فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

الگوریتم بهینه‌سازی وال و تشخیص بیماری دیابت

عنوان مقاله: الگوریتم بهینه‌سازی وال و تشخیص بیماری دیابت
دوره ۲ / شماره ۲ / تابستان ۱۳۹۷/ ص ۶۱- ۵۳

محسن خسروی۱ حسن زارعی۲ سارا خیری دونیقی۳

۱. هیئت علمی موسسه آموزش عالی شمس گنبد، گنبد، ایران(Mohsen.khosravi.sh@gmail.com)
۲ . هیئت علمی موسسه آموزش عالی شمس گنبد، گنبد، ایران(Hzarei1984@gmail.com)
۳دانشجوی ارشد مهندسی نرم افزار، موسسه آموزش عالی شمس گنبد، گنبد، ایران (Sara.kheiry96@gmail.com)

چکیده

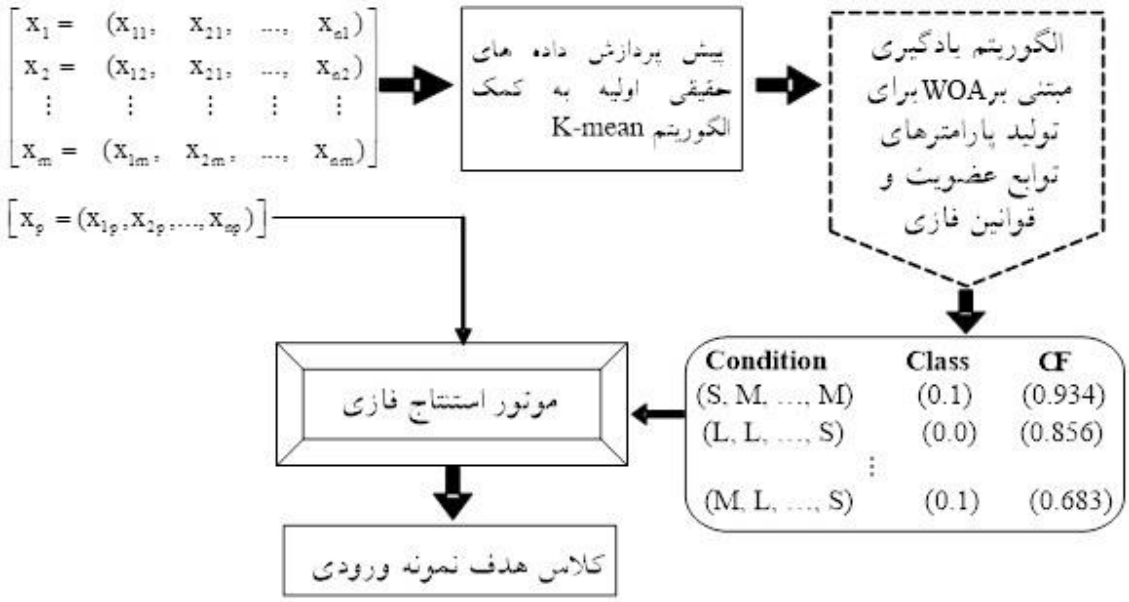
دی‌ابت ی‌کی از بی‌ماری‌های رای‌ج در جوامع امروزی است که دارای عوارض خطرناکی می‌باشد. ای‌ن بی‌ماری اگر چه گونه‌ای از بی‌ماری‌های قلبی محسوب نمی‌شود ولی اغلب سبب بی‌ماری‌های قلبی می‌شود. تشخی‌ص بی‌ماری دی‌ابت و ی‌ا آگاهی ی‌افتن از احتمال بالای ابتلا به ای‌ن بی‌ماری همواره کار آسانی نخواهد بود. چرا که ای‌ن بی‌ماری علائم متعددی را بروز می‌دهد که بعضی از ای‌ن علائم در سای‌ر بی‌ماری ها نی‌ز وجود دارند. بنابرای‌ن پزشک برای اتخاذ ی‌ک تصمی‌م مناسب، بای‌د نتی‌جه‌ی آزمای‌ش‌های بی‌مار و تصمی‌م های که در گذشته برای بی‌ماران با وضی‌عت مشابه گرفته است، را بررسی کند. با توجه به حجم انبوه تعداد بیماران، می‌توان از یک ابزار داده‌کاوی برای شناخت الگوی بیماران قبلی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: الگوریتم، بهینه‌سازی وال، تشخیص بیماری دیابت

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

مقدمه

در این تحقیق تلاش شده است تا طرحهایی ارائه شود که، از نظر علمی قابلیت مقایسه با طرحهای موجود در مجلات معتبر را داشته باشند و از نظر عملی نیز قابل پیاده سازی بوده، به گونه ای که بتوان میزان تشخیص طرح مورد نظر را با تشخیص یک فرد خبره یعنی پزشک بیماری دیابت مقایسه کرد. در همین راستا سیستم پیشنهادی به این صورت است. که برای تشخیص بیماری دیابت از الگوریتم‌های داده کاوی استفاده می شود. در این بخش تلاش شده تا از طریق آزمون روش‌های متفاوت موجود در بخش-های مختلف فرآیند کشف دانش، بهترین روش برای افزایش دقت الگوریتم داده کاوی انتخاب شود. از روشهای داده کاوی برای انتخاب بهترین خصیصه ها جهت ساخت قوانین استفاده شده است و سپس قوانین ساخته شده به سیستم فازی داده می شوند تا برای تشخیص بیماری استفاده شود. از جمله ویژگی این روش کاهش قوانین و افزایش سرعت و دقت تشخیص بیماری دیابت است. از سوی دیگر در طراحی این سیستم تلاش شده تا حد امکان معایب سیستم‌های گذشته کاهش یابد. در شکل (۱) نمای کلی از طرحهای پیشنهادی در این تحقیق ارائه شده است. به‌منظور انجام هر پژوهشی بایستی با اصطلاحات و مفاهیم گنجانده شده در آن آشنایی پیدا کرد[۱].



شکل ۱ نمای کلی مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی شامل سه بخش مجزا می‌باشد: پیش پردازش داده‌های قطعی اولیه ، تولید قوانین اگر-آنگاه فازی و موتور استنتاج فازی برای پیش‌بینی متغیر هدف نمونه‌های آزمون. قبل از این که سیستم فازی را ایجاد کنیم ابتدا نمونه‌هایی که دارا مقادیر نا مرتبط هستن (از لحاظ منطقی امکان پذیر نمی‌باشند) را یافته و توسط الگوریتم k-mean نمونه‌های دارای مقادیر مفقود[1] نباشند را خوشه بندی می‌کنیم، در انتها مقادیر مفقود را با مقدار متناظر نزدیک‌ترین مرکز خوشه به آن نمونه جایگزین می‌شود. در بخش تولید قوانین فازی، یک الگوریتم مبتنی بر بهینه‌سازی وال مجموعه داده‌های ورودی را گرفته و یک مجموعه قوانین فازی بر

[1] Missing Values

می‌گرداند. شکل (۱) مدل پیشنهادی برای اکتشاف توابع عضویت و قوانین فازی از داده‌های ورودی را نشان می‌دهد. در این مدل ابتدا داده‌های حقیقی توسط نمودارهای مثلثی و ذوزنقه‌ای به ترم‌های فازی تبدیل می‌شوند. سپس با استفاده از یک الگوریتم مبتنی بر بهینه‌سازی وال یک مجموعه قوانین فازی استخراج می‌شود. قوانین مربوط به هر کلاس جداگانه کشف می‌شود. در مرحله آزمون، یک موتور استنتاج فازی توابع عضویت، قوانین فازی و نمونه‌های آزمون را گرفته و کلاس مربوطه را بر می‌گرداند. در ادامه نحوه کار الگوریتم وال و سیستم های فازی روی سیستم پیشنهادی را بررسی خواهیم کرد[۲].

الگوریتم وال به کار رفته در این پژوهش

مسئله تعیین توابع عضویت فازی و استخراج قوانین فازی را می‌توان یک مسئله‌ی بهینه‌سازی ترکیبی در نظر گرفت که هدف یافتن دنباله‌ای از مقادیر برای خصیصه‌های مجموعه داده‌های ورودی است به طوری که سیستم دارای بیشترین دقت دسته‌بندی باشد. برای حل این مسائل مکاشفه بهینه‌سازی وال ابتدا مسئله‌ی بهینه‌سازی ترکیبی را به یک گراف نگاشت می‌کند. سپس با مشخص کردن هدف مورد جستجو در گراف (کلاس یا دسته)، والها در فضای مسیر گراف به جستجو می‌پردازند و بهترین مسیر را بر اساس هدف خواسته شده پیدا می‌کنند. بنابراین هر وال به صورت اولیه مقادیر تصادفی برای هر یک از مسیر را انتخاب می‌کند (هر یک از مسیرها در سیستم فازی می‌توانند مشخص کننده پارامترهای توابع عضویت و قوانین سیستم فازی باشند) و به مرور با همکاری میان والها، مسیر مناسب (بهترین وال) انتخاب شده و مسیر انتخاب شده توسط این وال به عنوان یک سیستم فازی دسته‌بندی(توابع عضویت و قانون) ارائه می‌شود. در الگوریتم وال مانور مارپیچ شبکه‌ی حبابی به صورت ریاضی برای انجام بهینه سازی مدل شده است.

در تمام الگوریتم‌های بر پایه‌ی جمعیت مانند PSO و GA و وال که دارای رفتار اجتماعی میان اعضای جمعیت هستند، دو ویژگی اساسی باید بررسی شود: قابلیت الگوریتم برای اکتشاف و جستجو در تمام بخش‌های فضای راه‌حل و قابلیت استخراج (بهره کشی) بهترین راه حل ممکن. در این پایان نامه والها از دو نوع روش برای بدست آوردن بهترین جواب و کمترین خطا استفاده میکنند و اولین کار اینست که جمعیت اولیه را تصادفی تولید میکنند جمعیت اولیه نیز مقادیرش بین ۱- تا ۱ است که به صورت تصادفی پیوسته تولید میشود و تعداد درایه‌های آن نیز به تعداد توابع عضویت آن است یعنی یک درصد کاهش و یک درصد افزایش که نشان دهنده میزان تغییر مقادیر توابع عضویت است. سپس دو نوع روش برای پیاده سازی این الگوریتم وجود دارد. در روش اول الگوریتم وال دو نوع حرکت را انجام میدهد و در اینجا حرکت به معنای (تغییر دادن مقدار ماتریس است.) تغییر نیز به این شکل است:

۱. وال به صورت تصادفی انتخاب میشود و به سمت آن حرکت می کند.
۲. به سمت بهترین وال حرکت میکند، بهترین وال والی است که کمترین خطا را دارا می‌باشد.

در واقع انتخاب بهترین الگوریتم و به سمت آن حرکت کردن نیز به دو شاخه مجزا تشکیل میشود. تنوع: الگوریتمی که میخواهد وال را حرکت بدهد کاملا تصادفی باشد و این کار بر اساس ذات حرکتی والها که به صورت کسینوسی انجام میشود. تمرکز: حرکت به سمت بهترین وال که این کار را بر اساس فاصله انجام میشود یعنی فاصله بین اولین وال تا بهترین وال. تمامی این مراحل تا بر قراری شرط توقف ادامه پیدا میکند. مدل ریاضی الگوریتم وال جهت استخراج قوانین فازی به صورت زیر است:

ابتدا مانور مارپیچ شبکه حبابی و جستجو برای قوانین را به صورت ریاضی برای هدف پژوهش شرح می‌دهیم:

یافتن قوانین: نهنگ می تواند محل قوانین و دایره زیستی آن را تشخیص دهد. از آنجا که محل بهترین قانون در ابتدا مشخص نیست الگوریتم فرض می‌کند که بهترین جواب کاندید کنونی همان قانون های اولیه هدف یا نزدیک به بهینه است. بعد از اینکه

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

بهترین عامل جستجو تعریف شد دیگر عامل جستجو سعی در به روز رسانی موقعیت خود باتوجه به بهترین عامل جستجو می‌کند. این رفتار توسط معادلات زیر نشان داده شده است:

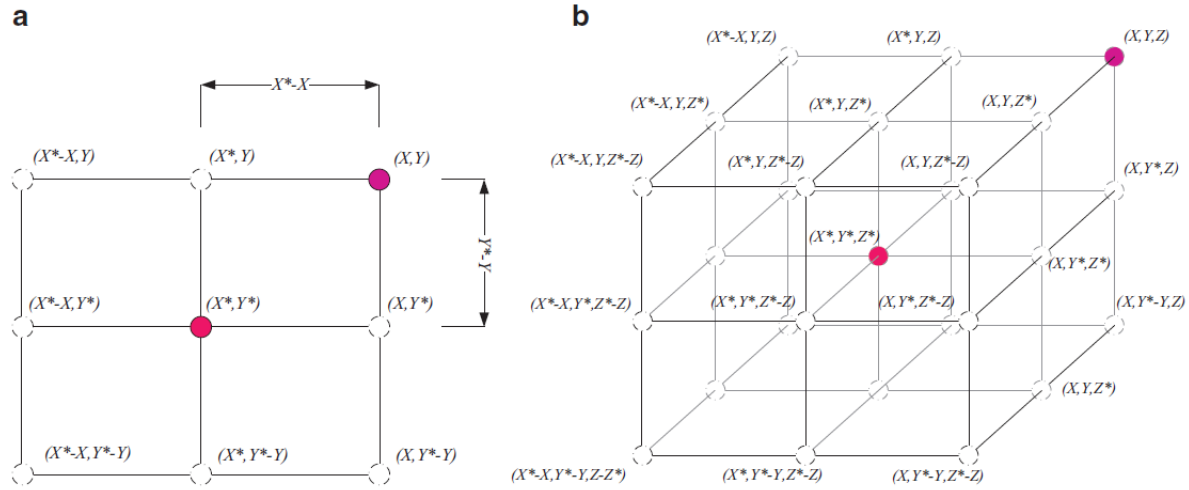
$$\vec{D} = \left|\vec{C}.\vec{X}^{*}(t) - \vec{X}(t)\right| \qquad \text{رابطه Error! No text of specified style in document.-۱}$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}^{*}(t) - \vec{A}.\vec{D} \qquad \text{رابطه Error! No text of specified style in document.-۲}$$

که در فرمول بالا t تکرار فعلی، $\vec{A}$و $\vec{C}$ بردار ضرایب، $\vec{X}^{*}$ بردار مکان بهترین جواب، $\vec{X}$ بردار مکان، $|\ |$ علامت قدر مطلق و «.» ضرب نقطه ای عنصر در عنصر است. که اگر در هرتکرار جواب بهتری وجود داشت X* به روز رسانی می‌شود. بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{C}$ به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\vec{A} = 2\vec{a}.\vec{r} - \vec{a} \qquad \text{رابطه Error! No text of specified style in document.-۳}$$
$$\vec{C} = 2.\vec{\mathrm{r}}$$

که $\vec{a}$ در هرتکرار به صورت خطی از ۲ به ۰ کاهش میابد(هم در فاز جستجو هم در فاز استخراج) و $\vec{\mathrm{r}}$ یک بردار رندم بین[۰و۱] است. شکل (۲) منطق موجود در رابطه (۲) را نشان می‌دهد.



شکل Error! No text of specified style in document.-۱: بردار مکان های دو و سه بعدی و مکان بعدی موجود(X* بهترین جواب بدست آمده تا کنون است[۳].

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

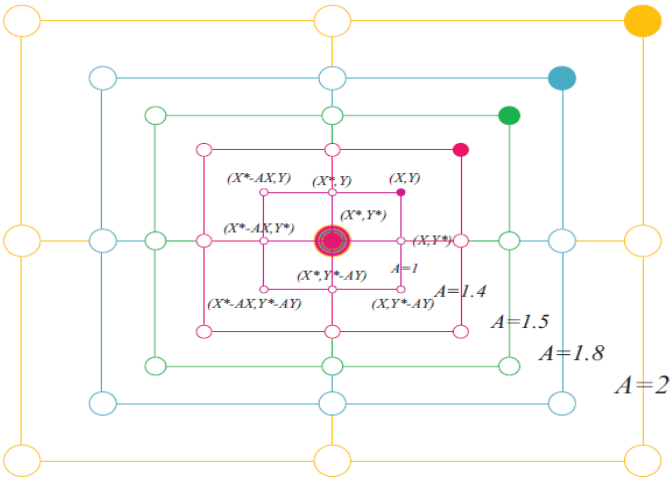
موقعیت (X,Y) بدست آمده توسط عامل جستجو میتواند با توجه به بهترین موقعیت (X*,Y*) به روز رسانی شود.مکان های مختلف اطراف بهترین عامل باتوجه به موقعیت کنونی با تنظیم مقدارهای بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{C}$ بدست می آید. به روز رسانی موقعیت ممکن از یک عامل جستجو در فضای ۳بعدی نیز در شکل (۳-۲) نشان داده شده است. باید توجه شود که با تعریف تصادفی بردار $\vec{r}$ امکان دستیابی به هر موقعیتی در بین نقاط کلیدی نشان داده شده در شکل (۳) وجود دارد. بنابراین، معادله (۳-۲) اجازه می دهد تا هر عامل جستجو موقعیت خود را در همسایگی بهترین راه حل فعلی به روز رسانی کند و اینگونه محاصره طعمه شبیه سازی می شود. همین مفهوم می تواند در مورد فضای n بعدی اتفاق بیافتد و عامل جستجو در یک ابر مکعب اطراف بهترین موقعیت بدست آمده حرکت می‌کند.

جستجوی طعمه(فاز جستجو): در حقیقت نهنگ‌ها بر طبق موقعیت یکدیگر به طور تصادفی جستجو می‌کنند، بنابر این ما از $\vec{A}$ به صورت مقادیر تصادفی بزرگتر از ۱ یا کمتر از ۱- استفاده می‌کنیم برای اینکه عامل جستجو مجبور به حرکت دورتر از نهنگ منبع شود. در این فاز موقعیت عامل جستجو به صورت انتخاب تصادفی عامل جستجو (بجای انتخاب بهترین عامل جستجو پیدا شده در قبل) به روز می‌شود. این مکانیزم و $|\vec{A}| > 1$ تاکید بر جستجو دارد و به الگوریتم WOA اجازه یک جستجوی سراسری را می‌دهد. مدل ریاضی به صورت زیر است:

رابطه Error! No text of specified style in ۴-document.

$$\vec{D} = \left|\vec{C}.\vec{X}_{rand} - \vec{X}\right|$$
$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_{rand} - \vec{A}.\vec{D}$$

که $\vec{X}_{rand}$ یک بردار موقعیت تصادفی(یک نهنگ تصادفی) انتخاب شده از مکان کنونی جمعیت است. برخی از جواب‌های ممکن اطراف جواب خاص $\vec{A}<۱$ در شکل (۳) آمده است.



شکل Error! No text of specified style in document.**۲: مکانیسم جستجوی پیاده سازی شده در الگوریتمWOA(X* عامل جستجوکه به صورت تصادفی انتخاب شده است [۴].**

الگوریتمWOA با مجموعه ای از جواب های تصادفی شروع می‌شود. در هر مرحله عامل‌های جستجو موقعیت خود را باتوجه به انتخاب تصادفی عامل جستجو یا بهترین جواب بدست آمده قبلی به روز می‌کنند. برای بدست آوردن به ترتیب فاز جستجو و

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

استخراج پارامتر a از ۲ به ۰ کاهش میابد. برای به روز رسانی عامل های جستجو یک عامل جستجو به طور تصادفی زمانیکه $|\vec{A}| < 1$ است انتخاب می‌شود، در حالیکه بهترین جواب زمانیکه $|\vec{A}| > 1$ است انتخاب می‌شود. با توجه به مقدار p الگوریتمWOA می‌تواند بین انتخاب مارپیچی یا دورانی سوییچ کند. سرانجام الگوریتم WOA با ارضا شدن معیار توقف پایان میابد. شکل (۳-۴) شبه کد این الگوریتم را نشان می‌دهد.

```
Initialize the whales population Xi (i = 1, 2, ..., n)
Calculate the fitness of each search agent
X*=the best search agent
while (t < maximum number of iterations)
    for each search agent
    Update a, A, C, l, and p
        if1 (p<0.5)
            if2 (|A| < 1)
                Update the position of the current search agent by the Eq. (2.1)
            else if2 (|A| ≥ 1)
                Select a random search agent (X_rand)
                Update the position of the current search agent by the Eq. (2.8)
            end if2
        else if1 (p≥0.5)
                Update the position of the current search by the Eq. (2.5)
        end if1
    end for
    Check if any search agent goes beyond the search space and amend it
    Calculate the fitness of each search agent
    Update X* if there is a better solution
    t=t+1
end while
return X*
```

شکل ۳: شبه کد الگوریتم نهنگ[۴].

از دیدگاه نظری الگوریتمWOA به علت دارا بودن فاز جستجو و استخراج آن می‌تواند یک بهینه ساز سراسری در نظر گرفت. علاوه بر این ابر مکعب پیشنهاد شده فضای جستجو را به همسایگی بهترین جواب تعریف میکند و به عامل های دیگر جستجو این اجازه را میدهد که از بهترین رکورد موجود در این دامنه استفاده کنند.

به علت تطبیق بردار جستجوی A با الگوریتم WOA این الگوریتم به اسانی میتواند بین فاز جستجو و استخراج در رفت امد باشد(برخی مراحل با $|\vec{A}| \geq 1$ به فاز جستجو و بقیه با $|\vec{A}| < 1$ به فاز استخراج اختصاص میابند) الگوریتمWOA فقط شامل ۲ پارامتر داخلی CوA است اگرچه برای تولید دقیق رفتار نهنگ به جهش و اپراتورهای تکاملی دیگر نیاز است اما در این مقاله نویسندگان تصمیم به حداقل رساندن مقدار اکتشافی و تعداد پارامترهای داخلی در نتیجه اجرای یک نسخه بسیار اولیه از الگوریتم WOA گرفته اند و هیبرید این الگوریتم با الگوریتمهای دیگر به عنوان کارهای آتی مطرح گشته است[۹]

سیستم‌های فازی ترکیب شده با الگوریتم وال

در این قسمت سیستم فازی را که قسمت استخراج قوانین با استفاده از الگوریتم وال استخراج شده تشریح می نمایم اگر بردار x یک بردار n-بُعدی در فضای حقیقی R^n باشد و $\Omega = \{w_1, w_2, \}$ مجموعه کلاسه‌ها و بردارهای $x_p = (x_{p1}, x_{p2}, ..., x_{pn}), p = 1, 2, ..., M$ به عنوان نمونه‌های آموزش داده شوند به طوری که $(c \square M)$، آنگاه یک دسته‌بند عبارت است از هر نگاشتی که [۸] :

$$D: R^n \rightarrow [0,1]^c - \{0\}$$ Error! No text of specified style in **رابطه ۵**-document.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

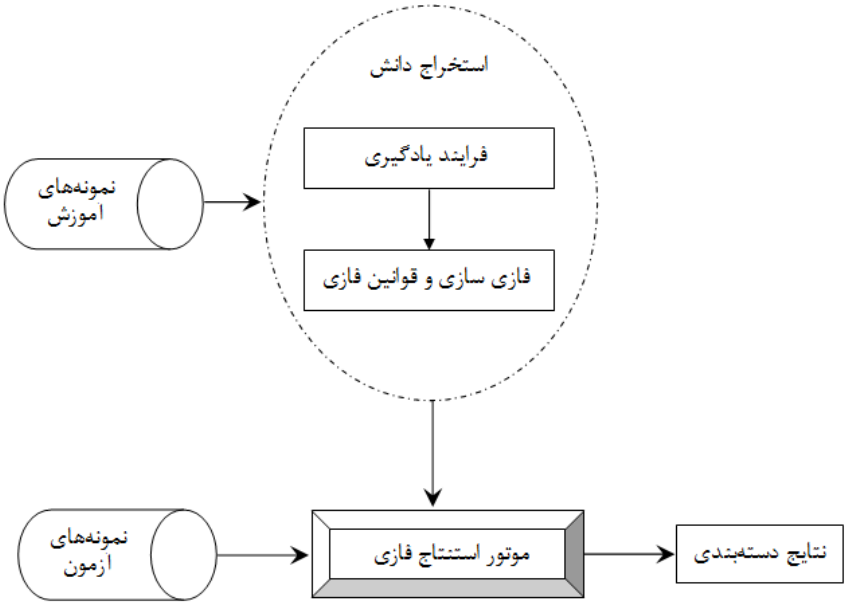
که به جای تخصیص نمونه ورودی به یک کلاس Ω، D نمونه ورودی را با یک درجه عضویت به هر کلاس تخصیص می‌دهد. یعنی برای هر نمونه ورودی $x=(x_1,x_2,...,x_n)$، D میزان عضویت x به هر کلاس را به صورت $\mu_D(x_p)=\{\mu^1{}_D(x_p),\mu^2{}_D(x_p),...,\mu^c{}_D(x_p)\}$ بر می‌گرداند. که هر جزء $\mu^i{}_D(x_p)$ احتمال عضویت نمونه x در کلاس i را نشان می‌دهد، بنابراین با توجه به این تعاریف در این پژوهش از دسته بند دسته‌بندهای فازی استفاده می کنیم.

$$\mu^i{}_D(x_p)\in\{0,1\},\quad \sum_{i=1}^{c}\mu^i{}_D(x_p)=1,\forall x_p\in R^n$$ **رابطه** Error! No text of specified style in document.-۶

دسته‌بندهای فازی به کاربر اجازه می‌دهند که نظر افراد خبره را به صورت ترم‌های زبانی بیان کنند. در نتیجه دسته‌بندهای قانون‌مند فازی بالاترین سطح قابلیت تفسیر را فراهم می‌آورند [۸۸]. قوانین اگر- آنگاه فازی به صورت زیر نوشته می‌شوند:

$$R_j: If\ x_i\ is\ A_{j,1}\ and\ ...\ and\ x_n\ is\ A_{j,n}\ then\ Class\ C_j\ with\ CF=CF_j$$ **رابطه** Error! No text of specified style in document.-۷

که $x=(x_1,x_2,...,x_n)$ یک بردار الگوی n-بعدی، A_{ij} یک مقدار زبانی مقدم[۲]، C_j کلاس نتیجه و n تعداد قوانین اگر- آنگاه فازی می‌باشد. تعداد قوانین هنگامی که هر خصیصه x_i $i=(1,2,\ldots,n)$ دارای K متغیر زبانی باشد برابر با K^n است. هر مقدار زبانی توسط تعدادی از قوانین اگر-آنگاه فازی به اشتراک گذاشته می‌شود ساختار یک سیستم قانونمند فازی در شکل (۳-۶) آورده می‌شود.



شکل Error! No text of specified style in document.-۵: **ساختار یک سیستم قانونمند فازی.**

[2] **Antecedent linguistic value**

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۲، شماره۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۶۱-۵۳
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

استنتاج فازی

فرض کنیم که S مجموعه قوانین فازی هستند به طوری که |S|=s به صورت زیر باشد:

R1: If <condition1> then Ci with CF=CF1

R2: If <condition2> then Ci with CF=CF2

...

R: If <conditions> then Ci with CF=CFs

→Input pattern: if <Condition>

Target class: C

رابطه Error! No text of specified style in ۸-document.

چندین قانون می‌توانند کلاس یک نمونه مانند $x_p=(x_{p1},x_{p2},\ldots,x_{pn})$ را با درجه قطعیت و سازگاری متفاوت پیش‌بینی کنند. بنابراین الگوریتم دسته‌بند استفاده شده در این پژوهش نیازمند یک روش استنتاج برای انتخاب یکی از قوانین فازی کاندید می‌باشد. یک روش استنتاج مناسب، روشی است که بتواند با درصد اطمینان بالایی کلاس نمونه ورودی را پیش‌بینی کند حتی اگر هیچ کدام از قوانین ورودی کامل ارضا[۳] نشوند[۵].

ترکیب سیستم فازی و الگوریتم وال جهت کلاس بندی

همان طور که بیان شد روش‌های مختلفی برای دسته‌بندی نمونه‌های ورودی ارائه شده‌اند که با توجه به معیارهای ارائه شده برای برازش کارایی این روش‌ها، هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و معایبی هستند. به عنوان مثال روش دسته‌بندی شبکه عصبی دارای دقت بسیار خوبی می‌باشد در حالی که قابلیت تفسیر مناسبی را فراهم نمی‌آورد. یکی از روش‌هایی که هم دارای دقت دسته‌بندی مناسب و قابلیت تفسیر خوبی می‌باشد، روش دسته‌بندی مبتنی بر قانون است که دانش کشف شده را به صورت یک مجموعه قوانین در اختیار کاربر قرار می‌دهد. قابلیت تفسیر این روش‌ها وقتی بیشتر می‌شود که قوانین استخراج شده به شکل ترم‌های فازی بیان شوند که در این تحقیق با استفاده از ترکیب روش های فازی و الگوریتم وال صورت پذیرفت. [۶].

مسئله تعیین توابع عضویت فازی و استخراج قوانین فازی را می‌توان یک مسئله‌ی بهینه‌سازی ترکیبی در نظر گرفت که هدف یافتن دنباله‌ای از مقادیر برای خصیصه‌های مجموعه داده‌های ورودی است به طوری که سیستم دارای بیشترین دقت دسته‌بندی باشد. برای حل این مسائل مکاشفه بهینه‌سازی وال ابتدا مسئله‌ی بهینه‌سازی ترکیبی را به یک گراف نگاشت می‌کند. سپس با مشخص کردن هدف مورد جستجو در گراف (کلاس یا دسته)، والها در فضای مسیر گراف به جستجو می‌پردازند و بهترین مسیر را بر اساس هدف خواسته شده پیدا می‌کنند. بنابراین هر وال به صورت اولیه مقادیر تصادفی برای هر یک از مسیر را انتخاب می‌کند (هر یک از مسیرها در سیستم فازی می‌توانند مشخص کننده پارامترهای توابع عضویت و قوانین سیستم فازی باشند) و به مرور با همکاری میان والها، مسیر مناسب (بهترین وال) انتخاب شده و مسیر انتخاب شده توسط این وال به عنوان یک سیستم فازی دسته‌بندی(توابع عضویت و قانون) ارائه می‌شود.

[3] **satisfy**

نتیجه گیری

در این پژوهش یک الگوریتم مبتنی بر قانون برای دسته‌بندی داده‌ها ارائه شد که ابتدا در مرحله آموزش یک مجموعه داده آموزشی را گرفته و یک سیستم دسته‌بند فازی را تولید می‌کند. سپس در مرحله آزمون با استفاده از یک موتور استنتاج فازی نمونه‌های تست دسته‌بندی می‌شوند. برای تولید پارامترهای توابع عضویت و قوانین فازی در مرحله‌ی آموزش از یک الگوریتم بهبود یافته‌ی بهینه‌سازی وال استفاده شده است. این الگوریتم دارای ویژگی‌هایی است که آن را از سایر الگوریتم‌های تکاملی متمایز می‌کند. که از آن جمله می‌توان به علت دارا بودن فاز جستجو و استخراج به برقراری تعادل بین دو خاصیت اکتشاف و بهره کشی اشاره کرد.

منابع

۱- ایزدپرست سید محمود، وحدت داود، (۱۳۸۸) "داده کاوی و کاربرد آن در کتابخانه ها و مؤسسات آموزشی" ، ماهنامه ارتباط علمی، مرداد.

۲- جواد حداد نیا، جواد وحیدی، اعظم قرهخانی و محمد فیوضی، (۲۰۱۲) "تشخیص فازی بیماری دیابت براساس قوانین و ویژگیهای بهینه مبتنی بر ترکیب سیستم های داده کاوی و الگوریتم های هوشمند مصنوعی"، ICNMO.

۳- حبیبی ملیحه، احمدی فرد علیرضا، (۱۳۹۲) "انتخاب ویژگی با استفاده از جستجوی تابو، الگوریتم ژنتیک وknn برای تشخیص بیماری دیابت"دوازدهمین کنفرانس سیستمهای هوشمند ایران،

۴- دیابت و بیماری قند واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی به جای diabetes در انگلیسی و در حوزه پزشکی هستند. «فرهنگ واژه‌های مصوّب فرهنگستان: ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۵ (بخش لاتین)». فرهنگستان زبان و ادب فارسی. ۶۸. بازبینی‌شده در ۲۸ دسامبر ۲۰۱۱.

۵- سید احسان تهامی، س. م. بامشکی، م. ع. خلیل زاده، "تشخیص بیماری دیابت نوع ۱ با استفاده از الگوریتم [ANFIS , GA-NN "، اولین کنفرانس مشترک سیستم های هوشمند و سیستم های فازی، شهریور ۱۰۹۶، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- شهرابی، جمال. (۱۳۸۶) " داده کاوی " جلد اول، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

7- Blake C.L., Merz C.J., UCI (1998) Repository of Machine Learning Databases, http://www.ics.uci.edu/mlearn/MLRepository.html.

8- Y. Jiang and Z. Zhou, “Editing Training Data for kNN Classifiers with Neural Network Ensemble”, in Proc. ISNN (1),2224, pp.396-361.

Kokol, R. Yamamoto, and B. Stiglic. (2010) (2002) Mining

9- Asma A. AlJarullah, King Saud University,” Decision Tree Discovery for the Diagnosis of Type II Diabete” 2211 intrnationalConfrencee on Innovation in Information Technology.

10- Breault, Joseph L. Colin R. Goodall, and Peter J. Fos. Data mining a diabetic data warehouse. Artificial Intelligence in Medicine 26, no. 1 ,2002; pp. 37-54.

11- Miyaki K. Takei I. Watanabe K. Nakashima H. & Omae K. (2002) Novel statistical classification model of type 2 diabetes mellitus parents for tailor-made prevention using data mining algorithm. Journal of epidemiology/Japan Epidemiological Association, 2002; 12(3), 243.