دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	الخوارزمية الجينية وبأستخدام التأقلم الذاتي للعوامل الجينية تقوم بتصميم وتدريب اوزان الشبكات العصبية الاصطناعية
المصدر:	المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات
الناشر:	الجمعية العراقية لتكنولوجيا المعلومات
المؤلف الرئيسي:	أحمد، ندى ذنون
المجلد/العدد:	مج 2, ع 1
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2008
الصفحات:	1 - 17
رقم MD:	352903
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	الخوارزميات الجينية، الشبكات العصبية الاصطناعية، الهندسة الوراثية، جينات الكروموسوم، الصفات الوراثية
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/352903

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الخوارزمية الجينية و بأستخدام التأقلم الذاتي للعوامل الجينية تقوم بتصميم وتدريب اوزان الشبكات العصبية الاصطناعية

ندى ذنون أحمد
قسم علوم الحاسبات / كلية العلوم
الجامعة المستنصرية / العراق
Nada_th2008@yahoo.com

الخلاصة

تتميز الخوارزمية الجينية بأنها تعتبر من طرق البحث السريعة لحل الكثير من المسائل وذلك بكونها سريعة الاقتراب من النهاية العليا , وتعتمد في عملها على عدة عوامل ومعاملات للحصول على الحل الامثل ومنها (حجم المجتمع أحتمالية التزاوج , واحتمالية الطفرة وغيرها من العوامل) و يجب ان يكون هناك اختيار دقيق لهذه العوامل والمعاملات والذي يكون له تأثير قوي على كفاءة الخوارزمية الجينية . وعملية تحديد المعاملات والعوامل الجينية يتطلب منا وقت وجهد كبير لتحديد الاختيار الامثل للقيم الابتدائية لهذه العوامل عن طريق التجربة . وقد واجهتنا هذه المشكلة عند تصميم وتدريب شبكة انسياب الخطأ خلفا (Back Propagation BP) باستخدام الخوارزمية الجينية حيث وجدنا صعوبة في تحديد المعاملات والعوامل الجينية للوصول الى الحل الامثل (التصميم المناسب للشبكة العصبية) وقد أستغرق منا وقت وجهد كبير . فكرة بحثنا هو ترك أختيار قيم المعاملات والعوامل الجينية الى الخوارزمية الجينية نفسها أثناء التنفيذ وهذا مايسمى بالتأقلم الذاتي للخوارزمية الجينية (Self Adaptation) , وتشفر هذه المعاملات ضمن كروموسوم الفرد الواحد الى جانب تشفير اوزان الشبكة العصبية أي نفترض بأن كل فرد (كروموسوم) والذي يمثل شبكة عصبية من أفراد المجتمع يمتلك المعاملات الجينية مشفرة كجزء من الكروموسوم الخاص به وتحسب قيمتها الابتدائية عشوائيا أثناء التنفيذ وبأستعمال هذه المعاملات تنفذ الخوارزمية الجينية للحصول على الفرد الجديد ويتم بعد ذلك حساب صلاحية كل فرد بتنفيذ خوارزمية انسياب الخطأ خلفا وبهذه العملية يتم تحديث المجتمع وتطويره وصولا الى الحل المناسب ,

وقد استخدمنا الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار (SSGA) (Steady State) المؤقلمة ذاتيا في تصميم و تدريب شبكة انسياب الخطأ خلفا (Back Propagation) Genetic Algorithm وقد برهن هذا البحث تجريبيا على نجاحه في الحصول على افضل تصاميم لشبكة أنسياب الخطأ خلفا وبأقل وقت وجهد (بأسرع وقت) .

Abstract

The genetic algorithm is distinguished from the methods of rapid research to solve a lot of matters that it considered more rapidity in approaching from the upper ending , and it is depends in its work on many factors and treatments to get the super solution , one of them are (the seize society , the assuming crossover , the assuming mutation and other factors) also there must be accurate choice for these factors and treatment which is have a very big influence on the qualification of the genetic algorithm. The limiting of treatments and genetic factors process needs from us time and great efforts to limit the supper choice preliminary values for these factors through experiment. We have faced this problem when we design and train the back propagation by using the genetic algorithm to approach the super solution (the suitable design for the neural networks) which take from us a great time and effort . The idea of our research is to leave the choice of the values of the treatments and genetic factors itself during implementation this is called Self – Adaptation to the genetic algorithm and these factors is coding within the chromosome of the single person in addition to the coding of the weight of the neural networks. That is we supposed that every person (chromosome) which represents the neural network from the persons of the society have the coding genetic factors as a part from his private chromosome. We count its preliminary values randomly during the implementation and by using these factors we carry out the genetic algorithm to get the new person and after that we complete the counting of the validity of every person by implementation of the genetic back propagation and by this person we can updating and developing the society to get the proper solution, and we used the Steady State Genetic Algorithm which self-Adapted in design and train the back propagation and this research proved experimentally on his success, to get the better back propagation and in less time and effort (faster time).

مقدمة

الخوارزميات الجينية هي خوارزميات بحث عامة تعتمد في عملها على تقنيات الاختيار الطبيعي والجينات الحقيقية . ويعد العالم جون هولاند (J.Holland) عام 1975 أول من وضع الافكار الاساسية للخوارزمية الجينية وقد أدخل مفهوم التزاوج . وتعد الخوارزمية الجينية تطبيقا ناجحا لمسائل الامثلية والتي فشلت فيها المفاهيم الاخرى , حيث تتميز بأمكانياتها العالية في التعامل مع مجالات بحثية واسعة[3],[2],[1] . ونتيجة للتطور الذي حصل في مجال الخوارزميات الجينية فقد لجأ العديد من الباحثين لاستخدامها في تطبيقات عديدة ومنها استخدامها في الشبكات العصبية الاصطناعية.وتعد الخوارزميات الجينية خوارزميات بحث وتقنيات امثلية تعتمد في عملها على عدة عوامل ومعاملات للحصول على ألحل المطلوب . .ولجعل الخوارزمية الجينية تعمل بصورة جيدة يجب على المستخدم ان يعين عدد من المعاملات والعوامل الجينية ومنها (حجم المجتمع , احتمالية التزاوج , احتمالية الطفرة وغيرها) وبسبب وجود عدة اختيارات لقيم هذه المعاملات والعوامل الجينية ولان انجازية الخوارزمية الجينية تعتمد على الاختيار الامثل لقيم هذه المعاملات لذا فن من المفيد جدا ايجاد طريقة لتحديد الاختيار الامثل لقيم المعاملات اوتوماتيكيا.ان معاملات الخوارزمية الجينية تسمى عادة معاملات ضبط وذلك لانها تحدد انجازية الخوارزمية الجينية في حل المشكلة حيث الاختيار الموفق لهذه المعاملات يقود الى انجازية عالية والعكس صحيح . وبما ان اختيار هذه المعاملات هو مهمة مصمم الخوارزمية حيث يقوم مصمم الخوارزمية بعدة تجارب لمعرفة افضل قيمة ابتدائية لهذه المعاملات للحصول على افضل النتائج , ولغرض توفير الوقت والجهد المطلوبين لهذه العملية فانه من الافضل ترك اختيار هذه القيم للخوارزمية الجينية نفسها وهذا مايسمى بالتاقلم الذاتي (Self Adaptation) [4] .

ويؤكد الكثير من الباحثين على ان وجود طريقة ديناميكية لتغيير هذه المعاملات اثناء عمل الخوارزمية الجينية يكون افضل من تحديد طريقة استاتيكية جيدة مثبتة في بداية المعالجة. ومن هنا ظهر التأقلم الذاتي باعتباره هيكل اساسي للتطور الطبيعي وهو يجعل الخوارزميات الجينية مرنة واقرب للطبيعة [6],[5]. وقد وجد العديد من الباحثين اليات تأقلمية حيث اقترح الباحث(Spears) طريقة للتاقلم الذاتي لعامل التزاوج في الخوارزمية الجينية وقد اعتمد في عمله على الدراسات التجريبية التي اثبتت فوائد ازدياد عدد نقاط القطع في التزاوج

وقد كان بحثه يصف طريقة تاقلمية للخوارزمية الجينية والتي تقرر اثناء تنفيذها اي من صيغ التزاوج هي المناسبة للمسألة المعطاة [7] . اما الباحث(Back) فقد وصف طريقة تأقلمية للطفرة بحيث كل كروموسوم يزود بأحتمالية طفرة لكل موقع حيث الخوارزمية الجينية تعطي قيم ابتدائية لهذه المعدلات عشوائيا وبعد ذلك تحسب القيم داخليا كاجزاء من كل كروموسوم[6] . اما الباحث Julstrom وصف طريقة تسمى أقلمة احتماليات العوامل (Adaptive Operator Probabilities ADOPP) وتعمل على الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار والتي افترض أنها تولد كل طفل بتطبيق عامل واحد فقط من العاملين التزاوج والطفرة [6] . اما الباحثان(Jose Galaviz & Anger Kuri) قدما طريقة للخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا (Self Adaptive genetic Algorithm) حيث اعتبر معاملات الضبط مثل احتمالية التزاوج والطفرة مشفرة داخل كروموسوم كل فرد في المجتمع [4] ,اما الباحث (Davis) وصف افضل الطرائق للأقلمة الذاتية حيث تعمل طريقته على الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار SSGA وفي هذه الطريقة عندما تكون صلاحية الكروموسوم الجديد اعلى من اعلى صلاحية من صلاحيات افراد المجتمع الحالي , عندئذ العامل المولد له (التزاوج والطفرة) سيأخذ قيمة موثوقية عددية تساوي مقدار التغير في الصلاحية [6] وهناك بحوث اخرى عديدة في هذا المجال . ومن الجدير بالذكر ان جميع البحوث التي عملت في مجال التأقلم الذاتي كانت تطبق على مسائل مختلفة وكانت أغلب هذه المسائل هي رياضية , ونادرا اذا ماتقول لايوجد بحث على مسائل الشبكات العصبية الاصطناعية . في هذا البحث سوف نجد طريقة جديدة للتأقلم الذاتي للخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار تختلف عن كل طرق التاقلم الذاتي وسوف نطبق هذه الطريقة على شبكة انسياب الخطأ خلفا حيث تقوم الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا في تدريب وتصميم شبكة انسياب الخطأ خلفا, وذلك لاننا واجهنا في بحوثنا السابقة صعوبة في تحديد المعاملات والعوامل الجينية للخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار في تصميم وتدريب شبكة انسياب الخطأ خلفا Back)

(Propagation. ولذلك فقد اقترحنا في بحثنا هذا طريقة جديدة للخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا حيث يكون اختيار الخوارزمية للمعاملات والعوامل الجينية يعتبر بشكل اساسي على التصرف الديناميكي للمسألة المراد حلها . وقد أثبت هذا البحث نجاح الطريقة المقترحة في الحصول على أفضل التصاميم للشبكة العصبية (شبكة انسياب الخطأ خلفا) وبأقل جهد ممكن .

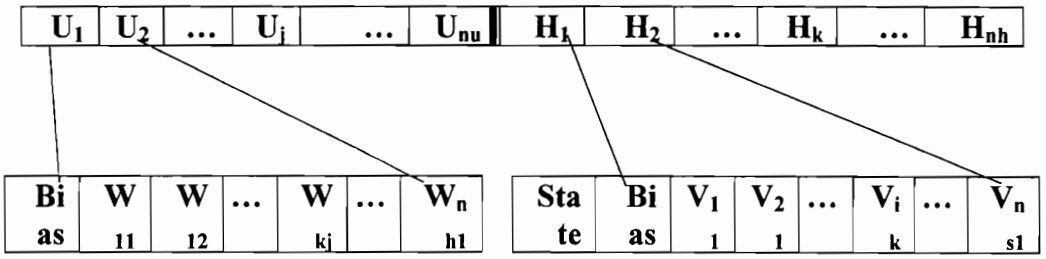
ملخص لعمل الخوارزمية المقترحة

يحاول بحثنا استخدام الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار المؤقلمة ذاتيا في عملية تصميم وتدريب شبكة انسياب الخطأ خلفا ,حيث يتم ترك أختيار قيم المعاملات والعوامل الجينية الى الخوارزمية الجينية نفسها أثناء التنفيذ وتشفر هذه المعاملات ضمن كروموسوم الفرد الواحد الى جانب تشفير اوزان الشبكة العصبية أي نفترض بأن كل فرد (كروموسوم) والذي يمثل شبكة عصبية من أفراد المجتمع يمتلك المعاملات الجينية مشفرة كجزء من الكروموسوم الخاص به . وقد أستعملنا خمسة معاملات وعوامل جينية هي (احتمالية التزاوج , أحتمالية طفرة وتشمل (احتمالية حذف وزن عشوائي , احتمالية حذف عقدة مخبأة, احتمالية أضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات) , تقنية الاحلال المستخدمة(تقنيات المجتمعات التحتية (sub population) و تقنية الاحلال العادية) حيث تشفر هذه المعاملات داخل كروموسوم كل فرد وتحسب قيمتها الابتدائية عشوائيا أثناء التنفيذ وبأستعمال هذه المعاملات يتم البدء بالخوارزمية الجينية حيث ينتقى فردين وتحسب العوامل الجينية الخاصة بكل فرد لاكمال عمل الخوارزمية الجينية وكذلك تكون مسؤولة عن توفير التصميم المناسب مع اوزانه الابتدائية وارسالها الى خوارزمية انسياب الخطأ خلفا والتي تكون مسؤولة عن اكمال تدريب هذه الاوزان وصولا الى الحل الامثل . في هذا البحث سوف نقوم بتصميم وتدريب الشبكات العصبية الاصطناعية بأستخدام مبدأ تشذيب الشبكة [8] . وقد استخدمنا الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار (SSGA) (steady state genetic algorithmفي تدريب وتصميم شبكة انسياب الخطأ خلفا (Back Propagation) .

تفاصيل تنفيذ الطريقة المقترحة :

تم استعمال التشفير الحقيقي لتشفير جينات الكروموسوم (الفرد) الذي يتكون منه المجتمع الابتدائي, حيث كل كروموسوم يتكون من جزءين وهما جزء خاص بتشفير اوزان الشبكة العصبية (شبكة انسياب الخطأ خلفا) ويكون طوله حسب المسألة اللاخطية المراد حلها والجزء الثاني من الكروموسوم خاص بتشفير المعاملات والعوامل الجينية ويكون طوله خمسة جينات مشفرة تشفير حقيقي. وفيما يلي توضيح مفصل لتشفير كل جزء من الكروموسوم :

1- الجزء الاول من الكروموسوم لتشفير اوزان شبكة انسياب الخطأ خلفا: تعتمد الخوارزمية الجينية على مبدأ تشذيب الشبكة وتم الاعتماد على نظرية كولمكروف والتي صاغها هيتشن نلسن عام 1987 في تحديد هيكل الشبكة الابتدائية وذلك بالبدء بشبكة كبيرة الحجم تتكون من طبقة ادخال تحتوي على n_s من خلايا الادخال وطبقة مخبأة واحدة تحتوي على ($n_h = 2n_s + 1$) من الخلايا المخبأة كحد أقصى وطبقة اخراج تتكون من n_u من خلايا الاخراج ويتم تحديد عدد خلايا طبقة الادخال وعدد خلايا طبقة الاخراج حسب نوع المشكلة المراد حلها . وقد تم استخدام التشفير الحقيقي مباشرة كجينات في الكروموسوم والشكل رقم (1) يوضح طريقة التشفير المقترحة للجزء الاول من الكروموسوم .



شكل رقم (1) طريقة التشفير المقترحة للجزء الاول من الكروموسوم

U_j: **خلية الاخراج** j **حيث** $1 \le j \le nu$, H_k : **الخلية المخبأة** k **حيث** $1 \le k \le n_h$

$State$: **حالة الخلية المخبأة (نشطة/ خاملة),** $Bias$: **قيمة العتبة**

W_{kj}: **الوزن للموصل بين الخلية المخبأة** k **وخلية الاخراج** j **حيث** $1 \le j \le nu$, $1 \le k \le n_h$

V_{ik}: **الوزن للموصل بين الخلية الادخال** i **والخلية المخبأة** k **حيث** $1 \le i \le ns$, $1 \le k \le n_h$

n_s : **عدد خلايا الادخال,** n_h: **عدد الخلايا المخبأة,** n_u : **عدد خلايا الاخراج**

تم وضع اوزان خلايا الاخراج على يسار الكروموسوم متبوعة بحالة واوزان الخلايا المخبأة حيث تمثل اوزان خلايا الاخراج بواسطة($n_h + 1$) من الجينات الحقيقية. تمثل الجينة التي في اقصى اليسار قيمة العتبة متبوعة بكافة الاوزان الداخلة من الطبقة المخبأة الى خلية الاخراج . اما بالنسبة الى الخلايا المخبأة فيتم تمثيلها بواسطة ($n_s + 1$) من

الجينات الحقيقية مسبوقة بحالة الخلية نشطة ام خاملة . الجينة التي تلي حالة الخلية تمثل قيمة العتبة وبعدها تأتي كافة الاوزان الداخلة من طبقة الادخال الى هذه الخلية .

2- الجزء الثاني من الكروموسوم هو لتشفير المعاملات والعوامل الجينية وهي أساس هذا البحث لعمل التأقلم الذاتي وقد استخدمنا التشفير الحقيقي ويكون طوله هو خمس جينات تحتوي على قيم حقيقية والجينات هي :

1- جينة تمثل احتمالية التزاوج وتكون قيمتها في المدى من $[0.5, 1.0]$.

2- جينة تمثل احتمالية طفرة لاضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات في الشبكة العصبية وتكون قيمتها في المدى من $[0.002, 0.2]$.

3- جينة تمثل احتمالية طفرة لحذف وزن عشوائي من الشبكة العصبية وتكون قيمتها في المدى من $[0.002, 0.2]$.

4- جينة تمثل احتمالية طفرة لحذف عقدة (خلية) مخبأة هي وموصلاتها في الشبكة العصبية وتكون قيمتها في المدى من $[0.002, 0.2]$.

5- جينة تمثل طرق الاحلال المستخدمة حيث استخدمنا :

أ- طرق الاحلال العادية وهي (احلال المجموعات الثنائية واحلال المجموعات الثلاثية) [1],[2],[3].

ب- تقنيات المجتمعات التحتية وهي (تقنية Preselection لكافيشيو وتقنية Crowding لدي جونج) [1],[2],[3].

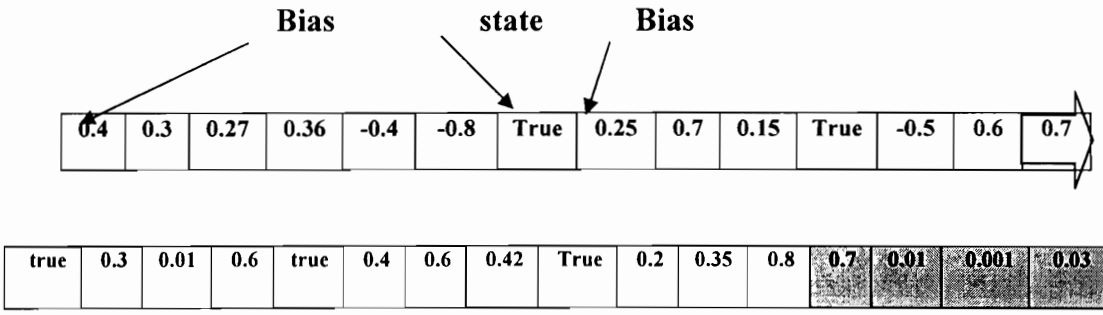
وتكون قيم هذه الجينة في المدى من $[0.1, 0.4]$ حيث عندما تكون قيمة الجينة :

0.1 : يعني احلال المجموعات الثنائية و 0.2 يعني احلال المجموعات الثلاثية , 0.3 : تقنية Preselection , 0.4 : تقنية Crowding

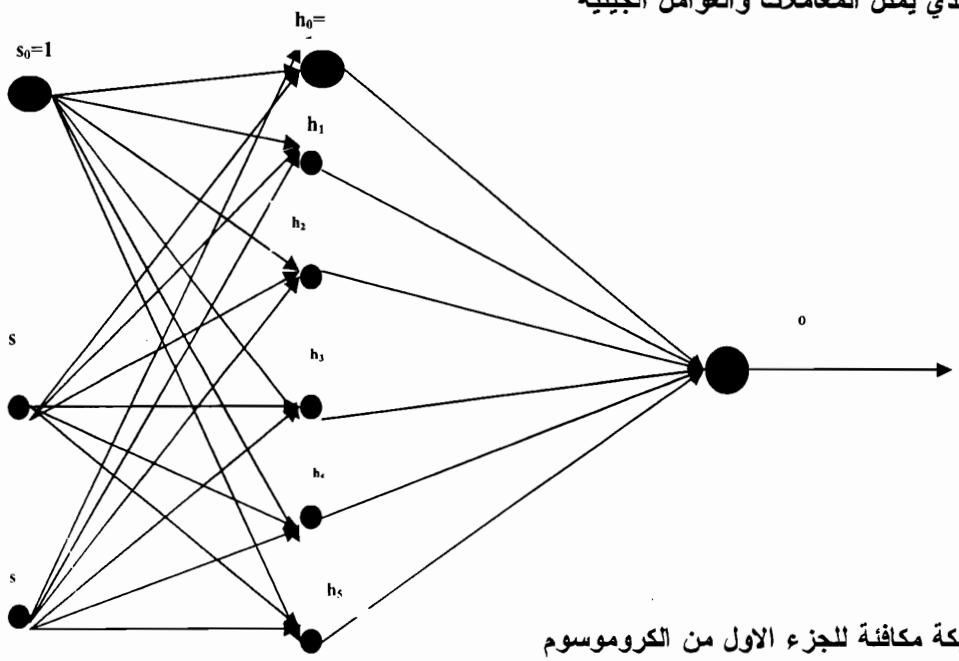
والشكل رقم (2) يمثل الجزء الثاني من الكروموسوم والشكل رقم (3) يوضح مثال لعملية تشفير االكروموسوم بكامله.

نوع الاحلال	احتمالية طفرة لحذف خلية مخبأة	احتمالية طفرة لحذف وزن عشوائي	احتمالية طفرة لاضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات	احتمالية تزاوج

شكل رقم (2) يوضح هيكل الجزء الثاني من الكروموسوم



الكروموسوم بجزءية الجزء الاول والذي يمثل اوزان الشبكة العصبية والجزء الثاني (المضلل) والذي يمثل المعاملات والعوامل الجينية



شبكة مكافئة للجزء الاول من الكروموسوم

شكل رقم(3) مثال لعملية تشفير الجزء الاول والجزء الثاني من الكروموسوم

وبعد عملية تشفير الكروموسوم وتكوين المجتمع الابتدائي يتم تقييم صلاحيات افراد المجتمع الابتدائي (الجزء الاول من الكروموسوم) من خلال تطبيق خوارزمية أنسياب ألخطأ خلفا وذلك لحساب صلاحية كل فرد من افراد المجتمع وفي هذا البحث تم استخدام دالة اقل

متوسطات مربعات الخطأ للشبكة العصبية لحساب صلاحية الفرد [9]. وبعد اكمال عملية التقييم وحساب صلاحية كل فرد يتم انتقاء فردين للتزاوج وقد استعملنا طريقة انتقاء المجموعات الصدفية حيث ينتقى فردين عشوائيا [1] . وهنا سوف يبدأ العمل على الجزء الثاني من كروموسوم الفردين المنتقيين وذلك بأخذ المعاملات والعوامل الجينية من الجزء الثاني من الكروموسوم لاكمال عمل الخوارزمية الجينية وهنا تكمن عمل الطريقة المقترحة وكالاتي :

1- تزاوج الفردين وانتاج طفل : تستعمل طريقة التزاوج المنتظمة وتحسب احتمالية التزاوج من معدل احتمالية التزاوج الموجودة في الجينة الاولى من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الاول مع الجينة الاولى من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الثاني ,(معدل احتمالية التزاوج للابوين الذين تم انتقائهما بعملية الانتقاء) وحسب المعادلة التالية:

$$\mathrm{Pc} = \frac{(\mathrm{Pc}_1 + \mathrm{Pc}_2)}{2}$$

حيث Pc_1 : تمثل احتمالية التزاوج للفرد الاول, Pc_2 :تمثل احتمالية التزاوج للفرد الثاني

Pc : تمثل الاحتمالية التزاوج التي ستطبق على الخوارزمية الجينية.

هذه الاحتمالية الناتجة تكون قيمة الجينة الاولى من الجزء الثاني من الكروموسوم للطفل الناتج من عملية التزاوج وحسب هذه الاحتمالية وباحتمالية متساوية من ولكل خلية مخبأة وخلية اخراج ينتقى احد الابوين عشوائيا وتستنسخ كل اوزان الموصلات القادمة الى تلك الخلية من الاب المختار الى الطفل الوحيد الناتج .

2- ادخال بعض الطفرات على الطفل الجديد : تستعمل الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا ثلاثة انواع من الطفرات وهي :

أ- اضافة قيمة عشوائية مختلفة الى موصلات عدد من خلايا الاخراج والخلايا المخبأة العشوائية ويتم تطبيق هذه الطفرة باحتمالية معينة وهذه الاحتمالية تكون قيمتها محسوبة من معدل احتمالية الطفرة الموجودة في الجينة الثانية من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الاول مع الجينة الثانية من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الثاني , وحسب المعادلة التالية :

$$Pm = \frac{(\mathrm{Pm}_1 + \mathrm{Pm}_2)}{2}$$

حيث Pm_1 : تمثل احتمالية الطفرة لاضافة قيمة عشوائية الى موصلات عدد من خلايا الاخراج والخلايا المخبأة للفرد الاول, Pm_2 : تمثل احتمالية الطفرة لاضافة قيمة عشوائية الى موصلات عدد من خلايا الاخراج والخلايا المخبأة للفرد الثاني.

Pm : تمثل الاحتمالية الطفرة التي ستطبق على الخوارزمية الجينية.

هذه الاحتمالية الناتجة تكون قيمة الجينة الثانية من الجزء الثاني من الكروموسوم للطفل الناتج من عملية التزاوج وحسب هذه الاحتمالية تتم اضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات

ب- حذف وزن عشوائي ويتم تطبيق هذه الطفرة باحتمالية معينة وهذه الاحتمالية تكون قيمتها محسوبة من معدل احتمالية الطفرة الموجودة في الجينة الثالثة من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الاول مع الجينة الثالثة من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الثاني , وحسب المعادلة التالية :

$$Pm = \frac{(Pm_1 + Pm_2)}{2}$$

حيث Pm_1 : تمثل احتمالية الطفرة لحذف وزن عشوائي للفرد الاول , Pm_2 : تمثل احتمالية الطفرة لحذف وزن عشوائي للفرد الثاني.

Pm : تمثل الاحتمالية الطفرة التي ستطبق على الخوارزمية الجينية.

هذه الاحتمالية الناتجة تكون قيمة الجينة الثالثة من الجزء الثاني من الكروموسوم للطفل الناتج من عملية التزاوج وحسب هذه الاحتمالية ينتقى عشوائيا موصلا واحدا في الشبكة وتوضع قيمته صفر.

ج- حذف عقدة مخبأة عشوائية ويتم تطبيق هذه الطفرة باحتمالية معينة وهذه الاحتمالية تكون قيمتها محسوبة من معدل احتمالية الطفرة الموجودة في الجينة الرابعة من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الاول مع الجينة الرابعة من الجزء الثاني من كروموسوم الاب الثاني , وحسب المعادلة التالية :

$$Pm = \frac{(Pm_1 + Pm_2)}{2}$$

حيث Pm_1 : تمثل احتمالية الطفرة لحذف عقدة مخبأة للفرد الاول, Pm_2 : تمثل احتمالية الطفرة لحذف عقدة مخبأة للفرد الثاني.

Pm : تمثل الاحتمالية الطفرة التي ستطبق على الخوارزمية الجينية.

هذه الاحتمالية الناتجة تكون قيمة الجينة الرابعة من الجزء الثاني من الكروموسوم للطفل الناتج من عملية التزاوج وحسب هذه الاحتمالية ينتقى عشوائيا خلية مخبأة لتحذف هي وموصلاتها .

اما الجينة الخامسة من الجزء الثاني من الكروموسوم والتي تمثل طريقة الاحلال فتختار عشوائيا اما من الاب الاول او الثاني وتوضع في كروموسوم الطفل الناتج .

وبعد تكوين الطفل الناتج يكون كروموسوم هذا الطفل يتكون من جزءين الجزء الاول وهو اوزان الشبكة العصبية والجزء الثاني وهو المعاملات والعوامل الجينية حيث تحسب صلاحية الطفل الجديد من خلال تطبيق خوارزمية أنسياب ألخطأ خلفا وكما تم شرحه سابقا .

3- احلال الطفل الجديد بدلا لاحد افراد المجتمع : بعد حساب صلاحية الطفل الناتج يتم احلال الطفل بدلا لاحد افراد المجتمع وهناك عدد من طرق الاحلال ونختار الطريقة بالاعتماد على قيمة الجينة الخامسة من الجزء الثاني من الكروموسوم الطفل الناتج , وقد استخدمنا طرق الاحلال التالية [3],[2],[1]:

أ- احلال باستخدام تقنيات المجتمعات التحتية وتشمل تقنية (Preselection) لكافيشو (Cavicohio) وتقنية التزاحم (Crowding) لدي جونج (De jong) .

ب- أحلال باستخدام الطرق العادية وتشمل إحلال المجموعات الثنائية واحلال المجموعات الثلاثية

وبعد توقف الخوارزمية الجينية يتم أختيار افضل شبكة عصبية من حيث التصميم الاقل تعقيدا وعدد الخلايا المخبأة المناسبة وكذلك اقل عدد من الموصلات وكذلك من حيث كلفة الشبكة المرغوبة . وبعد ذلك نجري على هذه الشبكة بعض الضوضاء للتاكد من كفاءتها .

النتائج

تم تنفيذ الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا وبأستعمال مجتمعات أبتدائية عشوائية مختلفة وبأستعمال حجم مجتمع يتكون من 50 فرد وباستعمال انتقاء المجموعات الصدفية وعامل التزاوج المنتظم UX وتم تطبيق الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا على عدد من المسائل اللاخطية القياسية. وقد كانت النتائج التي حصلنا والتي سنعرضها لاحقا هي تعتبر أفضل تصاميم لشبكة انسياب الخطأ خلفا ولكل نوع من عملية الاحلال وذلك لغرض اجراء مقارنة

بين طرق الاحلال جميعها حيث كما معروف فأن المجتمع الواحد عند نهاية تنفيذ الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا يتكون من تصاميم مختلفة لشبكة انسياب الخطأ خلفا وبجميع طرق الاحلال وفيما يلي عرض مفصل للنتائج التي حصلنا عليها:

اولا: مسألة XOR :

أن مسألة XOR تتطلب مدخلين ومخرج واحد و اربعة انماط تدريب . وفيما يلي أفضل النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق الخوارزمية .

جدول رقم (1) يوضح افضل شبكة عصبية حصلنا عليها لمسألة XOR

نوع الاحلال	احتمالية التزاوج	احتمالية اضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات	احتمالية حذف عقدة مخبأة	أحتمالية حذف وزن عشوائي	تصميم الشبكة			كلفة الشبكة	traning	test
					عدد خلايا الادخال	عدد الخلايا المخبأة	عدد خلايا الاخراج			
Preselection	0.8	0.001	0.002	0.06	2	2	1	0.08	100%	100%
Crowding	0.9	0.002	0.01	0.04	2	2	1	0.002	100%	100%
احلال المجموعات الثنائية	0.7	0.01	0.01	0.01	2	2	1	0.008	100%	100%
احلال المجموعات الثلاثية	0.6	0.03	0.002	0.05	2	2	1	0.002	100%	100%

مناقشة

من الجدول رقم (1) نستنتج بان تقنيات المجتمعات التحتية (تقنية ال Preselection وتقنية crowding) وطرق الاحلال العادية (احلال المجموعات الثنائية والثلاثية) لهما نفس الكفاءة من حيث تصميم الشبكة العصبية لانه في التقنيتين تتكونان من شبكة عصبية تحتوي على خليتين من الخلايا المخبأة

ثانيا: مسالة 6-bit parity :

أن هذه المسألة تتطلب ستة مدخلات ومخرج واحد و64 نمط تدريب وعملها اذا كان عدد الرقم 1 هو عدد فردي فالناتج يكون 1 اما اذا كان عدد الواحد هو رقم زوجي فالناتج يكون صفر. وفيما يلي افضل النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق الخوارزمية .

جدول رقم (2) يوضح افضل شبكة عصبية حصلنا عليها لمسألة 6-bit parity

نوع الاحلال	احتمالية التزاوج	احتمالية اضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات	احتمالية حذف عقدة مخبأة	أحتمالية حذف وزن عشوائي	تصميم الشبكة			كلفة الشبكة	traning	test
					عدد خلايا الادخال	عدد الخلايا المخبأة	عدد خلايا الاخراج			
Preselection	0.9	0.002	0.001	0.02	6	6	1	0.003	100%	100%
Crowding	0.7	0.001	0.02	0.01	6	6	1	0.001	100%	98%
احلال المجموعات الثنائية	0.7	0.01	0.01	0.02	6	9	1	0.002	100%	98%
احلال المجموعات الثلاثية	0.9	0.001	0.04	0.002	6	7	1	0.01	100%	92%

مناقشة

نلاحظ من الجدول رقم (2) بان عملية الاحلال باستخدام تقنيات المجتمعات التحتية أفضل من طرق احلال المجموعات الثنائية والثلاثية وذلك من حيث الحصول على التـصميم الاقـل تعقيدا. اما احلال المجموعات الثلاثية فافضل من احلال المجموعات الثنائية .

ثالثا: مسألة Adder:

أن هذه المسألة تتطلب رقمين ثنائيين وكل رقم يتكون من ثنائيتين (bits) , وتتكون مخرجاته من ثلاثة ثنائيات (bits) وتتكون من ستة عشر نمط تدريب , وفيما يلـي أفـضل النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق الخوارزمية .

جدول رقم (3) يوضح افضل شبكة عصبية حصلنا عليها لمسألة Adder

نوع الاحلال	احتمالية التزاوج	احتمالية اضافة قيمة عشوائية الى اوزان الموصلات	احتمالية حذف عقدة مخبأة	أحتمالية حذف وزن عشوائي	تصميم الشبكة			كلفة الشبكة	Traning	Test
					عدد خلايا الادخال	عدد الخلايا المخبأة	عدد خلايا الاخراج			
Preselection	0.9	0.001	0.1	0.01	4	4	3	0.001	100%	98%
crowding	0.9	0.02	0.1	0.03	4	5	3	0.02	98%	92%
احلال المجموعات الثنائية	0.7	0.002	0.003	0.002	4	7	3	0.001	100%	98%
احلال المجموعات الثلاثية	0.6	0.002	0.02	0.001	4	6	3	0.002	100%	98%

مناقشة

1- نلاحظ من الجدول رقم (3) بان عملية الاحلال باستخدام تقنية ال Preselection افضل طريقة من حيث تصميم الشبكة العصبية لانه في تقنية ال Preselection حصلنا على شبكة عصبية اقل تعقيد من حيث التصميم (عدد الخلايا المخبأة ونسبة الكفاءة) مقارنة مع الشبكة العصبية التي حصلنا عليها من بقية طرق الاحلال .

2- نلاحظ من الجدول رقم (3) بان عملية الاحلال باستخدام تقنيات المجتمعات التحتية أفضل من طرق احلال المجموعات الثنائية والثلاثية وذلك من حيث الحصول على التصميم الاقل تعقيدا . اما احلال المجموعات الثلاثية فانها افضل من احلال المجموعات الثنائية من حيث السرعة في الوصول الى الحل الامثل .

الاستنتاجات

من المناقشات السابقة نستنتج :-

1- من خلال التجارب فان انجازية الخوارزمية الجينية تعتمد على الاختيار الجيد للقيم الابتدائية للعوامل الجينية (احتمالية التزاوج واحتماليات الطفرة وطرق الاحلال) وبما ان تحديد افضل قيم ابتدائية لهذه العوامل يتم تجريبيا لحين الوصول الى انجازية مناسبة للمشكلة

المراد حلها وهذا عمليا يأخذ الكثير من الوقت والجهد لذا فقد اتضح ان من المفيد جدا ايجاد طريقة لتحديد هذه القيم اوتوماتيكيا داخل الخوارزمية. وان باستعمال الخوارزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا ساعدت في حل الكثير من المشاكل وساعدت في حصولنا على نتائج انجازية افضل والسبب الرئيسئ وراء استعمال عوامل ومعاملات مؤقلمة ذاتيا ضمن الخوارزميات الجينية هو لخلق خوارزميات تعرض انجازية جيدة وهي لهذا السبب تعد موثوقة ومقبولة لاستعمالها لحل مشاكل الامثلية.

2- ان طريقة التاقلم الذاتي للعوامل الجينية تتضمن تقليص عدد المدخلات بالنسبة للخوارزمية الجينية مما يوفر سهولة ووضوح التنفيذ بالنسبة لمستعمل النظام , حيث ان الطريقة لاتحتاج الى ادخال المعاملات الجينية (احتمالية التزاوج واحتماليات الطفرة وطرق الاحلال حيث هذه القيم تحسب داخل النظام دون الحاجة الى ادخالها مسبقا.

3- ساعدت الخوالرزمية الجينية المؤقلمة ذاتيا والتي تم تصميمها الى امكانية استخدامنا في التنفيذ الواحد احتماليات تزاوج واحتماليات طفرة مختلفة وجميع طرق الاحلال وبالتالي استطعنا ان نعمل مقارنة بين طرق الاحلال جميعها في المجتمع الواحد عند كل تنفيذ وهذا يوفر الكثير من الوقت , بينما كنا في بحوثنا السابقة نستخدم طريقة احلال واحدة واحتمالية تزاوج واحدة واحتمالية طفرة واحدة عند كل تنفيذ ويجب علينا ان ننفذ الخوارزمية عدد من المرات لغرض اجراء المقارنة.

4- توصلنا من خلال التجارب بان افضل طريقة للاحلال هي تقنيات المجتمعات التحتية تكون افضل من طرق الاحلال العادية (أحلال المجموعات الثنائية والثلاثية) في الحصول على شبكات عصبية اقل تعقيدا مقارنة بالشبكات العصبية التي حصلنا عليها من طرق احلال المجموعات الثنائية والثلاثية .

5- تقنية ال Preselection افضل طرق الاحلال من حيث تصميم وتدريب شبكة عصبية حيث حصلنا على شبكات عصبية اقل تعقيدا من طرق الاحلال الاخرى . والسبب يعود الى انه في تقنية ال preselection الطفل يحل محل والده الاكثر شبها محافظا على التنوعية

بدرجة اعلى مما في التقنيات الاخرى التي يحل فيها الطفل محل فرد عشوائي يختار من المجتمع .

6- توصلنا من خلال التجارب ان احلال المجموعات الثلاثية افضل من احلال المجموعات الثنائية .

المصادر

1- Schmidt M., Stidsen T. [1997] . Hybrid Systems : Genetic Algorithms ,Neural Networks and Fuzzy Logic , DAIMIIR.

2- Golberg D.E. [1989]. Genetic Algorithms in search ,optimization and machine learning , Reading, MA: Addition-Wesley.

3- Mitchell M. [1996]. An introduction to Genetic Algorithms. Abradford book.

4- Galaviz J.,Kuri A. [1997]. A Self – Adaptive Genetic Algorithm for Function Optimization . Research Index, Mexico.

5- Vekaria K., Clack C. [1999]. Selective Crossover in Genetic Algorithms: An Empirical Study. Paper ,Landon.

6-Julstrom B. A. [1996]. Adaptive Operator Probabilities. www.uwasa.fi/cs/pubications/2NWGA/node16.nt1.

7-Spears W.M. [1995]. Adapting Crossover in Evolutionary Algorithms.Paper , puplished in 9/may/95, Washington ,USA.

8-Maričić B. [1991]. Current Trends in Neural Network Design Tools Research. EC-Newsletter, Vol.3,No. 1,pp37-45.

9- Zurada J.M. [1998]. Introduction to Artificial Neural Systems. JAICO Puplishing House.

ملحق: قاموس المصطلحات

المختزل	المصطلح بالانجليزية	المصطلح بالعربية
GAs	Genetic Algorithms	الخوارزميات الجينية
SSGA	Steady State Genetic Algorithm	الخوارزمية الجينية لحالة الاستقرار
	Selection	الانتقاء
	Crossover	التزاوج
	Mutation	الطفرة
	Replacement	الإحلال
	Chromosome	كروموسوم
	Stochastic tournament selection	انتقاء المجموعات الصدفية
ANN	Artificial Neural Networks	الشبكات العصبية الاصطناعية
	Self - Adaptation	التأقلم الذاتي
Bp	Back Propagation	شبكة أنسياب الخطأ خلفا
	Replacement	الاحلال
	Sub population	المجتمعات التحتية