

## The Use of the Artificial Immune Network Algorithm AIN in Distinguishing English Character Pattern

Maha Abd Alellah Mohammad

Mahaabd77@uomosul.edu.iq

Collage of computer science and Mathematics

University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 07/10/2012

Accepted on: 30/01/2013

### ABSTRACT

The focus of the present research is on the issue of patterns compatibility regarding an English letter through the use of a probable research Algorithm called the Artificial Immune Network (AIN). The research clarifies the algorithm ability in patterns compatibility between the original (ideal) pattern of the letter and the deformed patterns since the Artificial Immune Network (AIN) is good for some tasks that require examples. It applies to the issues that have large (wide) areas and large variables. In addition, it can also be quickly and easily solved as well as it provides a solution that is quite near to the ideal solution of the patterns used, The data base used contain file involves data for each original (ideal) pattern of the English letter, the pattern recognition operation (template matching) provided %94 by using Artificial Immune Network. knowing that we obtain the practical result by using MATLAB 2008.

**Keywords:** Natural immune system, artificial immune system, pattern recognition, clonal selection theory, Artificial immune network.

استخدام خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية AIN في تمييز أنماط الحروف الإنكليزية

مها عبد الإله البدرواني

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ قبول البحث: 2013/01/30

تاريخ استلام البحث: 2012/10/7

### المخلص

تركز الاهتمام في هذا البحث على مسألة تطابق الأنماط للحرف الإنكليزي باستخدام خوارزمية بحث احتمالية تدعى الشبكة المناعية الاصطناعية. يوضح البحث إمكانية الخوارزمية في تطابق الأنماط ما بين النمط الأصلي (المثالي) للحرف والأنماط المشوهة، لكون خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية جيدة لعدد من الأعمال التي تتطلب الأمثلة، فهي تطبق على المسائل التي تمتلك مساحة واسعة ومتغيرات كبيرة وفي الإمكان حلها بسهولة وسرعة، كما إنها تعطي حلاً قريباً جداً من الحل المثالي للأنماط المستخدمة، قاعدة البيانات المستخدمة تتضمن ملفاً يحتوي بيانات لكل نمط حرف إنكليزي أصلي، حققت عملية تمييز أنماط الحروف الإنكليزية (طريقة مطابقة

القالب) باستخدام الشبكة المناعية الاصطناعية نسبة 94% علما انه تم الحصول على النتائج عملياً باستخدام لغة MATLAB 2008.

الكلمات المفتاحية: الجهاز المناعي الطبيعي , نظام المناعة الاصطناعي, تمييز الانماط , نظرية الانتقاء النسيلي , الشبكة المناعية الاصطناعية.

## 1. المقدمة

يأخذ البحث في الذكاء الاصطناعي اتجاهين يحاول الفرع الأول تسليط الضوء على طبيعة ذكاء البشر ومحاولة التشبيه له، بقصد نسخه أو مطابقته أو ربما التفوق عليه ويحاول الاتجاه الثاني بناء نظم خبيرة تعرض سلوك ذكي بغض النظر عن مشابهته لذكاء الإنسان[5].

وتهتم الدراسات الأخيرة ببناء أدوات ذكية لمساعدة الإنسان في مهام معقدة مثل التشخيص الطبي، التحليل الكيماوي، اكتشاف النفط، وتشخيص الأعطال في الآلات، كما يتضمن الذكاء الاصطناعي أنظمة أخرى مثل: أنظمة ذات إدراك بصري، أنظمة تفهم اللغة الطبيعية، أنظمة تعرض قدرات تعلم الآلة، النظم الخبيرة في التصنيع[3].

يعمل الذكاء الاصطناعي معتمدا على مبدأ مضاهاة التشكيلات التي يمكن بواسطته وصف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خواصها الكيفية وعلاقتها المنطقية والحسابية، إذ أنه برغم أن أجهزة الحسابات أكثر دقة على تخزين المعلومات من البشر فان البشر لديهم قدرة اكبر على التعرف على العلاقات بين الأشياء، وباستخدام هذه القدرة لدى البشر يمكن فهم صورة المنظر الطبيعي وصورة الأشخاص ومكونات العالم الخارجي وفهم معانيها وعلاقات بعضها ببعض ولو أمكن وضع هذه المقدرة في جهاز الحاسب لأصبح ذكيا، و برغم هذه التعريفات المتعددة فلم يتم الوصول إلى تعريف حاسم للذكاء الاصطناعي، والرأي الغالب في هذا الوقت هو تعريف الذكاء الاصطناعي على انه دراسة الملكات العقلية للإنسان باستخدام النماذج الحسابية لإكساب الحاسوب بعضا منها [2][13].

## 2. هدف البحث

يهدف البحث إلى استخدام إحدى التقنيات الذكائية الاصطناعية وهي النظام المناعي الاصطناعي حيث تم استخدام خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) في تمييز أنماط الحروف الانكليزية باستخدام إحدى طرائق تمييز الأنماط وهي طريقة مطابقة القالب ، تم إدخال أنماط مشوهة وغير واضحة من الحروف الانكليزية وباستخدام الخوارزمية استطاعت الشبكة المناعية من تحديد مدى الأمثلية أو المطابقة لكل نمط مشوه مع النمط الأصلي للحرف الانكليزي من خلال تكرار خطوات الخوارزمية باستتساخ النمط الذي يحمل قيمة أمثلية عالية وحذف النمط الذي يمتلك قيمة أمثلية اقل من القيمة المحددة لكل نمط أصلي، برهنت النتائج قدرة خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية على تمييز اغلب الأنماط المشوهة المدخلة.

## 3. الدراسات السابقة في تمييز أنماط الحروف

يعد تمييز الأنماط من أهم المواضيع التي تشغل الباحثين في الوقت الحاضر إذ يتم الاعتماد فيها على مبرمجين أكفاء ذوي خبرة عالية لبناء نظام حاسوبي قادر على تمييز الأنماط بواسطة تقنيات وخوارزميات معينة

كثفتيات الذكاء الاصطناعي، في بحوث سابقة تم إجراء عملية تمييز أنماط الحروف الإنكليزية باستخدام الخوارزمية الجينية [1]، إذ تم اعتماد طريقة مطابقة القالب في تمييز النمط المشوه للحرف الإنكليزي ومقارنته مع الحرف الإنكليزي الأصلي.

العالم C.-L. LIU, C. [6] سنة (2007) أنجز بحثاً في مجال تمييز الأنماط، أما العالمان C.-L. LIU, C. Y. SUEN [7] سنة (2009) فأنجزا بحثاً في مجال تمييز خطوط الكتابة اليدوية، أما C.-L. LIU, H. SAKO [8] سنة (2006) فأنجزا بحثاً في تمييز الأنماط، كما أنجز الباحثون T. H. SU, T. W. ZHANG, D. J. GUAN, H. J. HUANG [16] سنة (2008) بحثاً عن تمييز الكتابة اليدوية الصينية في مجال تمييز الأنماط وبطريقة التقطيع .

#### 4. الجهاز المناعي الطبيعي

لقد تمت دراسة جهاز المناعة عند الإنسان بصورة جيدة لما يزيد عن المائة عام ولكن لا يزال هذا الجهاز لم يفهم بشكل كامل، فـجهاز المناعة هو نظام دفاعي متطور يحمي المضيف من الكائنات الممرضة (الكائنات الحية المجهرية المؤذية مثل البكتيريا والفايروسات والطفيليات) [9].

يتم تنشيط الجهاز المناعي ألتكفي أو "المتخصص" بواسطة الجهاز المناعي الطبيعي "غير المتخصص" الأقدم من حيث النشأة (والذي يعد آلية دفاع المضيف الأساسية ضد العوامل المسببة للمرض في معظم الكائنات الحية الأخرى) [2]، وتزداد الاستجابة المناعية التكييفية للجهاز المناعي لدى الفقاريات بالقدرة على التعرف على عوامل مسببة للمرض معينة وتذكرها لتوليد مناعة ولشن هجمات دفاعية أقوى في كل مرة تتم فيها مواجهة هذه العوامل المسببة للمرض على وجه التحديد، ويشار إلى هذا النوع من المناعة باسم المناعة التكييفية نظراً لأن الجهاز المناعي في الجسم يعد نفسه لمواجهة أية عوامل مسببة للمرض أو كائنات غريبة في المستقبل، ويتميز هذا الجهاز بأنه قابل للتكيف بدرجة عالية بسبب فرط الطفرة الجسدية (حدوث مجموعة من الطفرات الجسدية المتلاحقة بشكل سريع) وعملية إعادة تشكيل اتحاد جيني غير قابلة للعكس لأجزاء من جينات مستقبلات الأجسام المضادة [14].

#### 5. نظام المناعة الاصطناعي Artificial Immune System

إن نظام المناعة الاصطناعي منهج ذكي متطور حديث مستوحى من جهاز المناعة الطبيعي في الإنسان، ظهر في التسعينات على انه فرع جديد من الحساب التطوري، إن جهاز المناعة الطبيعي معقد جداً ليتم محاكاته صناعياً ولكن نجح A.B.Watkins بمحاكاة أهم وظائف جهاز المناعة الطبيعي فيما يخص تمييز الأنماط [13].

إن نظام المناعة الاصطناعي هو مجموعة من خوارزميات التصنيف الذكية التي تستخدم آلية دفاع المناعة الطبيعية لأغراض تقنية قادرة على التكيف والتعلم، لذلك انتشر هذا المفهوم في تطبيقات تقنية عديدة خلال العقود الأخيرة [2].

يمكن تقسيم الخوارزميات في أنظمة AIS بشكل واسع على ثلاثة أصناف مستندة إلى النظريات الإحيائية الملهمة منها [12]:-

1. الخوارزميات المبنية على المجتمع (population-based).

2. الخوارزميات المبنية على الشبكة (network-based).

3. الخوارزميات المبنية على نظرية الخطر (danger theory).

لقد تم تطبيق الأنظمة المناعية الاصطناعية بوصفها حلاً للمشكلات في مجالات واسعة، منها تمييز الأنماط، كشف الخطأ والشذوذ، تحليل البيانات، الأنظمة المعتمدة على الوكلاء، وسائل البحث والأمثلية، حماية أنظمة المعلومات كما واستخدمت أيضاً مرتبطة مع الأساليب الأخرى في بناء أنظمة مهجنة مثل الخوارزميات الجينية والشبكات العصبية الاصطناعية والمنطق المضرب [2].

### 6. الخوارزميات المبنية على الشبكة Network Based Algorithm

لقد صنفنا نماذج الشبكة المناعية إلى صنفين وهما: - النماذج المستمرة والنماذج المتقطعة، تم افتراض الاستجابة المناعية في النماذج المستمرة بان تكون مستمرة مقارنة مع ما موجود في النماذج المتقطعة بان تكون ضمن خطوات زمنية متقطعة. النماذج المستمرة موصوفة من خلال مجموعة المعادلات التفاضلية، وغرضها الرئيسي هو في نمذجة الظاهرة الإحيائية [10][11]، وفيما يلي أصناف الخوارزميات المبنية على الشبكة:

1. نماذج الشبكة المناعية المستمرة Continuous Immune Network Models.

2. نماذج الشبكة المناعية المتقطعة Discrete Immune Network Models.

3. الشبكة المناعية الاصطناعية Artificial Immune Network (AIN).

### 7. تمييز الأنماط

نتيجة للضغط الذي ولدته التقانات الحديثة دعت الحاجة إلى ضرورة بناء آلات تستطيع القيام بالمهام التي يقوم بها الإنسان على نحو أدق وأسرع وبكلفة اقل مما يقوم به البشر من اجل مواكبة التطور الهائل والسريع في أنشطة الحياة المختلفة [8].

لقد حاول الإنسان تدريجياً تعليم الآلة تمييز الأشياء المختلفة ليظهر فيما بعد التمييز الآلي أو ما يعرف بتمييز الأنماط (Patterns recognition)، وهو المجال الذي يعنى بدراسة كيفية قيام الآلة بمراقبة البيئة وتعليمها تمييز الأنماط ذات الاهتمام مما يحيط بها ثم اتخاذ القرار لتصنيف هذه الأنماط إلى أصناف، والأنماط جمع نمط وهو يمثل كل كائن يأخذ قيمة واسماً كأن يكون صورة لبصمة إصبع أو كلمة مكتوبة بخط اليد أو وجه إنسان أو صوت إنسان، إذ لا يزال الباحثون يقدمون العديد من الدراسات والأفكار الجديدة لإيجاد التطبيقات في مجال تمثيل المعالم وتمييزها آلياً [15].

اتسعت مساحة مجال تطبيق تمييز الأنماط لتشمل تطبيقات عديدة في مجالات الحياة المختلفة مثل التطبيقات الهندسية الطبية ومجالات أخرى مثل حقل الذكاء الاصطناعي (Artificial intelligence) والاستشعار عن بعد (Remote sensing) فضلاً عن التسويق (Marketing) إن تصميم أي نظام لتمييز الأنماط يتطلب الانتباه إلى الأمور الآتية [5]:

تعريف الأصناف، تمثيل النمط، استخلاص الخصائص، تصميم المصنف، تقييم الأداء.

هنالك عدة طرق لتمييز الأنماط تم اعتماد طريقة الارتباط ومطابقة القالب (Template-Matching Correlation Method and Prototypes) مرحلة التعليم في هذه الطريقة تقوم على تخزين مجموعة من القوالب أو Templates، قالب من كل صنف في الحاسوب، أما عملية المقارنة تتم بخزن النمط الداخل على شكل مصفوفة ويقارن مع القوالب الموجودة في الجهاز Bit By Bit وتعطى قيمة للمقارنة [5].

## 8. نظرية الانتقاء النسيلى Clonal Selection Theory

وهي خوارزمية المناعة المكتسبة التي توضح كيف تقوم خلايا T و B الليمفاوية بتحسين استجابتها للمستضدات في أكثر من مرة وتدعى Affinity maturation (نضوج التقارب) هذه الخوارزمية تركز على الصفات الداروينية [2]، حيث يتم الاختيار بالاعتماد على نسب التقارب من تفاعلات (ضد\_مستضد). الاستساخ مستوحى من انقسام الخلايا والاختلاف مستوحى من الطفرة (Somatic hyper mutation)، إن خوارزمية الانتقاء النسيلى هي الأكثر شيوعاً وتطبق في مجالات التحسين وتمييز الأنماط، وفي عام 2000 تم التركيز على مفهوم الانتقاء النسيلى، وتم اختبار هذه الخوارزمية في مسألة تمييز الأحرف الثنائية ومهمات الأمثلية ذات الحدود المتعددة ومسألة البائع المتجول (Traveling Salesman Problem (TSP)، وسميت هذه الخوارزمية بـ CLONAL وتم الأخذ فيها بالسمات المناعية الرئيسية [2][4].

أتفق قسم من الباحثين على إن الخوارزمية الجينية من دون عملية التزاوج إنما هي عبارة عن نموذج لخوارزمية الانتقاء النسيلى، وعلى أية حال فإن الخوارزمية الجينية القياسية تفسر خاصيتين مناعيتين مهمتين وهما التكاثر النسبي وعملية الطفرة، وربما تتضمن المسألة المراد إيجاد أمثلية لها في بعض الحالات أنماطاً ذاتية ومتغيرة مع تغير عامل الزمن في المسألة [10].

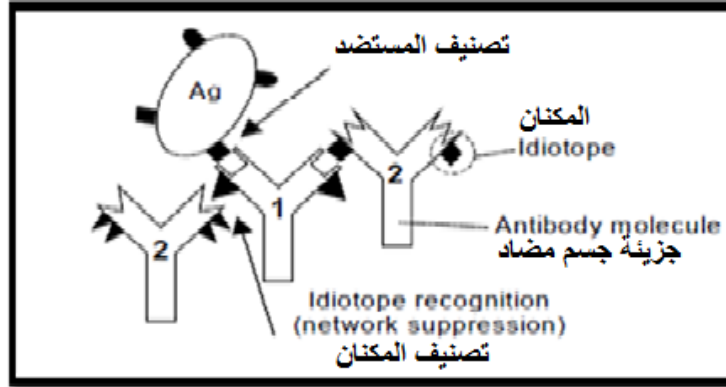
خطوات نظرية الانتقاء النسيلى المستخدمة في البحث موضحة كالآتي:

1. لتكن  $S$  مجموعة من العناصر المراد تمييزها (antigens) والتي تمثل الأنماط المشوهة المدخلة ولتكن  $M$  مجموعة من العناصر المراد المقارنة معها (Antibodies) والتي تمثل الأنماط الأصلية للحروف الإنكليزية.
2. تحديد مدى الأمثلية أو المطابقة (affinity) والذي يمثل الفرق في عدد الـ Bites بين النمط الأصلي والنمط المشوه للحرف الإنكليزي على عدد Bites الكلي للنمط و لكل عنصر من المجموعة مع كل عنصر من المجموعة  $M$  وانتقاء  $n$  من العناصر من المجموعة  $S$  حسب معيار للأمثلية.
3. استساخ عناصر المجموعة  $n$  وتكوين مجموعة النسخ  $C$ ، حيث يتناسب عدد نسخ كل عنصر طردياً مع مدى الأمثلية الذي يمثل قيمة معينة خاصة لكل نمط للحرف الإنكليزي الأصلي (كلما كانت أمثلية العنصر عالية، يزداد عدد النسخ المكونة منه و العكس صحيح).
4. عمل طفرة (hyper mutation) من نوع (bit inversion) في قيمة كل عنصر من المجموعة  $C$  وتكوين المجموعة  $C^*$ ، إذ تتناسب مع قيمة الطفرة (التغيير) عكسياً مع أمثلية العنصر (كلما كانت أمثلية العنصر عالية، يقل التغيير الحاصل عليه و العكس صحيح).
5. إضافة عناصر المجموعة  $C^*$  التي تم التعديل عليها واستبدالها بعناصر المجموعة  $S$  ذات الأمثلية الأدنى.
6. تكرار العملية إلى أن يتحقق شرط معين (الانتهاء من تمييز جميع الإدخالات).

## 9. الشبكة المناعية الاصطناعية (Artificial Immune Network (AIN)

إن شبكة المناعة الاصطناعية هي خوارزمية مبنية على المجتمع الذي يعمل على تطوير مجموعة مستكشفات (B-Cells) تتفاعل مع البيانات (Antigens) ومع أحدها الآخر، إن النموذج (AIN) طور من قبل باحثين De Castro و Von Zuben [7]، يقوم النموذج بتمثيل بعض من المبادئ الموجودة في نظرية الشبكة المناعية، وتتألف الشبكة النموذجية من العقد وهي خلايا إما (B-Cells) أو أضداد والتي تكون مرتبطة بالحافات لتشكل أزواج العقدة يتم تخصيص قيمة وزن أي (قوة الاتصال) لكل حافة للإشارة إلى التشابه

بين عقدتين وهكذا فإن الشبكة التي تتشكل أثناء التدريب تقدم على هيئة رسم بياني والشكل (1) يوضح المستقبلات التي تمييز الأنماط [10].



الشكل (1). يوضح المستقبلات التي تمييز المستضدات

### 10. خطوات نظرية الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN)

1. لتكن (P) مجموعة من الأنماط المشوهة للحرف الانكليزي، فإن الخوارزمية الأساسية لنظرية الشبكة المناعية الاصطناعية المستخدمة في البحث تعمل على النحو الآتي:-
  1. تكوين مجموعة أولية لإنتاج الأجسام المضادة والتي تمثل بيانات التدريب.
  2. لكل نمط مستضد في (P) نطبق نظرية الانتقاء النسيلى clonal selection algorithm المذكورة سابقاً في الفقرة (8).
  3. نكمل خطوات خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية بحيث لا نحصل على مجموعة من خلايا الذاكرة ( $M^*$ ) التي سوف ترجع مجموعة من خلايا الذاكرة ( $M^*$ ).
  4. تحديد الأمثلية (درجة التطابق) affinity لجميع الأنماط في ( $M^*$ ) والذي يمثل الفرق في عدد الـ Bites بين النمط الأصلي والنمط المشوه للحرف الانكليزي على عدد الـ Bites الكلي للنمط.
  5. حذف كل واحد من الأفراد (الأنماط الناتجة المشوهة) في ( $M^*$ ) الذي أمثليته تكون اقل من عتبة معينة (threshold) يتم تحديدها حسب نمط كل حرف انكليزي أصلي، الغرض من هذه العملية هو القضاء على التكرار في الشبكة بواسطة كبت عناصر التمييز الذاتي.
  6. دمج الأنماط المتبقية من الخطوة السابقة مع الأنماط الباقية التي وجدت لكل نمط مستضد، وهذا سيؤدي إلى عدد كبير من الأنماط M في الذاكرة.
  7. تحديد نسب الأمثلية affinity في الجيل M وكبت الجميع ماعدا واحد من العناصر الذاتية التمييز. وهذا سيؤدي إلى تقليل عدد الجيل النهائي في خلايا الذاكرة التي تتميز وتتبع التوزيع المتميز للمستضدات.
  8. تكرر الخطوات من 2 إلى 8 حتى يتحقق شرط التوقف المحدد مسبقاً وهو تمييز الأنماط.

### 11. الجانب العملي للبحث

تم في البحث استخدام إحدى التقنيات الذكائية الاصطناعية وهو النظام المناعي الاصطناعي AIS الذي يعتبر نظام مستوحى من جهاز المناعة الطبيعي لدى الإنسان إذ تم اعتماد خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية AIN في مسألة تمييز أنماط الحروف الانكليزية بطريقة (مطابقة القالب)، تم تنفيذ البرنامج

بلغت MATLAB 2008 حيث عند بدأ التنفيذ يتم إدخال الأنماط الأصلية للحروف الإنكليزية وخبزها في البرنامج بملف، إن قاعدة البيانات تتضمن تمثيل كل حرف إنكليزي على شكل مصفوفة 8\*8 حيث تمثل مرحلة تدريب الشبكة على الأنماط الأصلية المدخلة، شكل النمط للحرف الإنكليزي الأصلي (غير المشوه) هو عبارة عن مصفوفة 8\*8 حيث bit ذات اللون الأسود تمثل رقم (1) أما bit ذات اللون الأبيض تمثل الرقم (0) ثم يتم تحويل البيانات من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر، ثم تتم عملية إدخال الأنماط المشوهة للحروف الإنكليزية المراد تمييزها باستخدام خوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية حيث إن شكل النمط المشوه للحرف يكون أيضاً 8\*8 وبالنظام الثنائي ثم تحول إلى النظام السادس عشر، نلاحظ الشكل (2) يمثل واجهة إدخال الأنماط المشوهة للحروف الإنكليزية المراد تمييزها.

Parent 1		Parent 2		Parent 3		Parent 4	
p1	00000000 0	p1	00000000 0	p1	00000000 0	p1	00000000 0
p2	00000000 0	p2	00000000 0	p2	00000000 0	p2	00000000 0
p3	01101000 68	p3	01011000 58	p3	01111000 78	p3	01111000 78
p4	00101101 2D	p4	00001101 D	p4	00001101 D	p4	01100110 66
p5	01100100 64	p5	01111100 7C	p5	01111100 7C	p5	01111100 7C
p6	01001100 4C	p6	01001100 4C	p6	11001101 CD	p6	01001100 4C
p7	01110110 76	p7	01110110 76	p7	10000001 81	p7	01110110 76
p8	00000000 0	p8	00000000 0	p8	00000000 0	p8	00000000 0

Convert Affinity

Affinity

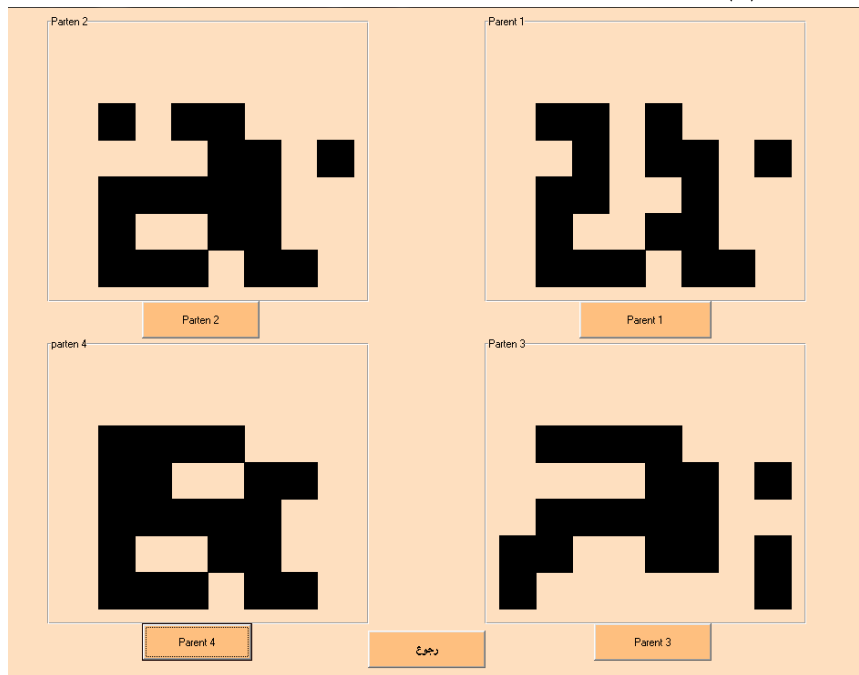
Parent 1 33 Parent 2 60 Parent 3 47 Parent 4 28

Show Char

الشكل (2). يمثل واجهة إدخال الأنماط المشوهة للحرف الإنكليزي (a)

نلاحظ أن الشكل (3) يمثل واجهة إدخال الأنماط المشوهة للحرف الإنكليزي (a) حيث تم تمثيلها بقيم

ثنائية (0, 1) أما الشكل (4) يمثل واجهة عرض الأنماط المشوهة.



#### الشكل (4). يمثل واجهة عرض الأنماط المشوهة المدخلة

ويكون عدد الأنماط المشوهة للحروف الانكليزية المدخلة حسب بيانات الشخص المستخدم للنظام (حسب حاجة الـuser).

الجدول (1) يمثل عرض معلومات النمط الذي تم اختياره للحرف الانكليزي المشوه حيث إن كلمة Affinity تمثل اختيار اكبر للـ Affinity للنمط المختار، والـ pattren تعني تسلسل النمط المختار، أما clon\_number تعني عدد نسخ الـ Pattren المحسوبة من المعادلة التالية:

$$\text{clon\_number} = \text{Affinity value} / 10 \quad \dots(1)$$

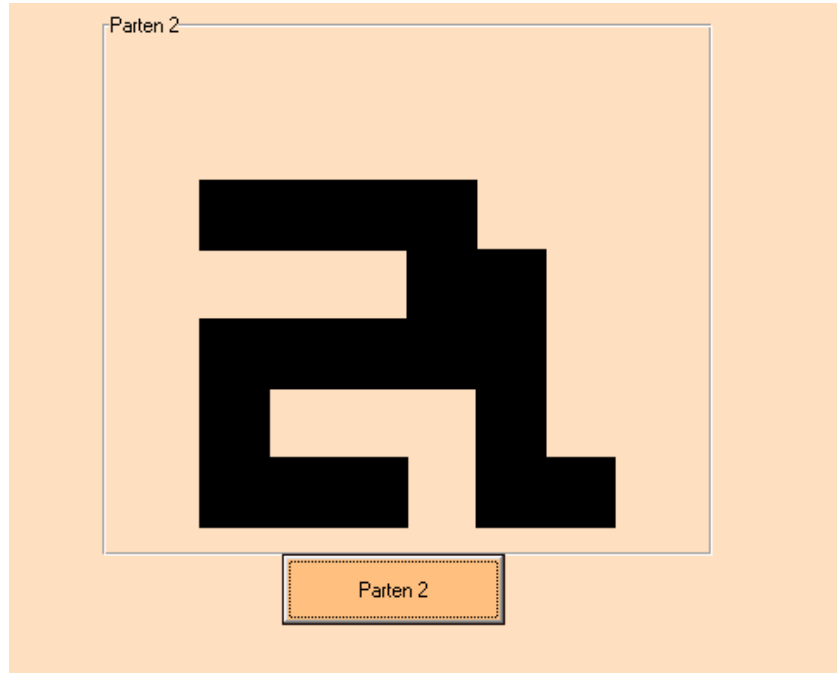
أما mutation\_number تعني مقدار الطفرة الناتجة من المعادلة التالية:

$$\text{mutation\_number} = \text{No. of All Bites} - \text{Affinity value} \quad \dots(2)$$

#### الجدول (1). يمثل معلومات النمط الذي تم اختياره

<i>Pattern information's</i>	<i>values</i>
Affinity	60
Pattern	2
Cloun_number	6
Mutation_number	4

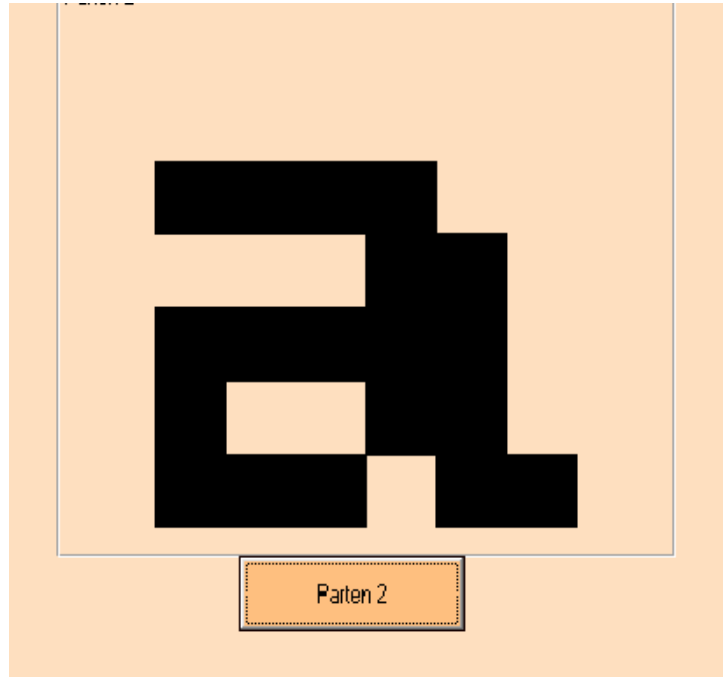
الشكل (5) يمثل عرض النمط المشوه بعد إجراء عملية معالج له وهي تكرار خطوات الخوارزمية مرة أخرى.



الشكل (5). يمثل عرض النمط الذي تم إجراء عملية معالجة له

الشكل (6) يوضح النمط للحرف الانكليزي بعد الانتهاء من إجراء عمليات المعالج عليه.





الواجهة (6). تمثل النمط المختار بعد الانتهاء من إجراء عمليات المعالج عليه.

## 12. الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها نلاحظ أن الأنماط الناتجة اقرب إلى النمط الأصلي وهي نسبة جيدة مقارنة ببحوث سابقة استخدمت الخوارزمية الجينية في تمييز أنماط الحروف الإنكليزية وذلك لان الخوارزمية الجينية قائمة على مبدأ الاحتمالية لذلك فإن الأنماط الناتجة في حالة تعدد الأجيال أحياناً لا تنتج أنماطاً مقاربة للنمط الأصلي للحرف الإنكليزي المدخل أو تتوقف الخوارزمية الجينية لتكرارات محددة دون الوصول إلى أنماط واضحة مقاربة للنمط الأصلي وهذه تعد نقاط ضعف في حالة استخدام الخوارزمية الجينية في تمييز أنماط الحروف الإنكليزية.

أما بالنسبة لخوارزمية الشبكة المناعية الاصطناعية (AIN) فان عملية حذف النمط المشوه الذي يمتلك قيمة أمثلية أو مطابقة (Affinity) اقل من الأنماط الأخرى واستتساخ النمط الذي يمتلك قيمة أمثلية عالية إضافة هذه الخطوات كفاءة عالية للشبكة المناعية الاصطناعية لذلك فان الأنماط الناتجة بعد تكرار خطوات الخوارزمية تكون اقرب إلى النمط الأصلي، لو تمت مقارنة نتائج عملية تمييز أنماط الحروف الإنكليزية (طريقة مطابقة القالب) باستخدام الخوارزمية الجينية [1] كانت نسبة التمييز 56% في حين أن عملية تمييز أنماط الحروف الإنكليزية (طريقة مطابقة القالب) باستخدام الشبكة المناعية الاصطناعية كانت نسبة التمييز 94% علماً أن النتائج تم الوصول إليها عملياً وباستخدام لغة MATLAB 2008.

المصادر

- [1] البدراني، مها عبد الإله، (2007)، " استخدام الخوارزمية الجينية في تطابق أنماط الحرف الانكليزي"، مجلة التربية والعلم، جامعة الموصل.
- [2] السراج، رشا غانم سعيد، (2012)، " تصنيف وثائق هندسة البرمجيات بالاعتماد على النظام المناعي الاصطناعي"، رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.
- [3] السيلاني إسماعيل علي، (2010)، "تصميم وتنفيذ نظام مناعي اصطناعي لكشف هجوم الفيض"، رسالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.
- [4] Ada, G.L. & Nossal, G.J.V. (1987), "The Clonal Selection Theory", Scientific American, 257(2), pp. 50-57.
- [5] Carter, J. H. (2000), "The Immune System as a Model for Pattern Recognition and Classification", Journal of the American Medical Informatics Association, 7(3), pp. 28-41.
- [6] C.-L. LIU. " Normalization-cooperated Gradient Feature Extraction for Handwritten Character Recognition ", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 29, 2007, p. 1465-1469.
- [7] C.-L. LIU, C.Y. SUEN. "A new benchmark on the recognition of handwritten Bangla and Farsi numeral characters in Pattern Recognition", vol. 42, 2009, p. 3287-3295.
- [8] C.-L. LIU, H. SAKO. "Class-specific feature polynomial classifier for pattern classification and its application to handwritten numeral recognition in Pattern Recognition", vol. 39, 2006, p. 669-681.
- [9] De Castro, L.N., & Von Zuben, F.J., (2001), "aiNet: An Artificial Immune Network for Data Analysis", In Data Mining: A Heuristic Approach, H. A. Abbass, R. A. Sarker, and C. S. Newton (Eds.), Idea Group Publishing, USA, Chapter XII, pp. 231-259.
- [10] De Castro, L.N. & Von Zuben, F.J. (2000), "The Clonal Selection Algorithm with Engineering Applications", GECCO'00 – Workshop Proceedings, pp. 36-37.
- [11] Forrest, S., Javornik, B., Smith, R.E. & Perelson, A.S. (1993), "Using Genetic Algorithms to Explore Pattern Recognition in the Immune System", Evolutionary Computation, 1(3), pp. 191-211.
- [12] Hofmeyr S. A. & Forrest, S. (2000), "Architecture for an Artificial Immune System", Evolutionary Computation, 7(1), pp. 45-68.
- [13] Julie Greensmith, 2003, "New Frontiers For An Artificial Immune System", School of Computing, University of Leeds, Copyright Hewlett-Packard Company.
- [14] L. L. MA, C.-L. LIU. On-line handwritten Chinese character recognition based on nested segmentation of radicals, in "Proc. 1st CJKPR", vol. 2, 2009, p. 929-933.
- [15] L. N. de Castro and J. Timmis, 2002, "Artificial Immune Systems: A Novel Paradigm to Pattern Recognition", Computing Laboratory, University of Kent at Canterbury.
- [16] T. H. SU, T. W. ZHANG, D. J. GUAN, H. J. HUANG." Off-line recognition of realistic Chinese handwriting using segmentation-free strategy in Patten Recognition", vol. 42, 2008, p. 167-182.