Hybridization of the Artificial Immune Network Using the Backpropagation Neural Network

Omar Saber Qasim *omar.saber@uomosul.edu.iq*

Israa Rustum Mohammed *israaru.alkhayyat@gmail.com*

College of Computer Science and Mathematics
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 27/09/2012 **Accepted on: 03/04/2013**

ABSTRACT

In this research building style simulation developed is applied in the field of pattern recognition medical patients osteoporosis through a process of integrating and hybridization between artificial immune network and back propagation neural network, where the focus was on the qualities positive and overcome the negative qualities possessed by each of these two technologies by building technology improved, have proven technical hybrid it with better results and high efficiency in the classification of cases patients osteoporosis compared with both artificial immune network (AIN) and back propagation neural network (BP).

Keywords: artificial neural network; artificial immune network; pattern recognition.

تهجين الشبكة المناعية الاصطناعية باستخدام شبكة إنتشار الخطأ خلفاً

عمر صابر قاسم **إسراء رستم محمد**

قسم الرياضيات

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ استلام البحث: 2012\09\27 **تاريخ قبول البحث: 2013\04\03**

الملخص

تم في هذا البحث بناء أسـلوب محاكاة متطور يتم تطبيقه في مجال التعرف على الأنماط الطبية لمرضـى وهن العظام وذلك من خلال إجراء عملية دمج وتهجين بين تقنيتي الشـبكة المناعية الاصـطناعية (Artificial Immune Network) وشـبكة انتشـار الخطأ خلفا (Error Back Propagation Neural Network), إذ تم التركيز على الصـفات الايجابية والتغلب على الصـفات السـلبية التي تمتلكها كل من هاتين التقنيتين من خلال بناء تقنية محسـنة, وقد أثبتت التقنية المهجنة أنها ذات نتائج أفضـل وبكفاءة عالية في تصـنيف حالات مرضـى وهن العظام مقارنة مع كل من تقنيتي الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) وشبكة انتشار الخطأ خلفا (BP).

الكلمات المفتاحية: الشبكة العصبية الاصطناعية; الشبكة المناعية الاصطناعية; تمييز الأنماط.

1- المقدمة

إن التقدم العلمي الذي تشهده العلوم الحديثة المختلفة في العديد من المجالات والتطبيقات وخصوصاً في مجال تقنيات علم الانظمة الذكائية غيرت من أسلوب الحياة والتعامل, وسهلت العديد من المسائل واليات الحصول على

المعلومات وتحليلها, وبالأخص في المجالات الطبية, إذ كان لها الأثر الواضح في حل العديد من المشكلات منها التعرف على الأنماط الطبية, اذ أولى الباحثون اهتماماً بالغاً لبناء نماذج رياضية يتم من خلالها محاكاة أسلوب الانظمة الحيوية في التعرّف على الأشياء, وذلك من خلال مجموعة من الحسابات الرياضية التي تعتمد أسلوب المعالجة المتوازية للبيانات. وتعد الانظمة المناعية الاصطناعية ((Artificial Immune Systems والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) احد مجالات علم الانظمة الذكائية التي تعمل على تمثيل عقل الانسان ونظامهُ المناعي من خلال شبكة من المعطيات الرقمية والتي يتم معالجتها بواسطة نماذج رياضية محددة [16].

إن الهدف من هذه الدراسة هو تقديم تقنية ذكائية مهجنة تعتمد على تقنيتي الشبكة المناعية الاصطناعية(Artificial Immune Network) وشبكة انتشار الخطأ خلفاً(Error Back Propagation Neural Network) وتكون قادرة للتعرف على الانماط الطبية وتحديدا مرض وهن العظام. إذ تمت مقارنة نتائج كل من التقنية المهجنة مع تقنيتي الشبكة المناعية الاصطناعية وشبكة انتشار الخطأ خلفاً في التعرف على مرضى وهن العظام عن طريق المفاضلة بين هذه التقنيات من خلال الاعتماد على معيار متوسط معدل مربع الخطأ (Mean Square Error) وكذلك عامل الزمن (Time).

2- الدراسات السابقة

لقد أولى العديد من الباحثين اهتماما كبيرا لتحسين التقنيات الذكائية وأساليب تطويرها والاستفادة من الخصوصية الايجابية لكل تقنية والتغلب على بعض سلبيات العمليات الحسابية الناتجة عن هذه التقنيات, اذ قدم في العام (2005) كل من (Polat K. ,Sahan S.,Kodaz H. and Güneş S.) بحثاً وظفا فيه استخدام خوارزميات النظام المناعي الاصطناعي مع المنطق المضبب في تصنيف الصور الرقمية, وفي العام (2007) قدم كل من الباحثين (Tsankova D. and Rangelova V.) بحثاً تضمن استخدام الشبكة المناعية الاصطناعية في تنبؤ نتائج جينات مرض السرطان وقد تضمنت الدراسة 58 عينة منها 32 من النوع القاتل و26 من النوع الذي يمكن شفاؤه.

في العام (2008) قدم كل من (Sanjib M. and Sarat K. P.) بحثا تم من خلاله تهجين النظام المناعي مع مجموعة من العمليات الجينية لغرض استخدامها في التنبؤ, كما تم تهجين النظام المناعي مع دالة الاساس الشعاعي وتطبيقها في السلاسل الزمنية من قبل كل من (Alexandrino J., Zanchettin C. and Filho E.) في العام (2009), وفي العام (2010) تمت دراسة السيطرة على المصعد من خلال النظام المناعي وطرق الامثلية العددية وذلك من قبل كل من (XuY., Luo F. and Lin X.), كما قدم في العام (2011) كل من (Nawi S., Abdalla A. and Ramli M.) بحثا وظفا فيه الأنظمة المناعية مع الخوارزمية الجينية في السيطرة على مستوى السائل في الخزان, وقدم كل من (GuoH.Y. and Li Z.L.) في العام (2012) دراسة تضمنت التعرف على الأضرار الإنشائية من خلال نظرية بيز والخوارزمية المناعية.

3-الأنظمة المناعية الاصطناعية والشبكات العصبية الاصطناعية

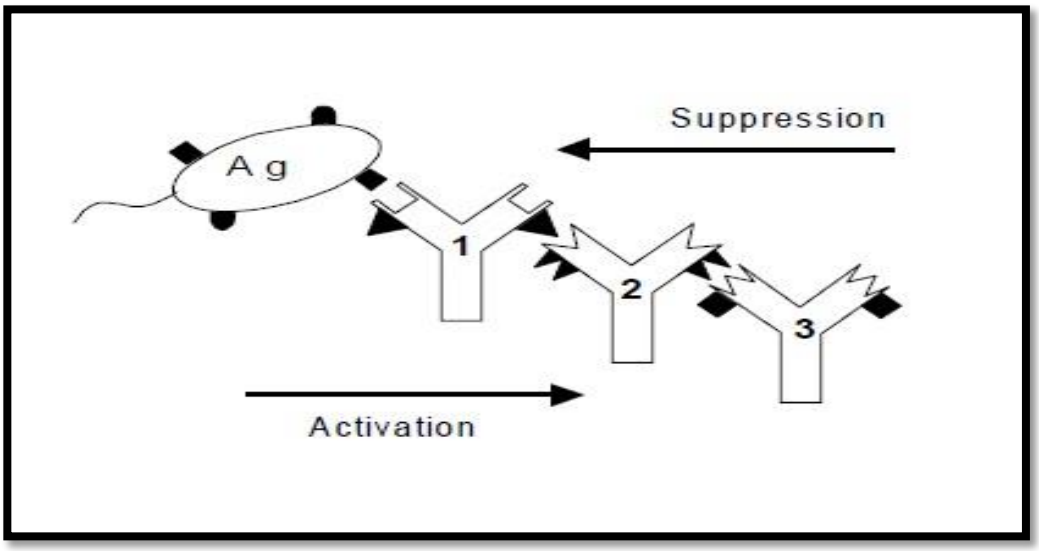
تعد تقنية الأنظمة المناعية الاصطناعية (Artificial Immune Systems) والتي تكتب اختصارا (AIS) وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network) والتي يطلق عليها اختصارا (ANN), من أهم أصناف علوم الحاسوب الحديثة في مجال علم الأنظمة الذكائية والتي يتم من خلالها محاكاة كل من نظام

المناعة الطبيعي والنظام العصبي الطبيعي, وتعتمد كل تقنية من هذه التقنيات على مبادئ وعمليات مستوحاة من آليات العمل الطبيعية التي يقوم بها جسم الانسان, اذ تتم آلية المحاكاة من خلال تراكيب ودوال رياضية مستندة على آلية المحاكاة لهذه الانظمة الحيوية [7][9] وقد حقق كل من الانظمة المناعية الاصطناعية والشبكات العصبية الاصطناعية من خلال التطبيق العديد من النجاحات في حقول مختلفة من العلوم مثل علم الرياضيات والهندسة وتقنية المعلومات, ويحتوي كل من الانظمة المناعية الاصطناعية والشبكات العصبية الاصطناعية على عدد من الخوارزميات التي تحاكي آليات العمل في جسم الإنسان, وسوف يتم التطرق إلى خوارزمية الشبكة المناعية (Immune Network Algorithm) مثال للانظمة المناعية الاصطناعية (AIS) وخوارزمية الأنتشار الخطأ خلفاً (Back Propagation Neural Network) مثالاً للشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs) [10].

4- الشبكة المناعية الاصطناعية Artificial Immune Network

تعد الشبكة المناعية الاصطناعية إحدى أهم خوارزميات الانظمة المناعية الاصطناعية والمستوحاة من الشبكة المناعية الطبيعية (Idiotypic) المقترحة من قبل العالم (Niels Kaj Jerne) في العام (1974)[4], تعتمد في عملها على الخلايا المناعية نوع B-Cell المحفزة من قبل المستضد لتكون شبكة من الاجسام المضادة للتعرف على المستضد ويتم ذلك من خلال آليتين الاولى التحفيز (Activation) اذ يتم ربط مستقبل الجسم المضاد(Paratope) مع مستقبل المستضد (Epitope), أما الثانية الاخماد (Suppression) فيتم ربط مستقبل جسم مضاد (Idiotope) مع مستقبل جسم مضاد آخر(Idiotope)[3][8]. أي إن قوة الربط تعتمد إلى حد كبير على درجة صلة الترابط بينهما, اذ انه كلما كانت درجة صلة(Affinity Degree) تزيد عن حد العتبة(Threshold) تكون قوة الربط عالية اي ان التناسب طردي, سواء كان الترابط بين الجسم المضاد والمستضد (Ab-Ag), أو الأجسام المضادة مع بعضها (Ab-Ab), ولها ميزة إدراكية مشابهة إلى حد ما آلية عمل الشبكات العصبية[12].

4-1 خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية[3] [16]



الشكل (1): يبين نموذج مبسط لآلية عمل الشبكة المناعية الطبيعية

الخطوة الاولى: التهيئة (Initialization) : إنشـــاء مجتمع ابتدائي عشـــوائي من الأجســـام المضـــادة (Antibody).

الخطوة الثانية: التمثيل (Representation) : لكل مستضد (Antigen) الاستمرار في إجراء الخطوات الآتية :

- الانتقاء النسيلي (Clonal Selection) : لكل جسم مضاد يتم تحديد صلته (Affinity) مع المستضد الداخل .
- اختيار (n) من الخلايا ذات درجة الصلة العالية (Highest Affinity) اذ يتم استنساخها بشكل يتناسب مع صلتها (أي التي تملك صلة عالية لها نسبة اختيار اكبر).
- تغيير (Mutate) كل جسم مضاد بصورة تتناسب عكسيا مع درجة صلته.
- حساب درجة صلة الأجسام المضادة المحسنة مع المستضد (i), ونضيف إلى مجموعة الذاكرة (Memory Set) الأجسام التي لها درجة صلة عالية.
- الموت الطبيعي (Natural Death) : ازالة الأجسام المضادة التي لها درجة صلة اقل من حد العتبة (Pruning Threshold) وتكتب اختصارا (tp).
- الإخماد النسيلي (Suppression Clonal) : حساب درجة الصلة بين الأجسام المضادة (Ab-Ab) وإزالة الأجسام التي لها درجة صلة اقل من حد العتبة (SuppressionThreshold) وتكتب اختصارا (ts).
- دمج الأجسام المضادة المتبقية من الذاكرة مع الأجسام المضادة للشبكة.

الخطوة الثالثة: إخماد الشبكة (Network Suppression) : تحديد الصلات بين خلايا الشبكة وازالة الأجسام المضادة التي لها درجة صلة بالبقية التي تكون اقل من عتبة الإخماد (ts) .

الخطوة الرابعة: استبدال الأفراد الذين درجة صلتهم قليلة بآخرين يتم توليدهم بشكل عشوائي.

الخطوة الخامسة: اعادة الخطوات من (2–4) إلى أن يتحقق مقياس التوقف.

5- شبكة الانتشار الخطأ خلفاًError Back Propagation Neural Network

تعد هذه الشبكة من أكثر الشبكات العصبية الاصطناعية استخداماً والتي قد تبدو معقدة لكنها أسهل بكثير على مستوى الفهم والبرمجة ولها القدرة على التعامل مع المسائل غير الخطية وهي من الشبكات التي تتعلم بإشراف (Supervised Learning) ولها العديد من التطبيقات في معالجة الصور ومعالجة الإشارة والتعرف على الكلام.

طورت في منتصف 1970 من قبل (Rumelhart, Hinton and Williams) [13], أن هدف الشبكة هو تقليل الخطأ من خلال تعديل الأوزان (Weights) وذلك بمقارنة إخراج الشبكة الحقيقي (Actual Output) مع الإخراج المطلوب (Target Output) [7][13].

5-1 خوارزمية تعليم الانتشار الخطأ خلفاً [13][11]

الخطوة الأولى : تهيئة الأوزان الابتدائية $W_N = (w_1, w_2, w_3 \dots \dots \dots w_n)$ وθ تمثل قيمة حد العتبة (Threshold) .

الخطوة الثانية: اختيار زوج التدريب (X_N, Y_J)

حيث تمثل X_N متجه الإدخال $X_N = (x_1, x_2, x_3, \dots \dots \dots x_n)$

وتمثل Y_J الاخراج المطلوب (Target Output) $Y_J = (y_1, y_2, y_3, \dots \dots \dots y_j)^T$

الخطوة الثالثة : في الاتجاه الأمامي يتم حساب قيمة الإخراج الحقيقي (Actual Output) :

1- حساب قيمة الإخراج الحقيقي من طبقة الإدخال إلى الطبقة المخفية

$$net_{IH} = [\sum_{i=1}^{n} X_{Ii}\, W_i - \theta_i]$$

n: تمثل عدد العناصر في طبقة الإدخال (Input Layer) للشبكة .

$$Y_H = f(net_{IH})$$

2- حساب قيمة الإخراج الحقيقي من الطبقة المخفية (Hidden Layer) إلى طبقة الإخراج (Output Layer)

$$net_{HO} = [\sum_{j=1}^{P} Y_{Hj}\, W_j - \theta_j]$$

P : تمثل عدد العناصر في الطبقة المخفية (Hidden Layer) للشبكة .

$$Y_O = f(net_{HO})$$

الخطوة الرابعة : حساب الخطأ ويتم من خلال الخطوات الآتية:

$$e_j = Y_d - Y_j \neq 0$$

1- يتم تعديل الاوزان بين طبقة الإخراج (Output Layer) والطبقة المخفية (Hidden Layer)

$$W_j^{new} = W_j^{old} + \Delta W_j$$
$$\Delta W_j = \alpha\, Y_j\, \delta_j \quad and \quad \delta_j = Y_j(1 - Y_j)\, e_j$$

2- يتم تعديل الاوزان بين الطبقة المخفية (Hidden Layer) وطبقة الإدخال (Input Layer)

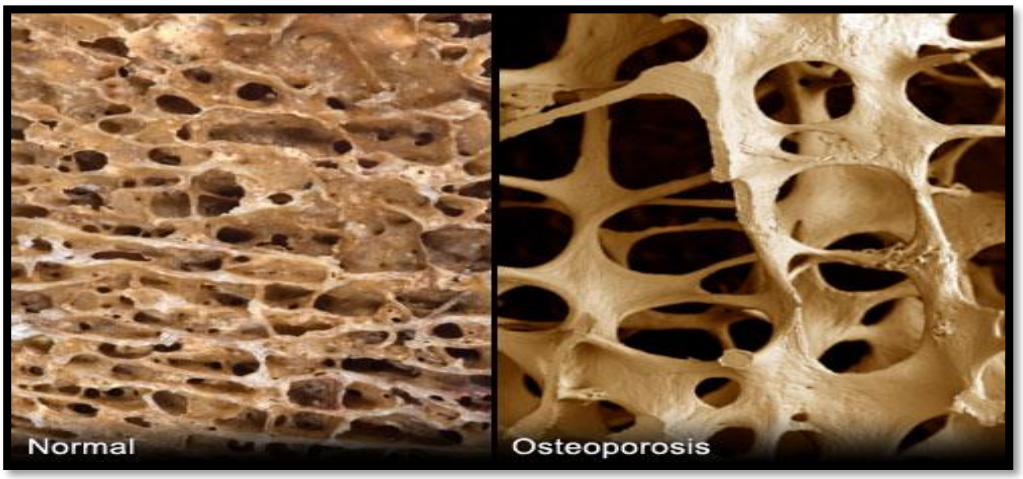
$$W_i^{new} = W_i^{old} + \Delta W_i$$
$$\Delta W_i = \alpha X_i\, \delta_i \; and \quad \delta_i = Y_i(1- Y_i) \sum_{j=1}^{p} \delta_j\, W_j$$

الخطوة الخامسة: تكرار الخطوات من الخطوة الثانية إلى الخطوة الخامسة إلى أن نحصل على التقارب المطلوب (شرط التوقف).

6-وصف بيانات وهن العظام

تتضمن هذه البيانات عينات مختلفة من فحص مرض وهن العظام تتكون خلال مراحل مختلفة من الإصابة, اذ تمثل حالة (Osteopenia) المرحلة الأولى من الإصابة بمرض وهن العظام, كما تمثل (Osteoporosis) المرحلة الثانية والمتأخرة من الإصابة بالمرض, في حين تكون الحالة الثالثة هي الحالة السليمة (Normal), ان البيانات التي تم استخدامها في التعرف على مرض وهن العظام عبارة عن قيم عددية ووصفية تمثل قاعدة أساسية لمعلومات ضمن قاعدة بيانات (Data Base) لأشخاص تم إجراء عملية الفحص عليهم داخل العراق وتحديداً في محافظة نينوى.

تتكون مصفوفة البيانات التطبيقية من (344) نمطاً منها (113) نمطاً تشخيصها من نوع (Osteoporosis), في حين يوجد (131) نمطاً من نوع (Osteopenia), أما بقية الانماط والتي يبلغ عددها (100) نمطاً, يمثل تشخيصها الحالة الطبيعية (Normal) غير المصابة, أما عدد الأنماط القياسية المقروءة في كل نمط فيبلغ عددها (17) قيمة يمكن من خلالها التعرف على نوعية النمط المراد فحصهُ, أي أن أبعاد مصفوفة الإدخال هي (344 ∗ 17) والتي تحوي على (5848) عنصراً من مستويات الأنماط المستخدمة في تحديد مرض وهن العظام.



الشكل رقم(2): مقطع يوضح المقارنة بين النسيج الطبيعي (Normal) والنسيج المصاب بمرض الوهن من نوع(Osteoporosis)

إن التشخيص المتقن والتعرف الدقيق على الأنماط يعد من أهم المسائل التي تحتاج إلى اختيار دقيق لتقنيات التشخيص, وقد تم في هذا البحث دراسة سلوك كل من تقنيتي الشبكة المناعية الاصطناعية (Artificial Immune Network) والشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network), كما تم اقتراح خوارزمية مهجنة بين الشبكات العصبية الاصطناعية وتقنية الشبكات المناعية الاصطناعية من اجل التوصل إلى تقنية قادرة على التغلب على سلبيات كل من هاتين التقنيتين من خلال التركيز على ايجابياتهما.

7- نظام التعرف على الأنماط Pattern Recognition System

يعد التعرف على الأنماط أو تمييز الأنماط من تقنيات علم الأنظمة الذكائية, وهي من التقنيات المعروفة وذات الصلة بالتطبيقات الواسعة, كما يعرف أنهُ علم وصف أو تمييز أو تصنيف ضمن معايير محددة. إذ يعرف النمط (Pattern) على انه يمكن أن يكون أي شـــيء (Object) يمتلك عدة صـــفات, كما تعرف صـــفة النمط (Feature Pattern) على أنها مجموعة من المعايير التي يمتلكها ذلك النمط[15][5][6]. وتتم آلية التعرف على الأنماط من خلال تقسيم البيانات المراد التعرف عليها إلى مجموعات مبنية على صفات مشتركة تعرف بصنف النمط. وفي بحثنا هذا تم تقســـيم بيانات وهن العظام إلى ثلاثة أقســـام أو أصـــناف هي (Osteopenia, Normal,Osteoporosis) ويفترض بالأصـــناف (Classes) أن تشـــمل جميع أنماط البيانات المطلوب التعرف عليها, كما يتم التصـــنيف هندســـيا من خلال إيجاد الحد الفاصـــل (Decision Boundary) المحيط بكل منطقة تصنيف والذي قد يصعب إيجاده في بعض الأحيان بالأساليب الرياضية البسيطة المعروفة.

8- مقارنة الأنظمة المناعية الاصطناعية والشبكات العصبية الاصطناعية

إن الآلية التي يعتمدها النظام المناعي الاصطناعي (AIS) في تكوين مصفوفة الذاكرة يعد أساسا مهما في دراسة سلوك الحالة من خلال زيادة عدد بيانات التدريب, إلا أن هذه الزيادة في عدد البيانات تحتاج إلى وقت اكبر في عملية المعالجة من خلال المقارنة بين النمط المدخل والمتمثل في دراستنا هذه بمرض وهن العظام والأنماط المخزونة في مصفوفة الذاكرة. كما أن تقنية الشبكات العصبية لها القدرة على معالجة البيانات من خلال تعديل قيم الاتصالات بين العقد التي تمثل أوزان الشبكة, إذ إن الآلية الرئيسية في الشبكات العصبية الاصطناعية هي الحصول

على الأوزان المثالية, وهذه الآلية تتطلب بيانات تدريب عديدة وفي حالة عدم وجود بيانات كافية فان نتائج أنموذج الشبكة العصبية تكون غير دقيقة. لذلك فقد تم بناء نموذج مهجن قادر على التغلب على الصفات السلبية الموجودة في نظام المناعة والمتمثلة في الزمن الكبير نسبيا من خلال تمييز حالة مرضى وهن العظم قيد الدراسة وذلك من خلال بناء نموذج دالة تمييز ذات أوزان مدربة من خلال مصفوفة الخزن ولاتعتمد آلية مقارنة النمط المدخل مع جميع أنماط البيانات وإنما تعتمد على ضرب قيم النمط المدخل في الأوزان المقابلة له لإعطاء النتيجة وذلك من خلال المعادلة الآتية :

$$\text{out}_i = f(X_i * W_i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

X_i : تمثل النمط المدخل , W_i : تمثل مصفوفة الأوزان.

لذلك فقد تم اخذ الصفة الايجابية التي يمتلكها النظام المناعي الاصطناعي وهي الذاكرة المناعية (Memory Immune) وذلك من أجل توفير قاعدة بيانات كبيرة والاستفادة من الصفة الايجابية في الشبكات العصبية الاصطناعية من خلال الحصول على الأوزان المثالية.

9- الخوارزمية المقترحة

تتألف الخوارزمية المهجنة المقترحة من مرحلتين من مراحل معالجة أنماط البيانات, إذ يتم في المرحلة الأولى استخدام تقنية الشبكة المناعية الاصطناعية لأجل الحصول على أنماط بيانات كافية من خلال مفهوم مصفوفة الخزن (Memory Matrix) والتي تحاكي الصفات الموجودة في أنماط بيانات الإدخال, في حين يتم تطبيق تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية ذات الأنتشار الخطأ خلفاً (BP) في المرحلة الثانية لضمان الحصول على عملية تدريب كافية لتقليل نسبة الخطأ قدر الإمكان أثناء اختبار نماذج أنماط بيانات الإدخال, كما أن الخطوات التالية تبين آلية عمل الخوارزمية المقترحة في هذه الدراسة لتصنيف مرض وهن العظام :

1- تهيئة أنماط بيانات الإدخال بشكل مصفوفة (X) بسعة, صفوفها تمثل عدد الأنماط المرضية والطبيعية وأعمدتها تمثل عدد الأنماط التي تم قياسها في كل حالة.
2- تقسيم أنماط بيانات الإدخال إلى مجموعتين أساسيتين, تمثل الأولى بوصفها مجموعة أنماط بيانات التدريب (X_{Training}), في حين تمثل المجموعة الثانية مجموعة أنماط بيانات الاختبار (X_{Test}) ويكون عددها بواقع ثلث حالات مجموعة أنماط البيانات الكلية.
3- استخدام مجموعة أنماط بيانات التدريب (X_{Training}) في بناء مصفوفة الخزن (Memory Matrix) وذلك من خلال تطبيق مفاهيم الشبكة المناعية الاصطناعية.
4- استخدام مصفوفة الخزن (Memory Matrix) الناتجة من الشبكة المناعية كمجموعة أنماط تدريب في بناء وملاءمة نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية لتكوين الأوزان المثالية.
5- بناء تقنية نهائيه يستخدم بوصفه دالة تصنيف للحالات المرضية, وذلك بالاعتماد على الأوزان المثالية الناتجة من الشبكة المدربة.
6- مقارنة نتائج مجموعة أنماط بيانات الاختبار(X_{Test}) مع النتائج الحقيقية, بعد تطبيقها على النموذج النهائي لمعرفة مدى كفاءته.

1-9 تطبيق الخوارزمية المقترحة على بيانات وهن العظام

تعد الخوارزميات المقترحة نموذجا حاسوبيا يعتمد مبادئ علم الانظمة الذكائية وذلك من خلال بناء أنظمة قادرة على معالجة البيانات بإسلوب يحاكي الأنظمة الحيوية الطبيعية, حيث تم في هذه الخوارزمية المقترحة تهجين تقنية الشبكة المناعية الاصطناعية وذلك من خلال تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية, من اجل الحصول على تقنية مهجنة قادرة على معالجة أنماط البيانات بإسلوب أكثر ايجابية من حيث تقليل نسبة الخطأ والوقت المستغرق في معالجة البيانات. وبالمعنى الرياضي, إيجاد القيمة الصغرى أو القيمة العظمى لدالة تتكون من (M) من المتغيرات $f(X_1, X_2, \ldots, X_M)$.

لقد تم تطبيق الخوارزمية المهجنة المقترحة على بيانات وهن العظام ومقارنتها مع كل من الشبكة المناعية الاصطناعية وشبكة الانتشار الخطأ خلفاً, وذلك من خلال إدخال مجموعة من البيانات تمثل الحالات المختلفة للمرض وهي (Osteoporosis, Osteopenia, Normal), حيث إن كل نمط يتكون من مجموعة من القيم عددها (17) قيمة تمثل قراءات يتم من خلالها التعرف على أنماط الحالة واهم هذه القراءات هي (T-score, Z-score) وهما قراءتان مبنيتان على وحدات إحصائية (Statistical Units) تعتمد على قانون الانحراف المعياري ((Standard Deviation(SD)). وحسب منظمة الصحة العالمية فالشخص يكون مصابا بوهن العظام عندما تكون نتيجة-T (score أقل من (2.5-) في الانحراف المعياري, أما الطبيعي فيكون أعلى من (1-) وما بينهما فان الحالة تسمى (Osteopenia), وهذا هام جدا من اجل الإنذار والتشخيص المبكر لمرض وهن العظام [1][2]. والجدول (1) و (2) و(3) توضح المقارنة في مقياس الكفاءة (EFF), بين الخوارزمية المقترحة (AINBP) وكل من شبكة انتشار الخطأ خلفاً (BP) والشبكة المناعية الاصطناعية (AIN). 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:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(t_i - Actual_i)^2 \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن:

N : عدد الحالات.

t_i : يمثل الإخراج المطلوب (Target Output) لبيانات وهن العظام.

$Actual_i$: يمثل الإخراج الحقيقي (Actual Output) للشبكة.

كما 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[14]

$$EFF = 1/(MSE * Time) \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

الجدول (1) : مقارنة بين شبكة (BP) والخوارزمية المقترحة في التعرف على حالات مرضى وهن العظام.

نوع التقنية Type of Technique	معدل مربع الخطأ MSE	الزمن بالثانية Time	مقياس الكفاءة EFF
الخوارزمية المقترحة (AINBP)	0.0074	6.4	21.1149
الشبكة العصبية الاصطناعية (BP)	0.3605	1.6	1.7337

الجدول (2) : مقارنة بين شبكة (AIN) والخوارزمية المقترحة في التعرف على حالات مرضى وهن العظام.

نوع التقنية Type of Technique	معدل مربع الخطأ MSE	الزمن بالثانية Time	مقياس الكفاءة EFF
الخوارزمية المقترحة (AINBP)	0.0074	6.4	21.1149
الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN)	0.8870	24.5	0.0460

نلاحظ من الجدولين (1) و (2) أن الطريقة المهجنة المقترحة (AINBP) تعطي نتيجة أفضل من الشبكة العصبية الاصطناعية (BP) وأفضل من الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) في تصنيف بيانات مرض وهن العظام, وذلك من خلال مقياس معدل مربع الخطأ (MSE), في حين نلاحظ أن الزمن المستغرق في معالجة البيانات باستخدام التقنية المهجنة المقترحة (AINBP) هو أقل من الزمن المستغرق في معالجة البيانات باستخدام الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) واكبر من الزمن المستغرق في معالجة البيانات باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية (BP), وبوجود الاختلاف في كل من عاملي الزمن ونسبة الخطأ يمكن الاستعانة بمقياس الكفاءة (EFF) والذي يمثل النتيجة المستخلصة من عاملي الزمن وقياس متوسط مربع الخطأ (MSE) ويمكن الاعتماد عليه بوصفه نتيجة نهائية, اذ اثبت التقنية المهجنة المقترحة (AINBP) هي الأفضل من كل من تقنيتي شبكة انتشار الخطأ خلفاً (BP) والشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) في مقياس الكفاءة (EFF) من خلال الجدولين (1) و (2), كما يمكن قياس النسبة المئوية لكفاءة الخوارزمية المقترحة (AINBP) بالنسبة لتقنيتي كل من شبكة الأنتشار الخطأ خلفاً (BP) والشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) كما يأتي :

$$I(BP)_{EFF} = \frac{EFF(\text{BP})}{EFF(\text{AINBP})} * 100\ \% = 8.2108\ \% \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

$$I(AIN)_{EFF} = \frac{EFF(AIN)}{EFF(\text{AINBP})} * 100\ \% = 0.2179\ \% \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

أي أن كفاءة النسبة المئوية لتقنية شبكة انتشار الخطأ خلفا (BP) مقارنة بالطريقة المقترحة (AINBP) تعادل (8.2108 %), في حين أن قياس النسبة المئوية لتقنية الشبكة المناعية (AIN) مقارنة بالتقنية المهجنة المقترحة (AINBP) تعادل (0.2179 %) .

الجدول (3) : مقارنة بين التقنية المقترحة (المهجنة AINBP) وكل من شبكة (AIN) وشبكة (BP) في التعرف على حالات مرضى وهن العظام من حيث مقياس الكفأءة .

نوع التقنية المستخدمة (Type of Technique)	مقياس الكفاءة (EFF)	عدد حالات الاختبار التي تم تصنيفها بشكل صحيح
الشبكة العصبية الاصطناعية (BP)	1.7337	69/115
الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN)	0.0460	13/115
الخوارزمية المقترحة (AINBP)	21.1149	115/115

نلاحظ من الجدول (3) أن التقنية المهجنة المقترحة (AINBP) تعطي نتيجة أفضـل في تصـنيف بيانات وهن العظام مقارنة بكل من تقنيتي الشبكة العصبية الاصطناعية (BP) والشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) من خلال مقياس الكفاءة (EFF), كما نلاحظ أن الكفاءة النسـبية للزيادة في التقنية المهجنة المقترحة (AINBP) بالنسـبة لتقنية (BP) هي $(1.1179e+003\ \%)$, أما الكفاءة النسـبية للزيادة في التقنية المهجنة المقترحة (AINBP) بالنسبة لتقنية (AIN) هي $(4.5802e+004\ \%)$, والتي تحسب بالشكل الآتي :

$$R1_{EFF}=\frac{EFF(AINBP)-EFF(\mathrm{BP})}{EFF(\mathrm{BP})}*100\ \% \qquad \ldots\ldots\ldots(6)$$

$$R2_{EFF}=\frac{EFF(AINBP)-EFF(\mathrm{AIN})}{EFF(\mathrm{AIN})}*100\ \% \qquad \ldots\ldots\ldots(7)$$

10-الاستنتاجات والتوصيات

تضمنت هذه الدراسة خوارزمية مقترحة (مهجنة) بين تقنيتي كل من الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) وشبكة انتشار الخطأ خلفا (BP) واستخدامها في التعرف على مرضى وهن العظام. ومن خلال التطبيق العملي تبين بان نسبة النجاح للخوارزمية المقترحة تفوق كل من خوارزمية (AIN) وخوارزمية (BP) وذلك من خلال مؤشر ومقياس (EFF) المبين في الجدول رقم (3) والذي يعتمد على عاملي الزمن (Time) ومتوسط مربع الخطأ (MSE)، مما يدل على الكفاءة العالية لهذه الخوارزمية. وفي ختام هذه الدراسة نوصي بالتوسع بدراسة التقنيات الذكائية وعمليات تحسينها من خلال عملية التهجين، لتطوير آلية التعرف على الأنماط في التطبيقات الطبية, كما نوصي باعتماد الطريقة المقترحة في المراكز الطبية المختصة في مرض وهن العظام لمساعدة الأطباء في تحديد نوعية المرض.

المصادر

[1] مركز التمييز لأبحاث وهن العظام, جامعة الملك عبد العزيز – جميع الحقوق محفوظة لعمادة تقنية المعلومات (2012), على الرابط: **www.kau.edu.sa**.

[2] ويكيبيديا الموسوعة الحرة،(2012), على الرابط: **http://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis**.

[3] Aanchal Malhotra, Abhishek Baheti, Shilpi Gupta,(2012),"Pattern Recognition Approaches inspired by Artificial Immune System" International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 44 – No20,pp(12-16).

[4] Al-Enezi J.R.,Abbod M.F., and Alsharhan S.,(2010), "Artificial Immune Systems–Models, Algorithms and Applications", IJRRAS3 (2) , pp(118-131).

[5] Bhagat Phiroz,(2005), " Pattern Recognition in Industry". International Strategy Engines New Jersey, USA.

[6] Bishop Christopher M.,(2006),"Pattern Recognition and Machine Learning", Springer .

[7] 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.

[8] Gu Feng,(2011),"Theoretical and Empipirical Extensions of The Dendritic Cell Algorithm", Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy .

[9] Gunasekaran M., Ramaswami K.S.,(2011," Evaluation of Artificial Immune System with Artificial Neural Network for Predicting Bombay Stock Exchange Trends", Journal of Computer Science 7 (7): pp967-972,ISSN 1549-3636.

[10] Khonde R. D. , Pandharipande S. L.,(2011), " Application of Artificial Neural Network for Standardization of Digital Colorimeter", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887),pp(1-4).

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

[12] Shrivastava Amit Kumar,(2011)," Optimization of Robotic Assembly of Printed Circuit Board Using Volutionary Algorithm ", Master of Technology in Machine Design and Analysis.

[13] Sumathi S.,Surekha P.,(2010),"Computational Intelligence Paradigms Theory and Applications using MATLAB",CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an inform business.

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

[15] The Odoridis Sergios,(2003),"Pattern Recognition", Second Edition.

[16] Yang Liu,(2009),"A Neuro-Immune Inspired Computational Framework and Its Application to A Machine Visual Tracking System", PH.D., The university of York department of Electronics.