KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

DOI: https://doi.org/10.32441/kjps.02.02.p22

خوارزمية مهجنة بين الشبكة المناعية الاصطناعية وتقنيةANFIS مع التطبيق

أ.م.د.عمر صابر قاسم م.م. اسراء رستم الخياط
كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.
[1] omarsaber79.os@gmail.com, [2]israaru.alkhayyat@gmail.com

الملخص

تم في هذا البحث تطوير إحدى خوارزميات الذكاء المناعي الاصطناعي وتحديدا الشبكة المناعية الاصطناعية (Artificial Immune Network) باستخدام تقنية نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) والتي يرمز لها اختصارا ANFIS وذلك من خلال استخدام الذاكرة المناعية (Immune Memory)الناتجة من الشبكة المناعية كمدخلات لتقنية ANFIS لأجل زيادة فرصة تدريب نموذج يعتمد على أسلوب محاكاة أنماط البيانات, إذ أن الذاكرة المناعية الناتجة من الشبكة المناعية تقوم بعمل نسخ للبيانات بخصائص مشابهة للبيانات الأصلية, وقد أثبتت الخوارزمية المقترحة أنها ذات نتائج أفضل وأكفئ في التعرف على الأنماط مقارنة مع النظام المناعي الاصطناعي الاعتيادي.

الكلمات الدالة: الشبكة المناعية الاصطناعية, نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي.

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

A Hybrid Algorithm Between the Artificial Immunological Network and the ANFIS Technique with Application

Omar S.Kasim[1] **Israa Ru.Alkhayyat[2]**
[1,2] **College of Computer Science & Mathematics, Mosul University, Mosul, Iraq.**
[1] **omarsaber79.os@gmail.com,[2]israaru.alkhayyat@gmail.com**

ABSTRACT

In this research, we have taken one of the artificial immune intelligence algorithms, namely the Artificial Immune Network, was developed using the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) by using the Immune Memory, The immunological network as an input to ANFIS technology to increase the chance of training a model based on the pattern of simulation of data patterns, as the immune memory resulting from the immunological network makes copies of data with characteristics similar to the original data. The proposed algorithm proved to have better and more efficient results rack on the patterns compared with the usual artificial immune system.

Keywords: Artificial Immune Network, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System.

1. المقدمة Introduction

النظر إلى المستقبل البعيد قد يكون من اختصاص كتاب الخيال العلمي أما النظر إلى ما سيأتي بعد سنوات فهو توقع يدعمه الكثير إلى ما توصلنا إليه في مجالات البحث العلمي بشكل عام وبحوث الذكاء الاصطناعي بشكل خاص. إذ تعد تقنيات الذكاء الاصطناعي بإمكاناتها المذهلة وتطبيقاتها الواسعة في مختلف جوانب الحياة الأثر الواضح في خدمة العلوم المختلفة بكافة تخصصاته بما فيها التعرف على الأنماط.

ومن هذا المنطلق أصبحت هذه التقنيات مفتاح التطور الأساس لما تمتلكه من ميزات معالجة ولأسلوب بناءها المتوازي, إذ تم بناء نظام خبير يستطيع إن يصنف البيانات اعتمادا على معلومات المعطاة وأدلة العلمية المعتمدة وهذا يتطلب تعاونا كبير بين علماء الذكاء الاصطناعي وعلماء العلوم المختلفة. فالعلم لم يعد مقتصراً على الوسائل الكلاسيكية بل أمتد وتطور في الكثير من الدول المتقدمة وأصبح يعتمد بشكل كبير على تكنولوجيا المعلومات ووسائل الاتصالات لتصنيف الكثير من الحالات.

إذ تم في هذا البحث دراسة إحدى احدث تقنيات الذكاء الاصطناعي وهي الشبكة المناعية الاصطناعية والتي تعتمد في عملها بشكل أساسي على مفهوم الذاكرة المناعية مع تقنية نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي, وذلك

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

من خلال اخذ الصفات الايجابية لكلا التقنيتين لبناء نظام مهجن بين التقنيتين للتعرف على أنماط البيانات النباتية وتحديدا بيانات نبات زهرة السوسن والمعروفة بالاسم اللاتيني Iris .

حيث أثبتت التقنية المقترحة أنها ذات نتائج أفضل وأكفأ في التعرف على أنماط البيانات وتحديد نوع كل حالة وذلك من خلال مقارنة نتائج كل من التقنية المقترحة مع تقنية الشبكة المناعية الاصطناعية في التعرف على أنماط نبات زهرة السوسنIris وذلك بالاعتماد على عاملي الزمن(Time) ونسبة متوسط معدل مربع الخطأ(Mean Square Error) والذي من خلالهما يتم حساب كفاءة الطريقة المقترحة بالنسبة لطريقة الشبكة المناعية الاصطناعية.

2.الدراسات السابقة The Previous Studies

تعد الأنظمة المهجنة فرع من فروع الذكاء الاصطناعي والذي يعتمد في عمله على دمج تقنتين أو أكثر حسب طبيعة المسالة المراد حلها, إذ قدمت العديد من الدراسات في هذا المجال نستعرض بعضا منها.

في عام(2005) قدم كل من(Kemal Polat, Seral Şahan, Halife Kodazand Salih Güneş) بحثاً وظفا فيه استخدام خوارزميات النظام المناعي الاصطناعي مع المنطق المضبب في تصنيف الصور الرقمية[13].

وفي عام (2007) قدم كل (Salam A.Ismaeel, Ahmed M.Hassan, and Ali Farouq) دراسة تضمنت نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي على منظومة الملاحة حيث تم اخذ الصفات كلا من منظومة تحديد الموقع العالمي ومنظومة الملاحة بعزم القصور الذاتي ذوات الخواص المتناقضة فيما بينهما من اجل الحصول على منظومة متكاملة في عملها للحصول على ملاحة دقيقة في سرعة إعطاء المعلومة إذ يجب أن تحل قبل إعطاء أي تكامل بينهما[5].

وفي عام (2010) قدم الباحث (Ibrahim F.Jasim) دراسة تضمنت استخدام نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي لمثبتات أنظمة القدرة إذ تم استخدام الدوائر المتكيفة للحصول على مثبت أنظمة قدرة يمكن هذا للنظام تجنب الصفات السلبية كلا من التقنيتين المنطق المضبب والشبكات العصبية الاصطناعية[6]. وفي عام (2015) قدم كل من الباحثين (Mahmoud Reza Saybani1, Shahaboddin Shamshirband, Shahram Golzari, Teh Ying Wah, Aghabozorgi Saeed, Miss Laiha Mat Kiah,Valentina Emilia Balas) بحثا لتشخيص مرض السل من خلال نظام طبي خبير يعتمد على النظام المناعي الاصطناعي وتضمنت هذه الدراسة 175 عينة منها 114 عينة للذين كانوا مصابين بمرض السل و 61 للذين لم يصابوا بالمرض[14].

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

3.التعرف على الأنماط Pattern Recognition

يعد نظام التعرف على الأنماط أو تمييز الأنماط هو علم وصف (تمييز) أو تصنيف المعايير, إذ يعرف النمط(Pattern) بأنه أي شيء(Object) يمتلك عدة صفات, كما تعرف صفة النمط (Pattern Feature) بأنها مجموعة من المعايير التي يمتلكها ذلك النمط (كاللون,التردد...الخ)[12].

يتم التعرف على الأنماط من خلال تقسيم البيانات إلى مجموعات معينة مبنية على صفات موحدة تعرف بصنف النمط (Pattern Class)ويفترض بالأصناف (Classes) أن تعطي تصنيف جميع أنماط البيانات المطلوب التعرف عليها, وذلك من خلال الحد الفاصل (Decision Boundary) المحيط بمنطقة التصنيف[19].

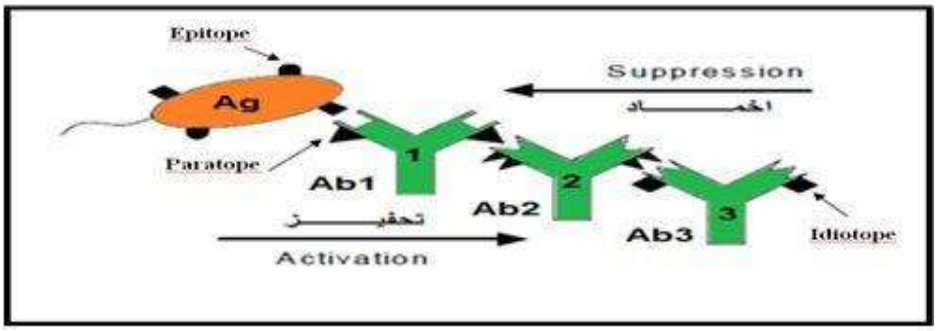
4. النظام المناعي الاصطناعي Artificial Immune System

تعد تقنية الأنظمة المناعية الاصطناعية (Artificial Immune Systems) والتي تكتب اختصارا (AIS) من أهم أصناف علوم الحاسوب الحديثة في مجال علم الذكاء الاصطناعي والتي يتم من خلالها محاكاة النظام المناعة الطبيعي إذ تعتمد هذه التقنية على مبادئ وعمليات مستوحاة من آليات العمل الطبيعية التي يقوم بها النظام المناعي في جسم الإنسان[4][21].

تم في هذا البحث التطرق إلى إحدى هذه التقنيات وهي الشبكة المناعية الاصطناعية والمستوحاة من نظرية الشبكة المناعية الطبيعية (Idiotypic) إذ تعتمد في عملها على الخلايا المناعية نوع B-Cell التي يحفزها النمط الغريب (المستضدAg) لتكون شبكة مترابطة من الأجسام المضادةAb والتي من خلالها يتم التعرف على النمط الغريبAg ويتم ذلك من خلال مرحلتين:

الأولى: تحفيز الشبكة (Activation Network): إذ يتم ربط مستقبل الجسم المضاد(Paratope) مع مستقبل المستضد (Epitope) بقوة اتصال معينة تعرف بقوة التطابق(Matching).

الثانية: إخماد الشبكة(Suppression Network): يتم ربط مستقبل جسم مضاد(Idiotope) مع مستقبل جسم مضاد آخر(Idiotope),وبذلك فأن الجسم المضاد2Ab يمتلك صورة ذاكرة داخلية(Internal Memory Image)عن الجسم المضاد1Ab[15].الموضحة في الشكل الأتي:



الشكل(1): يوضح آلية عمل نظرية الشبكة المناعية.

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

5. معمارية الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN)

اقترحت خوارزمية AIN من قبل (De Castro and Von Zuben) عام 2001, إذ تتكون من الخطوات الآتية: [1]

الخطوة الأولى: التهيئة(Initialization): إنشاء مجتمع ابتدائي عشوائي من مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادةAb), ولتكن M تمثل الذاكرة المناعية (Memory Immune), M=Ø.

الخطوة الثانية: التمثيل (Representation): لكل نمط غريب مدخل (i) الذي يمثل (المستضد Ag) الاستمرار في إجراء الخطوات الآتية :

- الاختيار النسيلي(Clonal Selection): لكل نمط غريب مدخل (المستضدAg) يتم إيجاد درجة صلته(Affinity Degree) مع مجموعة الكاشفات (الاجسام المضادة Ab) ويتم ذلك من خلال تطبيق إحدى دوال درجة الصلة فمثلاً تطبيق دالة المسافة الاقليدية.
- يتم اختيار (n) من الكاشفات (الأجسام المضادةAb) التي تمتلك درجة الصلة عالية (High Affinity) مع النمط الغريب (المستضد Ag)ويتم استنساخها(Clone) بشكل يتناسب مع صلتها (أي التي تملك صلة عالية لها نسبة اختيار اكبر) أي أن عدد النسخ يتناسب طردياً مع مقدار درجة الصلة.
- تغير الصلة (Affinity Mutation): يتم تطبيق عملية الطفرة (التغير) إذ يتم تغير نسخ الكاشفات(الأجسام المضادة Ab) بصورة تتناسب عكسيا مع درجة صلته أي التي تمتلك أعلى مقدار للصلة تكون نسبة التغير صغيرة والعكس بالعكس.
- يتم حساب درجة صلة مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادة Ab) المحسنة مع النمط الغريب المدخل (المستضدAg) (i), ويتم اضافتها إلى مجموعة الذاكرة المناعية.
- الموت الطبيعي (Natural Death): إزالة مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادةAb) المحسنة التي لها درجة صلة أقل من حد العتبة (Pruning Threshold) مع النمط الغريب (المستضدAg) وتكتب اختصارا (tp).
- الإخماد النسيلي(Clonal Suppression): حساب درجة الصلة بين مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادة Ab) المحسنة (Ab-Ab) وإزالة منها مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادة Ab) التي لها درجة صلة أقل من حد العتبة الإخماد(Suppression Threshold) وتكتب اختصارا (ts).
- دمج مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادةAb) المتبقية من الذاكرة مع مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادةAb) للشبكة.

الخطوة الثالثة:إخماد الشبكة (Network Suppression) : حدد درجة الصلة بين مجموعة الكاشفات (الأجسام المضادة Ab) للشبكة وإزالة الكاشفات (الأجسام المضادة) التي لها درجة صلة بالبقية أقل من عتبة الإخماد (ts).

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

الخطـــوة الرابعـــة: اســتبدال الكاشــفات (الأجســام المضــادةAb) التــي تكــون درجــة صــلتهم قليلــة بــآخرين يــتم توليدهم بشكل عشوائي .

الخطوة الخامسة: تكرار الخطوات من (2-4) إلى أن يتحقق مقياس التوقف.

6. نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

هو نظام حاسوبي ذكي يعتمد في عمله على تهجين بين تقنيتين المنطق المضبب والشبكات العصبية الاصطناعية, ويتم ذلك من خلال اخذ الصفات الايجابية لكلا التقنيتين و التغلب على الصفات السلبية من اجل تصميم نظام ذو كفاءة أعلى لمعالجة البيانات واتخاذ القرار, إذ تعتمد كلا التقنيتين في عملهما على محاكاة آلية معالجة المعلومات بطريقة أكثر شبهاً للعقل البشري. فإذا دمجت كلا التقنيتين باعتبار أن احدهما مكمل للأخر تتحقق نتائج أفضل مما لو طبقت لوحدها[5][8].

1.6المنطق المضبب Fuzzy Logic

إن منطق الغموض لا يعني التفكير المضبب بل هو أسلوب لمعالجة حالات الغموض واللادقة في حياتنا إذ تعد نظرية المنطق المضبب توسيع للمنطق التقليدي والتي اقترحها العالم لطفي زاده من جامعة كاليفورنيا عام 1965. والتي تعتمد في عملها على المجموعة المضببة(Fuzzy Set)التي تتميز عن المجموعة الاعتيادية(Ordinary Set) وتسمى أيضا المجموعة الهشة(Crisp Set) بان حدودها مرنة وليست قطعية ولا يمكن تعريف حدودها بشكل دقيق, إذ يمكن تمثيل ذلك بالفرضية الآتية لنفترض لدينا عنصر ما ولنتعرف على درجة انتماء ذلك العنصر للمجموعة الاعتيادية فان ذلك العنصر قد ينتمي أو لا ينتمي لمجموعة ويمكن تمثيلها بالمعادلة الآتية:

$$M_A(x) = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow \quad x \in A \\ 0 & \Leftrightarrow \quad x \notin A \end{cases} \qquad \dots (1)$$

أما في المنطق المضبب يكون للعنصر له انتماء جزئي ودرجة انتماءه يطلق عليها درجة العضوية وتكون درجة عضوية مجموعة جزئية من مجموعة شاملة. فلو كانت X تمثل المجموعة الشاملة (Universal Set) فان المجموعة المضببةA من X هي عبارة عن مجموعة الأزواج المرتبة(Ordered Pairs) والموضحة بالشكل الأتي[9][11]:

$$A=\{x, M_A(x)\} \qquad \dots(2)$$

حيث أن:
x:هو عنصر في المجموعة X.
$M_A(x)$: تمثل درجة العضوية العنصر x في A .
ودرجة العضوية $M_A(x)$ تقع بين 0 و 1.

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

بما أن مفهوم المنطق المضبب يعتمد بشكل أساسي على مبدأ انه لايوجد انتماء كلي للمجموعات، فهناك ثمة انتماء أو انتمـاء جزئـي بمسـتوى يتحـدد مـن خـلال معالجـة المعلومـات وقـد أطلـق علـى هـذه المسـتويات دالـة العضوية(Membership Function) التي يتم من خلالها تحديد نسبة الانتماء إلى خصائص المجموعة,وان هذه الدالة يقع مداها بين الصفر والواحد كما أن لها أشكالاً متعددة منها[7]:

1) دالة كاوس(Gaussian Function):

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad \ldots\ldots(3)$$

إذ تمثل c وσتمثلان على التوالي الرأس العلوي للشكل وبعد الأطراف عن مركز الشكل.

2) دالة العضوية ذات الشكل المثلثي(Triangular Function):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \le a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & a \le x \le b \\ \dfrac{c-x}{c-b} & b \le x \le c \\ 0 & c \le x \end{cases} \quad \ldots..(4)$$

حيث أن a وb وc هي معلمات الدالة,a وc تمثلان قوائم الدالة المثلثية وقيمة b تمثل رأس المثلث.

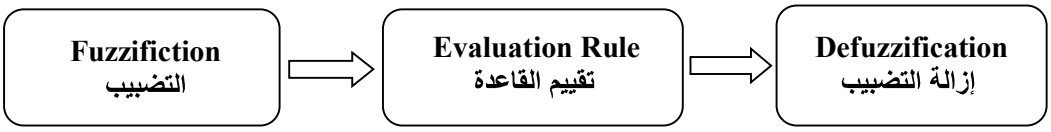
3) دالة العضويه ذات الشكل شبه المنحرف(Trapezoidal Function):

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \le a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & a \le x \le b \\ 1 & b \le x \le c \\ \dfrac{d-x}{d-c} & c \le x \le d \\ 0 & d \le x \end{cases} \quad \ldots.(5)$$

حيث أن كل من a وb وc وd هي معلمات للدالة وأن a وd تمثلان الرؤوس السفلى للشكل في حينb وc تمثلان الرؤوس العليا.

إن أهم ما يميز النظام المضبب هو قدرته على التعامل مع البيانات اللغوية والتي تختلف عن البيانات الرياضية بأنها تأخذ من الكلمات كقيم للإدخال البيانات للنظام المضبب وهذا مايميزه عن الأنظمة الذكائية الأخرى التي تتعامل مع الأرقام كقيم للإدخال. ولتصميم أي نموذج مضبب لابد من أن يمر بالمراحل المعالجة الموضحة بالمخطط الأتي*[18]*:

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org



2.6 أنظمة الاستدلال المضببة Fuzzy Inference System

إن نظام الاستدلال المضبب بشكل عام هو أسلوب الذي يستخدم التفكير المضبب لتحويل فضاء الإدخال إلى فضاء الناتج بالاعتماد على قاعدة (If…Then), إذ يوجد نوعان من أنظمة الاستدلال المضببة الأساسية لأجل عمل القواعد المضببة لاتخاذ القرار المناسب في معالجة البيانات:

1) نظام الاستدلال الضبابي مامداني Mamdani.

2) نظام الاستدلال الضبابي تاكاجي–سوجينو Takagi-Sugeno.

يعد نظام الاستدلال من نوع مامداني من أكثر الأنظمة انتشارا وملائم لكثير من الإدخالات البشرية,إذ يستخدم أسلوب عكس التضبيب (Defuzzification) على المجموعة المضببة الناتجة من حاصل جمع المجموعات المضببة لكل قاعدة في جزء تابع (Consequent),إذ يتم تمثيل الإخراج فيه بشكل مجاميع مضببة بالاعتماد على قاعدة (If…Then) ويمكن توضيح ذلك بالصيغة الآتية:

يعد نظام الاستدلال من نوع مامداني من أكثر الأنظمة انتشارا وملائم لكثير من الإدخالات البشرية,إذ يستخدم أسلوب عكس التضبيب (Defuzzification) على المجموعة المضببة الناتجة من حاصل جمع المجموعات المضببة لكل قاعدة في جزء تابع (Consequent),إذ يتم تمثيل الإخراج فيه بشكل مجاميع مضببة بالاعتماد على قاعدة (If…Then) ويمكن توضيح ذلك بالصيغة الآتية:

$$R_i : IF\ x\ is\ A_i\ THEN\ \ y\ is\ B_i \qquad i = 1, 2, \ldots\ldots, K$$

A_i: تمثل معلمات الأسبقية(Antecedent).

B_i: تمثل مجموعة النواتج التابعة(Consequent).

أما نظام الاستدلال من نوع تاكاجي_سوجينو يقوم هذا النظام بتوليد القواعد المضببة بالاعتماد على نوع بيانات الإدخال والإخراج وأما الناتج (Y) فيحسب بأخذ معدل الأوزان للقواعد, إذ يتم تمثيل الاخراج فيه بشكل قيم ثابتة ويمكن توضيح ذلك كما يأتي[20][18][10]:

$$R_i: IF\ x\ is\ A_i\ \ THEN\ \ Y_i\ =\ a_i^T x + b_i \qquad i = 1, 2, \ldots\ldots, K$$

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

a_i: متجه معلمات التابع, b_i: مقياس تعديل.

كما أن المعدل الموزون للقواعد يحسب من خلال المعادلة الآتية :

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^{K} \beta_i(x) y_i}{\sum_{i=1}^{K} \beta_i(x)} = \frac{\sum_{i=1}^{K} \beta_i(x)(a_i^T x + b_i)}{\sum_{i=1}^{K} \beta_i(x)} \quad \dots (6)$$

$\beta_i(x)$: تمثل دالة العضوية.

وكحالة خاصة عندما يكون من الرتبة صفر (Zero-Order Polynomials) فان التابع يكون بالشكل الآتي:

$$Ri: IF\ x\ is\ A_i\ \ THEN\ \ Y = \ b_i \qquad i = 1, 2, \dots . k$$

7. معمارية نظام الاستدلال الضبابي التكيفي (ANFIS)

تتكون معمارية هذا النظام من خمسة طبقات, والتي تعتمد على التهجين بشكل أساسي لتمثيل معلمات أنظمة الاستدلال من نوع (تاكاجي-سوجينو Takagi-Sugeno), إن أهم الصفات التي يمتلكها نظام المنطق المضبب انه يعتمد على قواعد لغوية (If… Then) لذلك فهو يحتاج إلى أن تكون بيانات التدريب متغيرات لغوية لذلك فان النظام يوصف بشكل لغوي.

أما ما يميز الشبكات العصبية الاصطناعية فإنها تملك أمثلة تدريب كافية بدون معرفة البيانات المدخلة, وتتم عملية معالجة المعلومات من خلال استخدام طريقتي المربعات الصغرى (LS)بالاتجاه الأمامي وتطبيق شبكة الانتشار الخلفي (BP) بالاتجاه العكسي وهذا النظام بأكمله يسمى معمارية نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي(ANFIS)[17] .

الطبقة الأولى :تسمى طبقة التضبيب(Fuzzification layer), إذ يتم فيها تضبيب المدخلات من خلال دوال العضوية والموضحة بالمعادلة الآتية:

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \dots (7)$$

$\mu_{A_i}(x)$: تمثل دالة العضوية.

O_i^1: الإخراج للطبقة الأولى.

الطبقة الثانية : تمثل طبقة القواعد (Rules), إذ أن كل خلية عصبية في هذه الطبقة تقابل قاعدة مضببة وحيدة من نوع تاكاجي–سوجينو, وكل خلية قاعدة تستلم الإدخالات من خلايا التضبيب وتحسب قوة إثارة القاعدة (Firing Strength) التي تمثلها.في تقنية (ANFIS), ارتباط أسبقيات القاعدة يقدر من خلال حاصل الضرب (Product),وحساب ناتج الخلية العصبية (i) في الطبقة الثانية يتم من خلال المعادلة الآتية:

$$O_i^2 = w_i = \Pi \mu_{A_i}(x) \dots (8)$$

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

الطبقة الثالثة :الخلية العصبية فهذه الطبقة تستلم الإدخالات من كل الخلايا العصبية في طبقة القاعدة،إذ يتم فيها إجراء عملية التطبيع (Normalization) على الخلايا العصبية لحساب قوة الإثارة. كما أن حساب ناتج الخلية العصبية (i) في الطبقة الثالثة يتم من خلال المعادلة الآتية:

$$O_i^3 = \overline{w_i} = \frac{w_i}{\sum w_i} \dots (9)$$

الطبقة الرابعة : تتم في هذه الطبقة عملية عكس التضبيب (Defuzzification), إذ أن كل خلية عصبية في هذه الطبقة تتصل بخلية التطبيع الخاصة وأيضا تستلم الإدخالات الأولية (Initial Inputs) مثل (x1 and x2).

إن كل خلية في هذه الطبقة تحسب قيمة الإخراج للقاعدة المستند على معلمات التوابع:

$$O_i^4 = y_i = \overline{w_i} f_i = \overline{w_i}(p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad \dots (10)$$

حيث تمثل p_i و q_i و r_i معلمات التوابع للقاعدة (i).

الطبقة الخامسة: تتكون من خلية عصبية وحيدة تمثل حاصل جمع النواتج للخلايا العصبية في الطبقة السابقة (طبقة عكس التضبيب), ويتم من خلالها حساب الإخراج النهائي لنظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي(ANFIS)[2].

$$O_i^5 = \sum_i y_i = \sum_i \overline{w_i} f_i = \sum_i \overline{w_i}(p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \dots (11)$$

8.الخوارزمية المقترحة (AIN_ANFIS)

الخوارزمية المقترحة تتألف من مرحلتين أساسيتين من مراحل معالجة البيانات, إذ يتم في المرحلة الأولى استخدام تقنية الشبكة المناعية الاصطناعية من اجل الحصول على أنماط بيانات كافية (حالات جديدة) من خلال اعتماد مفهوم مصفوفة الخزن في الشبكة المناعية والتي تحاكي البيانات الأصلية من خلال الصفات الموجودة في هذه البيانات, إذ إن الآلية التي يعتمدها النظام المناعي الاصطناعي (AIS) في تكوين مصفوفة الذاكرة (M) يساهم بشكل مباشر في إيجاد حالات جديدة بالاعتماد على دراسة سلوك الحالات المدخلة بشكل أنماط بيانات التدريب, إلا أن هذه الزيادة في عدد الحالات قد تحتاج إلى وقت اكبر في عملية التصنيف المتبعة في الشبكة المناعية الاعتيادية من خلال سلوك المقارنة بين النمط المدخل والأنماط المخزونة في مصفوفة الذاكرة, لذلك تم تطبيق تقنية (ANFIS) في المرحلة الثانية لأجل تصنيف بيانات الاختبار بدلا من استخدام عملية المقارنة المتبعة في الشبكة المناعية الاعتيادية, حيث أن الخطوات الآتية تبين آلية عمل الخوارزمية المقترحة (AIN_ANFIS) في هذه الدراسة:

1- تهيئة أنماط بيانات الإدخال بشكل مصفوفة (X) صفوفها تمثل عدد الحالات للبيانات وأعمدتها تمثل عدد الميزات التي تم قياسها في كل من هذه الحالات.

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

2- تقسيم أنماط بيانات الإدخال إلى مجموعتين أساسيتين، تمثل الأولى مجموعة أنماط بيانات التدريب(x_{Train}) ويكون عددها (70%) من البيانات في حين تمثل المجموعة الثانية بيانات الاختبار (x_{Test}) ويكون عددها (30%)من البيانات، أي بواقع ثلثين بالمئة من الحالات للتدريب وثلث منها للاختبار.

3- استخدام مجموعة بيانات التدريب (x_{Train}) في النظام المناعي لبناء مصفوفة الخزن (Memory Matrix) وذلك من خلال تطبيق مفاهيم الشبكة المناعية الاصطناعية.

4- استخدام مصفوفة الخزن (Memory Matrix) الناتجة من الشبكة المناعية كمجموعة بيانات تستخدم في تدريب نموذج (ANFIS).

5- استخدام تقنية(ANFIS) في تصنيف حالات الاختبار، بعد أن يتم تدريبها باستخدام البيانات الناتجة من مصفوفة الخزن.

6- مقارنة نتائج مجموعة بيانات الاختبار (x_{Test})مع النتائج الحقيقية، بعد تطبيقها على الخوارزمية المقترحة لمعرفة مدى كفاءتها.

9.تطبيق الخوارزمية المقترحة على بيانات (Iris)

تم تطبيق الخوارزمية المقترحة على بيانات زهرة السوسن(Iris) والمأخوذة من موقع البيانات العالمي (UCI Machine Learning Repository)، حيث أن عدد الحالات للبيانات هي 150 حالة والتي تصنف إلى ثلاث أنواع (النوع الأول يسمى Setosa, والنوع الثاني يسمى Versicolor أما النوع الأخير فيكون من نوع Virginica) حيث يتوزع عددها بنسبة 50 حالة لكل صنف.

Iris_Virginica Iris_Vericolor Iris_Setosa

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

إن مجموعة معلومات زهرة السوسن أو آيريس أو آيريس فيشر قدمت من قبل الخبير الإحصائي والإحيائي البريطاني رونالد فيشر عام 1935 إذ عرفت البيانات باسمه (Fisher Iris Data) ومن خلال دراسته لأنواع الثلاث إذ تتكون البيانات من قراءات تمثل مقياسي الطول والعرض للأوراق التويجية (Petal) وكذلك مقياسي الطول والعرض للأوراق الكاسية(Sepal)[3].

إن الخوارزمية المقترحة نموذجا حاسوبيا يعتمد مبادئ علم الأنظمة الذكائية القادرة على معالجة البيانات بإسلوب يحاكي الأنظمة الحيوية الطبيعية، حيث تم في هذه الخوارزمية المقترحة تطوير تقنية الشبكة المناعية الاصطناعية وذلك من خلال تقنية (ANFIS)، من اجل الحصول على طريقة قادرة على تصنيف البيانات بأسلوب أكثر ايجابية من حيث تقليل نسبة الخطأ والوقت المستغرق في معالجة البيانات.

لقد تم تطبيق الخوارزمية المقترحة (AIN_ANFIS) على بيانات الاختبار (Test Data) الخاصة بزهرة السوسن والمعروفة بالاسم العلمي اللاتيني (Iris) ومقارنتها مع الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) القياسية، وتم الاعتماد على عدد من المقاييس منها مقياس الزمن (Time) بالثواني (Seconds) ومقياس متوسط مربع الخطأ (Mean Square Error) والذي يكتب اختصارا (MSE)، حيث يتم حسابه بالشكل الآتي:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - Actual_i)^2 \qquad \dots\dots\dots (12)$$

حيث أن:
N: عدد الحالات.
t_i: يمثل الإخراج المطلوب (Target Output) للبيانات.
$Actual_i$: يمثل الإخراج الحقيقي (Actual Output) للشبكة.

الجدول (1): مقارنة بين الشبكة المناعية الاعتيادية (AIN) والخوارزمية المقترحة (AIN_ANFIS) في تصنيف أوراق نبات السوسنIris

نوع التقنية المستخدمة *(Type of Technique)*	معدل مربع الخطأ *(MSE)*	الزمن بالثانية *(Time)*	مقياس الكفاءة *(EFF)*
الشبكة المناعية المهجنة (AIN_ANFIS)	0.01944	18.54	2.7723
الشبكة المناعية الاعتيادية (AIN)	0.44444	324.64	0.0406

KJPS Al-Kitab Journal for Pure Science
Vol.2 (2), ISSN: 2617-1260 (print), 2617-8141(online)
www.kjps.isnra.org

نلاحظ من خلال الجدول(1) أن الطريقة المقترحة (AIN_ANFIS) باستخدام الشبكة المناعية (AIN) وتقنية (ANFIS) أعطت نتائج أفضل من الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) القياسية في تصنيف بيانات (Iris), وذلك من خلال مقياس معدل مربع الخطأ (MSE).

كما نلاحظ أن الزمن المستغرق في معالجة أنماط بيانات باستخدام التقنية المقترحة (AIN_ANFIS) هو أقل من الزمن المستغرق في معالجة البيانات باستخدام الشبكة المناعية الاصطناعية(AIN)القياسية, ومن خلال ذلك يمكن التأكيد بان التقنية المقترحة (AIN_ANFIS)هي الأفضل في تصنيف أنماط بيانات (Iris), من الشبكة المناعية الاصطناعية القياسية. إذ تم حساب مقياس الكفاءة (Efficiency Scale) والذي يكتب اختصارا (EFF) ويمثل المحصلة النهائية لكل من عاملي الزمن(Time) ومتوسط مربع الخطأ(MSE), حيث يتم احتسابه بالشكل الآتي[16].

$$EFF = 1/(MSE * Time) \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

10.الاستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations

تضمنت هذه الدراسة خوارزمية مقترحة بين كل من الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN)الاعتيادية وتقنية(ANFIS) واستخدامها في تصنيف بيانات زهرة السوسن (Iris). ومن خلال التطبيق العملي تبين بان نسبة التصنيف للخوارزمية المقترحة(AIN_ANFIS) تفوق نسبة التصنيف في خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية(AIN)القياسية وذلك من خلال مؤشر متوسط مربع الخطأ (MSE)، كما أن الزمن (Time) المستغرق في انجاز الخوارزمية المقترحة اقل نسبيا بكثير من الزمن المستغرق في انجاز خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية، مما يدل على كفاءة الخوارزمية المقترحة(AIN_ANFIS) مقارنة بالخوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية الاعتيادية.

كما نوصي بدراسة تطوير الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) باستخدام التقنيات الذكائية الأخرى وعمليات تحسينها من خلال عملية التهجين، لتطوير آلية تصنيف الأنماط المختلفة من البيانات ومنها (Iris)، كما يمكن اعتماد الطريقة المقترحة في تصنيف الحالات للبيانات المختلفة بدلا من الطريقة الاعتيادية التي تستغرق وقتا طويلا في اختبار الأنماط من خلال مقارنتها مع الأنماط الموجودة في مصفوفة الخزن (Memory Matrix).

References المصادر

[1]الخياط, إسراء رستم محمد, (2013), "**ملاءمة نموذج لنظام مناعي حاسوبي مهجّن في التشخيص الطبي**", رسالة ماجستير غير منشورة, كلية علوم الحاسوب والرياضيات, جامعة الموصل.

[2] قاسم, عمر صابر,(2010)"**تطبيق التقنيات الذكائية في المعلوماتية الحياتية** " اطروحة دكتوراه, غير منشورة, كلية علوم الحاسوب والرياضيات, جامعة الموصل.

[3] ويكيبيديا الموسوعة الحرة,(2017), على الرابط
https://en.wikipedia.org/wiki/Iris_flower_data_set.

[4] Ertel Wolfgang,(2011),**" Introduction to Artificial Intelligence"**, Translated by Nathanael Black With illustrations by Florian Mast, Springer-Verlag London Limited 2011, www.springer.com /series/7592.

[5] Ismaeel Salam A., Ahmed M.Hassan, and Ali Farouq,(2007),"**ADAPTIVE FUZZY SYSTEM FOR GPS DATA PREDICTION** ",IJCCCE, VOL.7, NO.2.

[6] Jasim Ibrahim F.,(2010)," Fuzzy Neural Design of Power Systems Stabilizers", Journal of Kerbala University , Vol. 8 No.1 Scientific.

[7] klir George J. and Yuan Bo,(1995),"FUZZY SETS AND FUZZY LOGIC" Theory and Applications,ISBN 0-13-101171.

[8] Klir George J.,(2006), "UNCERTAINTY AND INFORMATION" Foundations of Generalized Information Theory, ISBN-13:978-0-471-74867-0 ,ISBN-10:0-471-74867-6, Printed in the United States of America 10987654321.

[9] Konar A., (2000), **" Artificial Intelligence and Soft Computing Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain"**, Department of Electronics and Tele-communication Engineering Jadavpur University, Calcutta, India, © by CRC Press LLC.

[10] Majeed Rasha Ilham,(2009)," Design and FPGA Implementation of Takagi- Sugeno Fuzzy Controller Based on LUTs", Al-Rafidain Engineering Vol.18 No.6 December 2010.

[11] Negnevitsky M., (2005), **" Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems"**, Second Edition ,ISBN 0321204662.

[12]Obinata G. and Dutta A., (2007), **" Vision Systems: Segmentation and Pattern Recognition"**, ISBN 978-3-902613-05-9.

[13] Polat K. ,Sahan S.,Kodaz H. and Güneş S., (2005), **" Outdoor Image Classification Using Artificial Immune Recognition System (AIRS) with Performance Evaluation by Fuzzy Resource Allocation Mechanism"**, A. Gagalowicz and W. Philips (Eds.): CAIP, LNCS 3691, pp. 81 – 87, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg .

[14] Saybani1 Mahmoud Reza, Shamshirb and Shahaboddin, Golzari Shahram, WahTeh Ying, Saeed Aghabozorgi, Kiah Miss Laiha Mat, and Balas Valentina Emilia,(2015**),"RAIRS2 a new expert system for diagnosing tuberculosis with real-world**

tournament selection mechanism inside artificial immune recognition system" DOI 10./1007/s11517_015_1323_6,springer.

[15] Slocket J., (2011), **" Dynamic Strategy Generation in computer games using Artificial Immune Systems"**, A Thesis presented to The University of Guelph In partial fulfilment of requirements for the degree of Master of Science in Computer Science.

[16] Steel R.G.D. and Torrie J.H., (1980), **"Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach"**, Mc Graw-Hill, Inc.

[17] Suliman Mohammed Yahya,(2016)," A Proposal Technique of High Impedance Fault Detection Using Adaptive Neuro- Fuzzy Logic Control",Eng.&Tech.Journal,vol.34,part(A),NO.11.

[18] Sumathi S. and Surekha p., (2010), **" Computational Intelligence Paradigms Theory and Applications Using MATLAB "**,by Taylor and Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business**.**

[19] Theodoridis S. and Koutroum K., (2010), " **Introduction to Pattern Recogition a Matlab Approach** ",www.elsevier.com/permissions.

[20] Ying Hao,(2000),"Fuzzy Control and Modeling" Anlytical Foundations and Application ISBN 0-7803-34973.

[21] Yang H., Guo J. and Deng F., (2011), " **Collaborative RFID Intrusion Detection with an Artificial Immune System**", J IntellInfSyst 36:1–26,DOI 10.1007/s10844-010-0118-3.