر انرژی از یک دهنده به گیرنده، کاتالیزور واقع می‌شود. شایان ذکر است که این پایگاه داده از اطلاعات پزشکی ثبت شده در بیمارستانهای شیراز، سعیدی و بیمارستان قلب کوثر در شهر شیراز تهیه شده است.

داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار Matlab و در فایل‌های mat ذخیره شده‌اند. هر ردیف نشان دهنده یک فرد است. ستون اول سن فرد، ستون دوم کلسترول، ستون سوم فشار خون و ستون آخر نوع سکته است. عدد ۳ سکته شدید، ۲ سکته خفیف و ۱ فرد بدون سکته است.

۳- تعیین توابع تعلق و استنتاج فازی برای تعیین ریسک فاکتور قلبی

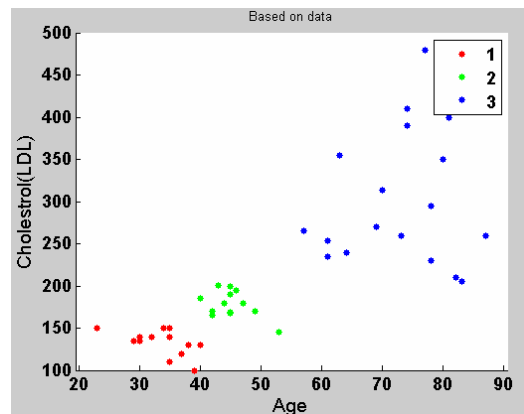
در این مقاله هدف به دست آوردن درصد ریسک فاکتور قلبی با استفاده از استنتاج فازی می‌باشد. مرحله اول تعیین شکل توابع تعلق (Membership Function) و مقادیر آن‌ها است. از آنجا که عوامل ریسک فاکتور قلبی بسیار وسیع هستند و ترکیبی از این عوامل تعیین کننده درصد ریسک فاکتور است، نمی‌توان به طور قطع درصد ریسک فاکتور را تعیین کرد. ما در این پروژه با توجه به چند فاکتور اصلی و آمار تهیه شده از ۱۱۱ نفر به تخمین درصد ریسک فاکتور قلبی پرداخته‌ایم. آمار تهیه شده حاوی اطلاعات افراد از جمله جنس، سن، فشار و کلسترول می‌باشد.

علت جدا کردن گروه مردان از زنان تفاوت میزان سکته در سنین مختلف می‌باشد ولی در فشار و کلسترول چندان تفاوتی ندارند. اگر داده‌های مردان را با آنچه مربوط به زنان است دسته بندی کنیم، در حدود ۵/۷ درصد و اگر این کار را برای گروه زنان انجام دهیم در حدود ۴/۵ درصد خطا

گوسی قرار داده‌ایم (جدول ۱).

خواهیم داشت. پس گروه زنان و مردان را به طور مجزا بررسی می‌کنیم. در این مقاله در هر قسمت تنها یک شکل را از میان چندین شکل برای نمونه آورده‌ایم.

به کمک تعریف ورودی‌ها به صورت گوسی می‌توانیم فواصل خالی بین توابع تعلق را که در صورت تعریف توابع به صورت مثلثی ظاهر می‌شود را از بین ببریم و بدین ترتیب هر عدد بر روی محور افقی مقداری را اتخاذ خواهد کرد و بدین شکل مشکل صفر شدن قسمت مقدم یک گزاره استنتاج فازی از بین می‌رود. بدین شکل مشکل صفر شدن قسمت مقدم که با انتخاب توابع تعلق بشکل مثلثی رخ می‌دهد را رفع نموده‌ایم (شکل ۲).



شکل ۱: داده‌های سن-کلسترول گروه مردان در فضای دو بعدی دسته ۱: بدون سکته، دسته ۲: سکته خفیف، دسته ۳: سکته شدید

حال برای هر دو گروه مرد و زن، سه ویژگی داریم (سن، ال.دی.ال و فشار خون) که هر ویژگی خود نیز دارای سه تابع تعلق کم، متوسط و زیاد است. برای تعریف توابع تعلق ورودی و خروجی از FIS استفاده می‌کنیم. در ابتدا ورودی‌ها و خروجی‌ها را به عنوان مقادیر FIS (Fuzzy Interface System) تعریف کرده و از استلزام ممدانی کمک می‌گیریم.

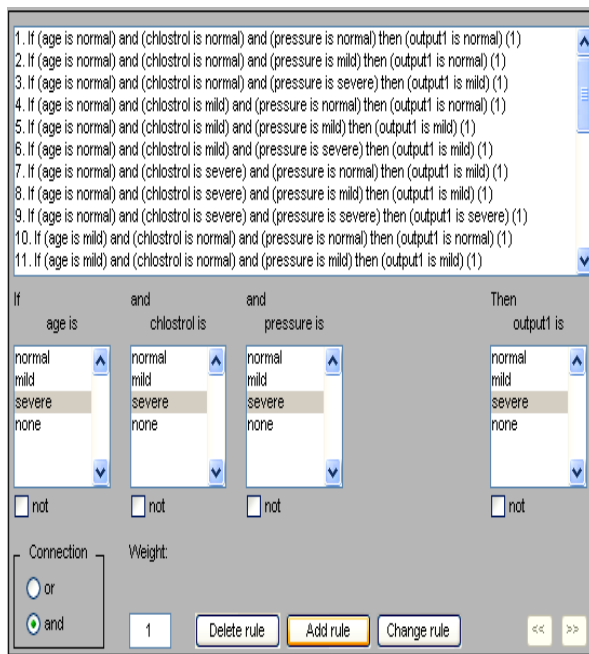
برای سه دسته به دست آمده برای دو گروه مرد و زن، میانگین و واریانس در ۷۰٪ داده‌ها در هر گروه محاسبه شده است. تابع تعلق از نوع گوسی تعریف شده و میانگین و واریانس دسته‌ها را برابر با میانگین و واریانس تابع تعلق

جدول ۱: میانگین و واریانس سن، کلسترول و فشار خون برای دو گروه مرد و زن

		زن			مرد		
		سن	کلسترول (LDL)	فشار خون (mmHg)	سن	کلسترول (LDL)	فشار خون (mmHg)
میانگین	سکته شدید	۷۰/۷۵	۲۶۶/۷۵	۱۵۱/۱۸	۷۲/۲۹	۳۰۶/۸۸	۱۴۸/۵۲
	سکته خفیف	۵۱/۱۲	۱۷۴/۸۷	۱۲۶/۸۷	۴۷/۷۸	۱۸۰/۲۱	۱۳۴/۶۴
	بدون سکته	۳۷/۲۷	۱۲۸/۱۸	۱۱۳/۱۸	۳۳/۶۱	۱۳۳/۰۷	۱۱۳/۸۴
واریانس	سکته شدید	۱۰/۲۳	۶۲/۱۵	۱۳/۱۷	۸/۴	۷۵/۰۶	۱۲/۶۹
	سکته خفیف	۲/۷۱	۱۶/۱۲	۴/۹۶	۱۰/۲۴	۱۶/۳۲	۶/۳۹
	بدون سکته	۴/۱۷	۶/۴۹	۸/۰۵	۴/۵۴	۱۴/۷۴	۵/۶

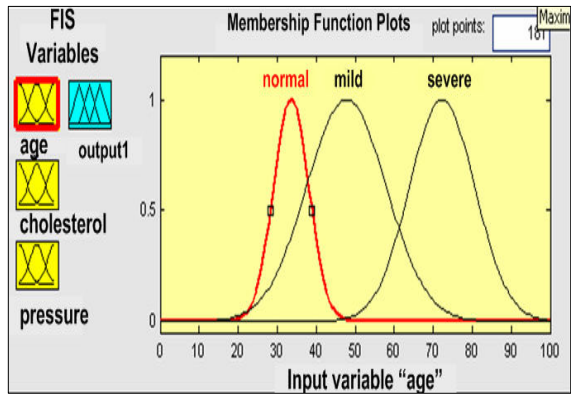
سه قاعده فازی مهم که دارای ارزش و اهمیت بیشتر هستند در زیر آورده شده است:

1. If (age is normal) and (cholesterol is normal) and (Pressure is normal) then (output is normal)
2. If (age is mild) and (cholesterol is mild) and (Pressure is mild) then (output is mild)
3. If (age is severe) and (cholesterol is severe) and (Pressure is severe) then (output is severe)



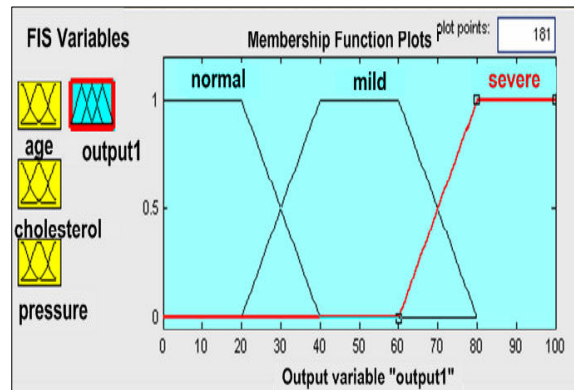
شکل ۴: قواعد اگر آنگاه فازی

مرحله بعد مرحله غیرفازی سازی است که توسط روش مرکز ثقل (Centroid) انجام می‌شود. عدد به دست آمده از روش مرکز ثقل عددی بین ۰ و ۱۰۰ است که همان نتیجه مورد نظر ما می‌باشد (شکل ۵). حال با توجه به عدد حاصل از خروجی FIS و اینکه کدام خروجی فعال شده است، نوع سگته تعیین می‌شود. بعنوان مثال اگر عدد ۹۰ پس از مرحله غیرفازی سازی حاصل شود، با توجه به تعاریف توابع تعلق خروجی نشان داده شده در شکل ۳ مشخص می‌شود که امکان سگته قلبی شدید بیشتر است و در نتیجه نوع سگته شدید اعلام می‌شود.



شکل ۲: تابع تعلق سن برای گروه مردان

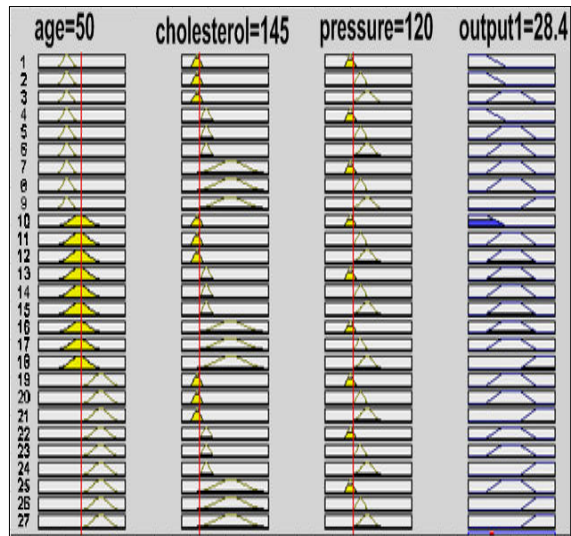
خروجی به صورتی تعریف شده است که تمام محدوده از ۰ تا ۱۰۰ را پوشش دهد (شکل ۳). محدوده‌هایی که به صورت افقی قرار گرفته و مقدار یک دارند، بیشترین امکان اتفاق در آن محدوده هستند. محدوده بین ۰ تا ۲۰ بیشترین امکان نرمال بودن، محدوده بین ۶۰ تا ۸۰ بیشترین امکان سگته خفیف و محدوده بین ۸۰ تا ۱۰۰ بیشترین امکان سگته شدید است. پس بدین شکل عددی بین ۰ تا ۱۰۰ را برای ریسک فاکتور قلبی بدست خواهیم آورد که متناظر با امکان سگته قلبی است. خروجی برای هر دو گروه مردان و زنان یکسان تعریف شده است.



شکل ۳: تابع تعلق خروجی

مرحله بعد مرحله اگر-آنگاه فازی است که با توجه به طبقه‌بندی داده‌ها (۳ قاعده اصلی) و نظر پزشک استخراج شده‌اند (۲۴ قاعده دیگر). در نتیجه ۲۷ قانون (Rules) خواهیم داشت (شکل ۴). در روش And در صورتی که گزینه min را انتخاب کرده باشیم میان سه رابطه مینیمم گرفته می‌شود و در صورتی که گزینه prod انتخاب شود، ورودی‌ها در هم ضرب می‌شوند.

حذف میشود، سپس با توجه به این نکته که سیگنال AC از خازن عبور می‌کند با قراردادن یک پل دیودی بعد از خازن و همچنین یک خازن و مقاومت می‌توان سیگنال AC زنگ را تبدیل به یک ولتاژ DC کرد. این ولتاژ DC متصل به یک اپتوکوپلر شده و خروجی اپتوکوپلر توسط آی سی 7404، NOT شده و به پورت موازی متصل شده است. در حالت عادی مدار به دلیل وجود خازن هیچ ولتاژی را عبور نمی‌دهد، و خروجی اپتوکوپلر در منطق یک ولت می‌باشد و پورت از خروجی NOT صفر را می‌خواند. اگر سیگنال زنگ وارد مدار شود، از خازن عبور کرده و پس از عبور از پل دیودی یکسو شده و بوسیله خازن و مقاومت تبدیل به یک ولتاژ DC با ریپل کم می‌شود. زمانی که این ولتاژ به ورودی اپتوکوپلر می‌رسد ترانزیستور درونی آن روشن شده و خروجی آن به منطق صفر می‌رود، در نتیجه پورت از خروجی NOT منطق یک را می‌خواند که معنی سیگنال زنگ می‌باشد.



شکل ۵: نمونه‌ای از تعیین ریسک فاکتور در محیط FIS و با استفاده از روش مرکز ثقل

۴- سخت افزار

از آنجا که عصری که ما در آن زندگی می‌کنیم عصر فن‌آوری اطلاعات است و اطلاع رسانی در سطح جامعه در تمامی زمینه‌ها اهمیت فوق العاده ای دارد، در این پروژه اطلاع رسانی با استفاده از تلفن گویا که قابل استفاده برای تمامی افراد و در تمامی نقاط کشور است، انجام می‌شود.

برای این منظور یک کامپیوتر از طریق پورت موازی به یک مدار الکترونیکی که متصل به خط تلفن می‌باشد، متصل شده است و اطلاعات فرد مانند سن، جنس، کلسترول و فشار خون با استفاده از تلفن و از طریق سخت افزار طراحی شده جهت پردازش وارد کامپیوتر می‌شود. مدار الکترونیکی متشکل از مدار تشخیص زنگ، مدار اشغال خط و مدار دیکودر تن می‌باشد (شکل ۶).

برنامه در حالت عادی در حال چک کردن بیت زنگ می‌باشد. اگر این بیت از منطق ۰ به ۱ برود به معنی یک بار زنگ خوردن است. در این موقع کامپیوتر خط را اشغال کرده و پس از پخش چند پیام و دریافت چند ریسک فاکتور، درصد ریسک قلبی را به صورت صوتی پخش می‌کند.

در روش استفاده شده در این مدار، جهت تشخیص، ابتدا توسط یک خازن ولتاژ DC یا همان ولتاژ ثابت ۴۰ ولت

زمانی که شما گوشی تلفن را بر می‌دارید (خط را اشغال می‌کنید)، در مرکز تلفن به دلیل مقاومتی که با خط سری شده و جریانی که از خط کشیده می‌شود اختلاف پتانسیلی در دو سر مقاومت ایجاد شده و مرکز تلفن این ولتاژ را به معنی برداشته شدن گوشی یا اشغال خط می‌داند و سیگنال بوق ممتد را ارسال می‌کند. با توجه به اینکه برای اشغال کردن خط تلفن باید ولتاژ دو سر خط از ۴۰ ولت به حدود ۱۲ ولت برسد و جریان حداقل در حدود ۴۰mA از خط تلفن کشیده شود تا خط تلفن اشغال شود.

شماره گیری تن به معنای فرستادن چند فرکانس خاص به جای شماره فشار داده شده می‌باشد. آی سی MT8870 آی سی دیکودر تن می‌باشد که ورودی آن به خط تلفن وصل می‌شود و در خروجی پس از تشخیص عدد وارد شده ابتدا یک بیت را از منطق صفر به یک می‌برد و سپس عدد به صورت BCD در خروجی ظاهر می‌شود. این اعداد که بر روی پایه‌های ۱۰ تا ۱۳ آی سی ظاهر می‌شوند، وارد کامپیوتر شده و پردازش بر روی آن‌ها انجام می‌شود.

۵- نرم افزار

طراحی کلی نرم افزار به این صورت است که یک تایمر

استفاده قرار گرفت و ۳۰ درصد که شامل ۱۳ زن و ۱۹ مرد می‌باشد برای تست مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در پایگاه داده گفتیم که ستون اول تا سوم مشخصه‌های فرد شامل سن، فشار خون و کلسترول می‌باشد. ستون چهارم نیز نوع سکت (۱- بدون سکت، ۲- خفیف و ۳- شدید) را نشان می‌دهد و ستون پنجم نوع سکت تعیین شده توسط قواعد فازی و ستون آخر نیز درصد ریسک فاکتور را به ما می‌دهد. با توجه به جداول، نتیجه تست ۱۰۰ درصد مطابق با آمار تهیه شده می‌باشد (جداول ۲ و ۳).

شکل ۹: Manual Form

در قسمت آخر پروژه قوانین فازی به دست آمده را با نرم افزار C# پیاده‌سازی کرده‌ایم. درنتیج به دست آمده در نرم افزار C# با آنچه در Matlab و محیط فازی به دست می‌آوریم در حدود ۰/۲ تا ۳ درصد خطا مشاهده می‌شود.

در مراحل بعدی کار، سعی بر آن است که با توجه به ریسک فاکتورهای بیشتری به محاسبه درصد ریسک فاکتور قلبی بپردازیم و به این ترتیب نتیجه دقیق‌تری بدست بیاوریم.

تشکیل شده است. قسمت Telephone Mode برای دریافت داده‌های ورودی از طریق خط تلفن است (شکل ۸).

در قسمت Manual Mode برای محاسبه درصد خروجی، از روش استفاده شده در قسمت Telephone Mode استفاده می‌شود با این تفاوت که اطلاعات ورودی مستقیماً از کاربر گرفته شده و بر روی فرم وارد می‌شود و تا زمانی که داده‌های ورودی در محدوده‌های مجاز و واقعی نباشد، کلید اجرا فعال نخواهد شد (شکل ۹).

برنامه علاوه بر دو فرم اصلی ذکر شده، دارای چندین فرم دیگر است. از جمله فرم help که جهت راهنمایی کاربر می‌باشد و به دو زبان فارسی و انگلیسی طراحی شده است. فرم پرینت که با دریافت نام و نام خانوادگی فرد، اطلاعات و درصد ریسک فاکتور قلبی را چاپ می‌کند. برنامه همچنین قابلیت ذخیره اطلاعات در فایل دیگر را نیز دارد.

شکل ۸: Telephone Form

۶- نتیجه‌گیری

با استفاده از قواعد فازی به دست آمده که به طور مفصل بررسی شدند، به تست داده‌هایی می‌پردازیم که در هنگام آموزش و طبقه‌بندی نقشی نداشتند.

از ۱۱۱ نفر آمار به دست آمده که شامل ۴۸ زن و ۶۳ مرد است، ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش سیستم (تعیین پارامترهای توابع تعلق و سه قاعده اصلی فازی) مورد

جدول ۲: تست گروه مردان

سن	فشار خون	کلسترول	نوع سکتته	نوع سکتته تعیین شده توسط FIS	درصد ریسک فاکتور
۳۹	۱۲۵	۱۳۰	۱	۱	۲۳/۵
۳۵	۱۱۰	۱۳۵	۱	۱	۱۷/۸
۳۱	۱۱۵	۱۴۰	۱	۱	۱۸
۳۴	۱۱۰	۱۲۰	۱	۱	۱۸/۴
۴۰	۱۱۵	۱۲۵	۱	۱	۲۰/۴
۳۳	۱۱۰	۱۴۵	۱	۱	۱۸/۱
۴۱	۱۳۵	۱۹۰	۲	۲	۴۰
۴۷	۱۱۵	۱۷۲	۲	۲	۳۶/۲
۴۶	۱۳۵	۱۸۷	۲	۲	۴۲/۳
۴۱	۱۲۰	۱۷۵	۲	۲	۳۵
۷۴	۱۴۰	۲۳۰	۳	۳	۵۱
۷۶	۱۵۰	۲۸۰	۳	۳	۶۱/۶
۸۰	۱۳۵	۲۰۰	۳	۳	۶۰/۷
۷۹	۱۳۵	۲۳۵	۳	۳	۶۲/۸
۶۸	۱۳۰	۳۸۰	۳	۳	۵۸
۵۹	۱۷۵	۲۰۰	۳	۳	۶۵
۶۵	۱۵۵	۲۷۵	۳	۳	۸۰/۲
۷۹	۱۶۵	۲۳۳	۳	۳	۸۰
۶۷	۱۴۵	۳۰۰	۳	۳	۷۶/۵

سپاس‌گزاری

با تشکر فراوان از مهندس ماجدی به خاطر راهنمایی‌هایشان در قسمت سخت افزار و برادر عزیزم علیرضا پیش‌بین به دلیل همراهیش در قسمت نرم افزار.

جدول ۳: تست گروه زنان

سن	فشار خون	کلسترول	نوع سکتته	نوع سکتته تعیین شده توسط FIS	درصد ریسک فاکتور
۳۹	۱۱۰	۱۳۵	۱	۱	۲۱
۴۰	۱۱۵	۱۳۵	۱	۱	۲۲/۸
۳۵	۱۲۵	۱۲۰	۱	۱	۲۰/۶
۴۰	۱۱۰	۱۲۰	۱	۱	۲۲/۱
۵۴	۱۳۰	۱۵۰	۲	۲	۵۷/۴
۵۳	۱۳۵	۱۶۵	۲	۲	۵۸
۴۸	۱۲۰	۲۰۰	۲	۲	۵۳
۴۸	۱۳۵	۱۷۳	۲	۲	۵۴/۱
۷۹	۱۴۵	۲۰۵	۳	۳	۸۳/۱
۸۱	۱۳۵	۳۱۵	۳	۳	۸۲/۵
۶۵	۱۳۵	۲۹۰	۳	۳	۸۰
۶۸	۱۴۰	۲۳۰	۳	۳	۷۹/۳
۵۸	۱۴۵	۲۷۳	۳	۳	۸۰/۱

مراجع

- [1] Fuzzy Modeling and Control, Andrzej Piegat, Physica-Verlag, 2001
- [2] <http://asp.irteb.com/lifetime/lifetime.aspx>
- [3] <http://hp2010.nhlbihin.net/atp/ii/calculator.asp>
- [۴] آموزش گام به گام Microsoft Visual C# 2005، مهندس سیاوش مرتضوی، انتشارات آینده دیگر، سال چاپ تابستان ۸۵
- [۵] آموزش گام به گام #.net، نوشته: مهندس مهرداد توانا، انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری نقش سیمرغ
- [۶] آموزش گام به گام #.net، نوشته: مهندس جعفر نژادقمی
- [۷] سیستم‌های فازی و کنترل فازی، نوشته: لی وانگ، ترجمه: محمد تشنه‌لب، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، سال چاپ مهر ۱۳۸۰
- [۸] مبانی طب سسپل، بیماری‌های قلب، آندرولی/کارپنتر، ترجمه دکتر حمید سخایی، چاپ آراین