



طراحی سیستم هوشمند فازی جهت تشخیص بیماری هپاتیت B

مهدی نشاط^۱، مهدی یعقوبی^۲، عباس اسماعیل زاده^۳، حسین رضایی نژاد^۴

^۱ کارشناس ارشد هوش مصنوعی، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی شیروان

مشهد، ایران

Neshat_mehdi@yahoo.com

^۲ استادیار، گروه هوش مصنوعی و ریاتیک، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

مشهد، ایران

yaghobi@mshdiau.ac.ir

^۳ استادیار، فوق تخصص داخلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

مشهد، ایران

esmaeilzadeh@yahoo.com

^۴ استادیار، گروه پرستاری، دانشگاه آزاد اسلامی شیروان

مشهد، ایران

rezaei@yahoo.com

چکیده

در این مقاله، یک سیستم خبره فازی پزشکی طراحی شده که توانایی تشخیص میزان شدت بیماری هپاتیت B را داراست. در این زمینه تحقیقات زیادی صورت گرفته و به نتایج گوناگونی دست یافته اند اما تعیین میزان شدت بیماری و پیشرفت آن در بدن که عامل مهمی در معالجه بیماری می باشد مشاهده نگردید و این تحقیق رویکردی نوین در تعیین بیماری و شدت پیشرفت آن می باشد. سیستم مورد نظر ۴ بخش کلی دارد که شامل فازی ساز، غیر فازی ساز، موتور استنتاج و پایگاه قوانین استنتاج است. داده های مورد نیاز از میان بیماران مراجعه کننده به بیمارستان امام رضا (ع) بخش بیوشیمی کبد که شامل ۳۰۰ رکورد و هر رکورد ۷ فیلد بوده جمع آوری گردید. این سیستم با استفاده از تجربیات متخصصین کبد بر اساس آخرین یافته های پزشکی دارای قوانین استنتاج قوی بوده که توانسته با صحت ۹۴٫۲۸ درصد شدت بیماری هپاتیت B را تشخیص و نسبت به کارهای انجام شده بهبود خوبی داشته است.

کلمات کلیدی

سیستم خبره، منطق فازی، موتور استنتاج، هپاتیت B.

۱- مقدمه

ژن استرالیایی یا همان آنتی ژن سطحی ویروس هپاتیت B (HBsAg) در سطح ویروس قرار داشته این ویروس با ورود به سلولهای کبدی آنها را وادار به تولید ویروسهای مشابه خود می کند. هر کسی که این ذرات سطحی کوچک (HBsAg) در خون او وجود داشته باشد فرد آلوده تلقی می شود [1]. حساس ترین آزمایش

بیماری هپاتیت B یک عامل ویروسی دارد. اندازه این ویروس ۴۲ نانومتر بوده بخش فعال ویروس در قسمت مرکزی آن است. آنتی

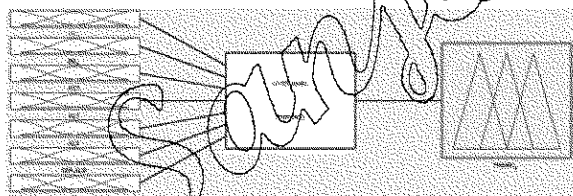
- 1) Bili-T (Bilirubin: abile pigment cleared from the blood by the liver)
- 2) Bili-D
- 3) AST (Aspartate aminotransferase (SGOT): enzymes that catalyze protein transformations within hepatocytes)
- 4) ALT (alanine aminotransferase)
- 5) ALP (Alkaline phosphatase: protein found in bile duct cell membranes.)
- 6) Ser.ALB (Albumin: a protein in the serum that transports substances such as drugs and prevents leakage of fluid into the surrounding tissues.)
- 7) PT (the pro-thrombin time in serum)

۳- سیستم خبره فازی پزشکی

سیستم موجود ترکیبی از یک سیستم خبره و یک سیستم فازی است و به سیستمهای هیبریدی (خبره فازی) معروف می باشند. این سیستم دارای بخشهای فرد خبره، مهندس دانش و پایگاه قوانین فازی، موتور استنتاج فازی، فازی ساز، غیره فازی ساز است.

کاربرد سیستمهای خبره فازی در تشخیص پزشکی به تدریج در حال افزایش است. هیچ شکی نیست که دادههای بدست آمده از بیماران و تصمیمات متخصصان مهمترین عوامل شناسایی هستند. ولی سیستمهای خبره فازی و تکنیکهای هوشمند گوناگونی نیز برای طبقه بندی به متخصصان کمک می کند. سیستمهای دسته بندی، که به خطاهای احتمالی که می توانند به خاطر خستگی و یا بی تجربگی متخصص اتفاق بیفتند کمک می کنند و دادههای پزشکی را برای آزمایش در زمان کمتر و جزئیات بیشتر، فراهم می نمایند. در کارهای انجام شده همواره به تشخیص بیماری هپاتیت B پرداخته شده است و افرادی که دو دسته افراد سالم و افراد بیمار تقسیم بندی شده اند و هیچ گزارشی مبنی بر درجه بندی بیماری مشاهده نگردیده در حالی که همواره هر شخص درجه ای از سلامتی و درجه ای از بیماری را داراست.

در این تحقیق جهت درجه بندی میزان شدت ریسک بیماری از ابزار FIS در نرم افزار Matlab استفاده و در شکل ۱ مدل کلی سیستم مشاهده می شود.



شکل ۱: مدل کلی سیستم خبره فازی بیماری هپاتیت B

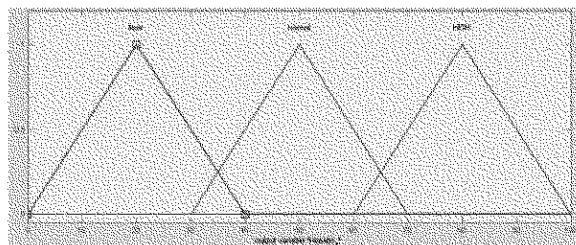
این سیستم دارای ۷ فیلد ورودی که در بخش داده ها توضیح داده شده می باشد و یک خروجی که میزان شدت بیماری هپاتیت B را نشان می دهد.

خون در بیماران که بر تکثیر ویروس در بدن دلالت دارد آزمایش PCR یا HBV DNA است با مثبت بودن این آزمایش می توان نتیجه گرفت که شخص آلوده به ویروس هپاتیت B شده اما تعیین وضعیت بالینی فرد، میزان پیشرفت بیماری نیازمند آزمایشات پیشرفته و پیچیده تر است. طبق آخرین گزارشات سازمان بهداشت جهانی (WHO) حدود ۴۰۰ میلیون نفر در جهان حامل ویروس هپاتیت B هستند این بیماری مقام سوم بیماریهای عفونی را دارد سالانه ۵۰ میلیون نفر به این جمعیت افزوده می شود این تعداد در کشورمان حدود ۲ میلیون نفر است [2]. اهمیت بررسی و طراحی سیستمهای هوشمند در این زمینه بسیار احساس شده از جمله کارهای انجام شده در این زمینه که با استفاده از یک بانک اطلاعاتی شامل ۱۹ فیلد [3] برگرفته از سایت UCI به نتایج مختلفی رسیده اند که شامل: Karol Grudzinski با استفاده از روشهای وزندهی 9NN و 18NN به نتایج ۹۲٫۹٪، ۹۰٫۲٪ [4] Rafal Adamczak. با استفاده از متدهای FSM با دوران، FSM بدون دوران، MLP+BP و RBF به ترتیب ۸۹٫۷٪، ۸۸٫۵٪، ۷۹٪ و ۷۷٫۴٪ [5] همچنین Stern&Dobnikar از روشهای LDA، Naïve Fisher، ASR، 1-NN، QDA Bayes&Semi-NB، CART(dision tree)، LVQ، discriminant analysis، ASI، MLP&BP و الگوریتم LFC که نتایجی به ترتیب ۸۶٫۳٪، ۸۵٫۸٪، ۸۵٫۳٪، ۸۵٪، ۸۴٫۵٪، ۸۳٫۲٪، ۸۲٫۷٪، ۸۲٫۱٪، ۸۱٫۹٪ و ۸۱٪ است [6] و Norbert Jankowski با استفاده از الگوریتم IncNet به دقت ۸۶٪ [7] و Ozyilmaz&Yildirim از متدهای MLP، RBF و GRNN با صحت ۷۴٫۳۷٪، ۸۳٪، ۸۰٪ به بررسی این بیماری پرداخته اند [8]. بهترین نتیجه که گزارش شده در این زمینه Kamal Polat با استفاده از یک پیش پردازش فازی و شبیه سازی سیستمهای ایمنی طبیعی با ۹۴٫۱۲٪ بیماری هپاتیت B را تشخیص داده اند [9]. تا کنون در زمینه تعیین میزان شدت بیماری هپاتیت B گزارشی مشاهده نشده است و این تحقیق یک کار جدید در این زمینه می باشد.

در ادامه ابتدا به بررسی داده های تخصصی مربوط به بیماری هپاتیت B می پردازیم و مروری بر ساختار کلی سیستم خبره فازی و اجزای آن همچنین بررسی اجزای مختلف سیستم چگونگی پیاده سازی و در پایان نتایج بدست آمده را مشاهده خواهیم کرد.

۲- داده ها

داده های مورد استفاده در این تحقیق جهت تشخیص میزان شدت بیماری هپاتیت B با راهنماییهای متخصصین کبد از میان بیمارانی که به بخش بیوپسی کبد بیمارستان امام رضا (ع) مشاهد مراجعه نموده اند و ویروس هپاتیت B در آزمایش خون آنها مشاهده شده بود انتخاب گردید. تعداد ۳۰۰ رکورد که هر رکورد برای این تحقیق ۷ فیلد دارا می باشد و به شرح زیر است:



شکل ۴: تابع تعلق فازی خروجی (شدت بیماری هپاتیت B)

فازی سازی فیلدهای بکار رفته از طریق توابع زیر صورت می گیرد. این فرمولها ۱، ۲، ۳، ۴ به کمک پزشک متخصص بدست آمده است.

$$B_T(\alpha) = \begin{cases} 1 & \alpha \geq 2 \\ \alpha & 0 < \alpha < 2 \\ 0 & \alpha \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$AST(\beta) = \begin{cases} 1 & \beta \geq 48 \\ 0 & \beta \leq 0 \\ \beta & 0 < \beta < 48 \end{cases} \quad (2)$$

$$ALP(\chi) = \begin{cases} 1 & \chi \geq 350 \\ 0 & \chi < 0 \\ \chi & 0 < \chi < 350 \end{cases} \quad (3)$$

$$ALB(\delta) = \begin{cases} 0 & \delta \leq 1 \\ \delta & 1 < \delta < 508 \\ 1 & \delta \geq 508 \end{cases} \quad (4)$$

$$H_B(\mu) = \begin{cases} \mu & 0 < \mu < 100 \\ 0 & \mu < 0 \\ 0 & \mu > 0 \end{cases} \quad (5)$$

عبارات زبانی فیلدهای مورد نظر را با توجه به فرمول توابع تعلق مثلثی به شکل زیر تعریف می شود. متغیرهای زبانی برای درجه شدت بیماری هپاتیت B (H_B) پایین، متوسط و بالاست. متغیرهای زبانی Bili_T, Bili_D شامل کوچک، متوسط و بزرگ همچنین متغیرهای زبانی ALT, AST و ALP پایین، متوسط و بالایی باشد.

$$\mu_{low}(B_T) = \begin{cases} 0 & \alpha \leq 0 \\ \alpha & 0 < \alpha \leq 0.15 \\ \frac{0.15}{0.3 - \alpha} & 0.15 < \alpha < 0.3 \\ \frac{0.15}{0} & \alpha \geq 0.3 \end{cases} \quad (6)$$

۴- فازی سازی

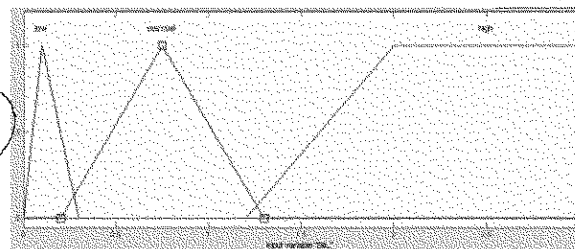
فازی ساز بعنوان نگاشتی از یک نقطه $X^* \in U \subset R^n$ به یک مجموعه فازی A' در U تعریف شده است. مهمترین معیار در یک فازی ساز این است که باید این حقیقت را در نظر بگیرد که ورودی در نقطه X^* قطعی است بدین معنی که مجموعه فازی A' باید در نقطه X^* مقدار تعلق بزرگی داشته باشد همچنین اگر ورودی سیستم فازی بوسیله نویز خراب شود فازی ساز باید بتواند تاثیر نویز را کاهش داده و حذف کند و بالاخره در پایان اینکه فازی ساز باید بتواند در ساده تر کردن محاسبات مربوط به موتور استنتاج فازی نقش داشته باشد. پیچیده ترین بخش محاسبات موتور استنتاج مربوط به محاسبه $SUP_{x \in U}$ می باشد.

طراحی و استفاده از فازی ساز مثلثی و ذوزنقه ای پیاده سازی موتور استنتاج را ساده می کند و با توجه به ماهیت داده های مسئله (بیماری کبد) ترجیحا از این فازی سازها استفاده می شود. مقادیر نرمال هر یک از فیلدهای بیماری در جدول ۱ موجود است: [10]

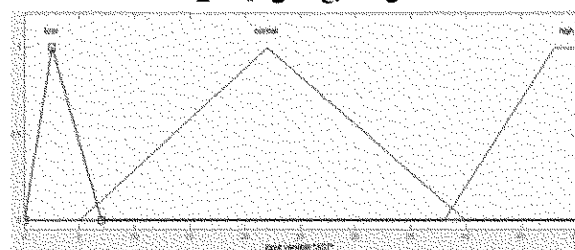
نام فیلد	مقدار نرمال
Bili-T	Total bilirubin: 0.3 to 1.9 mg/dL
Bili-D	Direct bilirubin: 0 to 0.3 mg/dL
AST	10 to 40 U/L ³
ALT	10 to 40 U/L ³
ALP	20 to 130 U/L ³
SER.ALB	3.4 to 5.5 mg/dL
PT	9.5 to 13s

جدول ۱: فیلدهای ورودی سیستم به همراه مقادیر نرمال

توابع تعلق هر یک از فیلدهای بیماری هپاتیت B به صورت زیر تعریف شدند.



شکل ۲: تابع تعلق فیلد Bili_t



شکل ۳: تابع تعلق فیلد AST

خروجی سیستم که درجه شدت بیماری هپاتیت B را نمایش می دهد در سه بازه Low, Normal, High تعریف گردید و مقادیر بین صفر تا صد در نظر گرفته شد. (شکل ۴)

2)if($B_T = L \& B_D = L \& AST = H \& ALT = H \& ALP = L \& ALB = L \& PT = L$)
then($H_B = H$)

34)if($B_T = N \& B_D = N \& AST = L \& ALT = L \& ALP = N \& ALB = N \& PT = N$)
then($H_B = N$)

۶- غیرفازی سازی

در این مرحله بایستی میزان صحت α قوانین را از هر قانون مشخص کنیم ابتدا از هر قانون مقدار مینیمم آن مشخص شده و سپس از بین مینیمم ها مقدار ماکزیمم انتخاب می شود. به عنوان مثال: $B_T=0.3, B_D=0.15, AST=36, ALP=85, ALB=3.5, PT=14$ را فعال می کند:

$$\alpha_{11} = \min(L, L, N, N, N, L, N)$$

$$\alpha_{11} = \min(0, 0.5, 0.22, 0.72, 1, 0, 0) = 0.22$$

$$\alpha_{26} = \min(N, N, N, N, N, N, H)$$

$$\alpha_{26} = \min(0.181, 0.25, 0.22, 0.72, 1, 0.033, 0.5) = 0.033$$

با استفاده از استنتاج ممدانی (ماکزیمم/مینیمم) تابع عضویت سیستم به صورت:

$$\max(\alpha_{11}, \alpha_{26}) = 0.033$$

که این میزان ریسک بیماری هیاتیت B پایین می باشد. جهت محاسبه مقدار قطعی خروجی H_B از فرمول غیرفازی سازی مرکز ثقل استفاده می کنیم:

$$D^* = \frac{\int D \cdot \mu_{middle}(D) dD}{\int \mu_{middle}(D) dD}$$

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود نتیجه بدست آمده مقدار ۵۶٪ برای شدت بیماری هیاتیت B می باشد. تشخیص پزشک متخصص برای این قیله ها یک وضعیت نرمال می باشد در حالی که سیستم مقدار کلی ریسک بیماری را گزارش می دهد.

$\mu_{mid}(B_T) = \begin{cases} 0 & \alpha \leq 0.2 \\ \frac{\alpha}{0.55} & 0.2 < \alpha \leq 0.75 \\ \frac{1.3 - \alpha}{0.55} & 0.75 < \alpha \leq 1.3 \\ 0 & \alpha > 1.3 \end{cases}$	(۷)	
$\mu_{high}(B_T) = \begin{cases} 0 & \alpha \leq 1.2 \\ \frac{\alpha - 1.2}{0.8} & 1.2 < \alpha \leq 2 \\ 1 & \alpha > 2 \end{cases}$	(۸)	

برای بیان این توابع تعلق می توان از فرمولهای بالا استفاده

کرد به عنوان مثال $\mu_{high}(B_T)$ با توجه به فرمول ۸ به صورت زیر تعریف می گردد.

$$\mu_{High}(B_T) = \left\{ \frac{0}{1.2} + \frac{.125}{1.3} + \frac{.25}{1.4} + \frac{.375}{1.5} + \frac{.5}{1.6} + \frac{.625}{1.7} + \frac{.75}{1.8} + \frac{.875}{1.9} + \frac{1}{2} \right\} \quad (9)$$

۵- بانک قوانین فازی

قوانین با توجه به حالات مختلف بیماری هیاتیت B و حتی وضعیتهایی که تا کنون مشاهده نشده اما ممکن است رخ دهند ویرایش گردید ، در مجموع ۵۸ قانون مستقل موجود است. هر قانون مجموعه ای از متغیرهای زبانی که با یکدیگر AND شده اند و بیانگر یک وضعیت خاص از بیماری هیاتیت B هستند. قوانین موجود کلیه حالاتی را که سیستم فازی ممکن است با آن برخورد کند پوشش می دهند. همچنین به ندرت ممکن است بین قوانین پایگاه تضاد بوجود آید که این مشکل راموتور استنتاج و بخش غیره فازی ساز با میانگین گیری قوانین حاصل یک نتیجه بهینه را به ما می دهد. (جدول ۲) (پایین L=متوسط، M=بزرگ B و بالا H=)

#	B T	B D	AST	ALT	ALP	ALB	PT	H B
Rule1	B	B	H	H	L	L	L	H
Rule2	L	L	H	H	L	L	L	H
Rule58	L	L	L	L	N	N	N	L

جدول ۲) مجموعه قوانین سیستم خبره فازی

مثلا قوانین ۱، ۲ و ۳۴ بصورت زیر تعریف می شوند:

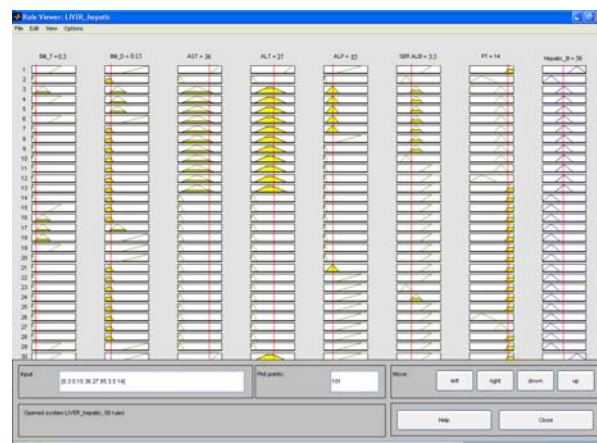
1)if($B_T = B \& B_D = B \& AST = H \& ALT = H \& ALP = L \& ALB = L \& PT = L$)
then($H_B = H$)

سپاسگزاری

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر اسماعیل زاده، دکتر وثوقی نیا (متخصصین کبد)، رزیدنتهای بخش بیوپسی کبد بیمارستان امام رضا (ع) که در طول این تحقیق راهنماییهای بسیار مفیدی داشته اند تشکر و قدر دانی به عمل می آید.

مراجع

- [۱] هیاتیت بی، دکتر سید موید علویان، فوق تخصص گوارش و کبد، استاد دانشگاه علوم پزشکی، مرکز تحقیقات گوارش و کبد، ۱۳۸۵
- [2] World health organization department of communication diseases surveillance and response <http://www.who.int/emc>
- [3] <http://www.ics.uci.edu/pub/ml-repos/machine-learning-databases/>, 2003.
- [4] Karol Grudzinski, „Similarity-based methods in application to analysis of scientific and medical data”, Praca doktorska, KIS UMK, Toruń 2002.
- [5] W. Duch, R. Adamczak, K. Gra, bczewski, Extraction of crisp logical rules using constrained back propagation networks. *ICANN'97*, Houston, 9-12.6.1997
- [6] B. Ster and A. Dobnikar, Neural networks in medical diagnosis: Comparison with other methods. In A. Bulsari et al., editor, *Proceedings of the International Conference EANN '96*, pages 427-430, 1996.
- [7] Norbert Jankowski, Approximation and Classification in Medicine with IncNet Neural Networks. PhD thesis, Department of Computer Methods, Nicholas Copernicus University, Torun, Poland. (In preparation).
- [8] Ozyilmaz, L., Yıldırım, T. Artificial neural networks for diagnosis of hepatitis disease. In *International joint conference on neural networks (IJCNN)*, Portland, OR, USA, July 20–24, Vol. 1, pp. 586– 589. (2003)
- [9] Kemal Polat *, Salih Gunes, Medical decision support system based on artificial immune recognition immune system (AIRS), fuzzy weighted pre-processing and feature selection, *Expert Systems with Applications* 33 (2007) 484–490



شکل ۵: شدت بیماری هیاتیت B با توجه به داده های مورد نظر

۷- نتیجه گیری

سیستم خبره فازی طراحی شده را که بر اساس ۳۰۰ رکورد بیماری هیاتیت B مدلسازی نمودیم. تعدادی رکورد جدید که توسط متخصص بیماری کبد تایید شده بود جهت تست سیستم استفاده شد و با ۹۴٫۲۴٪ صحت درستی، شدت بیماری هیاتیت بهبود چشمگیری در کارهای انجام شده تا کنون داشته است. این سیستم با تعیین میزان شدت درجه بیماری هیاتیت B گامی در جهت یک تشخیص دقیقتر و کاملتر برداشته و به عنوان یک دستیار متخصصین کبد و یا کمک آموزش برای دانشجویان پزشکی، کاربرد دارد. سالانه صدها هزار انسان جان خود را به دلیل عدم تعیین درست شدت بیماری هیاتیت B از دست می دهند امیداست با طراحی این سیستم گامی در جهت نجات جان انسانها برداشته شده باشد.