

Scansion Text Written in English language and Recognized Printed English Character using Bidirectional Associative Memory Network

Aseel W. Ali

aseelwaleed@uomosul.edu.iq

College of Computer sciences and Mathematics

University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 26/06/2011

Accepted on: 03/10/2011

ABSTRACT

The fact that English language is a universal language, so it is necessary to propose a computerized ways to recognize the texts written in English language, which will simplifies the reading of any text, treat it, and deal with it in a least possible time.

The BAM (Bidirectional Associative Memory) network was used to recognize the printed English letters, because it process the small size images of letters in an easy way, also BAM is working in two ways (forward and backward) and store the weights without any amendment, therefore BAM is considered as one of the networks of education controller (Supervised learning).

The recognition of the printed English text was done using the network BAM, while the printed English text was entered to the computer using the scanner, also BAM network used to recognize the letters that have some noise and after training; it gives successful results of recognition about 84.6%.

The aim of this research is to segment and recognize the printed English text, wither it is clear or it have some noise, Matlab R2008a language is used to accomplish this work.

Keywords: Pattern recognitions, Neural Networks, Bidirectional Associative Memory

تقطيع النص المكتوب باللغة الانكليزية وتمييز الحرف الانكليزي المطبوع باستخدام

شبكة Bidirectional Associative Memory

أسيل وليد علي

كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2011/10/03

تاريخ استلام البحث: 2011/06/26

المخلص

لكون اللغة الانكليزية لغة عالمية كان لابد من إيجاد طرائق حاسوبية لتمييز النصوص المكتوبة باللغة الانكليزية إذ سيسهل ذلك قراءة أي نص ومعالجته والتعامل معه بأقل وقت ممكن.

تم استخدام شبكة (Bidirectional Associative Memory) BAM في عملية تمييز الحروف الانكليزية المطبوعة لكونها شبكة سهلة التعامل مع الحجم الصغير لصورة الحرف، إذ أنها تعمل باتجاهين (تغذية أمامية وتغذية عكسية) وتخزن الأوزان ولا يحدث فيها تعديل للأوزان وتعد من الشبكات ذات التعليم المراقب (Supervised learning).

تم تمييز النص الإنكليزي المطبوع باستخدام شبكة BAM، ولقد تم إدخال النص المكتوب باللغة الانكليزية إلى الحاسوب باستخدام جهاز الماسح الضوئي كما استخدمت الشبكة في تمييز النصوص الني يمكن أن يكون بها بعض التشوه وتم التدريب عليها وقد أعطت نتائج ناجحة في عملية التمييز بنسبة 84.6%.

الهدف من البحث هو تقطيع وتمييز النصوص الانكليزية المطبوعة سواء كانت واضحة أم مشوهة.

تم استخدام لغة Matlab R2010a لإنجاز هذا العمل.

الكلمات المفتاحية: تمييز الانماط، الشبكات العصبية، ذاكرة الارتباط الثنائي BAM.

1.1 المقدمة:

إن التمييز الضوئي للحروف (Optical Character Recognition) هو تمييز صورة النص المكتوب ميكانيكياً أو إلكترونياً، وتكمن أهمية تمييز الرموز والحروف في المجالات التي تستخدم التوثيق الإلكتروني إذ يتم تحويل الكتب والوثائق إلى صيغة رقمية، ففي السابق كان يجب كتابة أو نقل هذه الوثائق إلى الحاسبة يدوياً وكانت تأخذ وقتاً وجهداً وكلفة كبيرة، ومع استخدام تقنية التمييز الضوئي للحرف تم توفير الوقت والجهد بالإضافة إلى تقليل الكلفة. إن التعرف على الحروف ضوئياً يجعل من الممكن تحرير النص أو البحث عن كلمة أو جملة وحفظها وتطبيق التقنيات عليها مثل الترجمة الآلية لنص الكلام، الرؤية الحاسوبية، التعرف على الأنماط، قراءة الشيكات في البنوك، قراءة الجوازات وكذلك في عمليات التوثيق والتي تكون ضرورية في المراكز البحثية والمكتبات الإلكترونية ومؤسسات الدولة الأمنية والعامة [9].

2.1 الدراسات السابقة:

نستعرض في هذه الفقرة الدراسات السابقة التي أنجزت في مجال تمييز الحروف الانكليزية، إذ أن، Anita, 2010 [1] قامت بتصميم نظام حاسوبي لتمييز الحرف الانكليزي باستخدام شبكة اليبيرسيبترون ذات الطبقة الخفية. الصفات المستخلصة للحرف المكتوب يدوياً استخلصت بطريقة تتبع الحدود باستخدام وصف فورير Fourier Descriptor ، إذ أن الحرف يعرف بواسطة تحليل شكله ومقارنته مع المواصفات التي تميز الحرف. في عام 2008 قام Sumit [8] بدراسة نظرية لتمييز الحروف المكتوبة يدوياً وذلك باستخدام الشبكات العصبية والمسافات الإقليدية القياسية. في البدء تم تدريب الشبكة العصبية وبعد ذلك استخدمت الشبكة في تمييز الحروف المجهولة والمكتوبة بخط اليد. وفي حالة عدم تطابق الخط اليدوي تستخدم المسافة الإقليدية القياسية لتحسين نسبة التمييز.

في عام 2008 قام Shashank [7] بتمييز الحروف الضوئية OCR وهي احد أول التطبيقات الخاصة بالشبكات العصبية التي حاكت جزئياً التفكير البشري في حقل الذكاء الاصطناعي. وقد تم وصف طريقة عصبية مبسطة لتمييز ومناقشة الحروف الضوئية.

في عام 2007 قام الباحث جمال صلاح الدين [12] بإيجاد طريقة لتمييز الحروف الانكليزية المطبوعة باستخدام خوارزميات معينة مثل Boundary algorithm للتقطيع و Following algorithm لاستخلاص الخواص. تم استخدام الماسح الضوئي لغرض سحب النص المطبوع ومن ثم تمييز الحروف.

في عام 2002 قامت الباحثة إيمان [11] بالتركيز على أسلوب التمييز القواعدي الذي تقوم فكرته الأساسية على استخدام المعلومات التركيبية للأنماط في عملية التصنيف وتمت الاستفادة من خصائصه في تصميم خوارزمية لتمييز بعض الحروف الانكليزية الكبيرة المطبوعة إذ تضمنت عدة مراحل وهي (المعالجة الأولية، استخراج المكونات والعناصر التي مثلت الحروف بالاعتماد على خوارزمية تحويل هاف، تمثيل الحروف بسلسلة من الرموز المرتبطة بمجموعة من علاقات الربط الثنائية، الاعراب للتأكد من صحة السلسلة التي نتجت).

وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة التي انجزت في مجال تمييز الحروف الانكليزية باستخدام الحاسوب، تم تصميم نظام حاسوبي لتمييز الحرف الانكليزي المطبوع باستخدام شبكة BAM لما تملكه من مواصفات كفوءة تسرع في عملية التمييز بالإضافة الى تحقيق نسبة تمييز عالية للحرف الانكليزي.

2- الشبكة العصبية Bidirectional Associative Memory (BAM):

ان شبكة BAM هي نوع من الشبكات العصبية المتكررة (recurrent neural network) اذ انها قدمت من قبل (Bart kosko 1988) اذ يوجد نوعان من الذاكرة هما Auto associative و Hetero associative وتعد شبكة BAM من نوع Hetero associative، بمعنى أنها تستطيع استرجاع نموذج آخر يكون ذو حجم مختلف عن النموذج المعطى، وهي مشابهة لشبكة Hopfield ذلك بان كليهما اشكال للذاكرة الترابطية الا ان الاخيرة تعيد نمودجا مطابقا بالحجم بينما تعيد BAM أنمودجا مختلفا بالحجم وهي تحتوي على طبقتين [3].

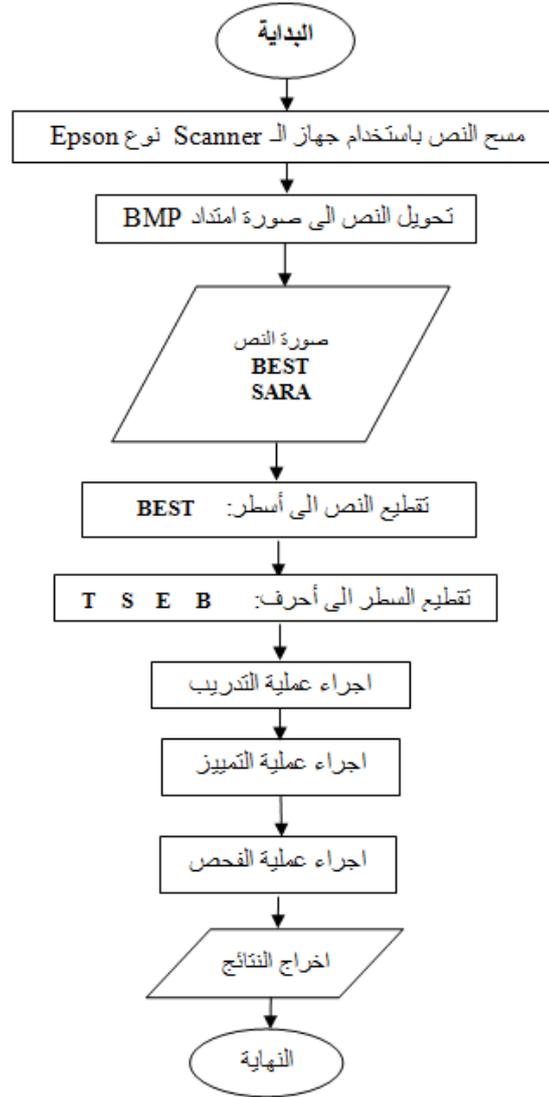
ولشبكة BAM مميزات مهمة منها:

- تعد شبكة BAM من الشبكات ذات الطبيعة الحركية (Dynamic) [5].
- ان الذاكرة محتوية في الأوزان اذ يتم حساب الأوزان مرة واحدة فقط وذلك بضرب المدخلات في المخرجات والاحتفاظ بها ولايتم تحديثها اثناء العمل [5].
- ان الذاكرة موزعة [4].
- كلا المحفزات (النماذج المدخلة) والاستجابة (النماذج الناتجة) هي موجهاة عالية جداً (قيمتها كبيرة) [4].
- الذاكرة المستدعاة تحتوي على نماذج من الفعاليات عبر الخلايا العصبية الناتجة [4].
- إن الذاكرة قوية (لايتم مسح البيانات منها بسهولة) [9].
- من الممكن أن يكون هنالك Crosstalk ما بين الذاكرات الفردية (الروابط) [9].

ان برمجة BAM عبارة عن ضرب مصفوفات اذ يتم حساب الأوزان بواسطة ضرب الادخال في الاخراج ومن ثم تدريب الشبكة على نماذج لم تكن مدخلة بالضبط [3]. ومن ثم نستخدم الشبكة لتمييز الانماط اذ يكون الادخال مصفوفة ثنائية بالقيم 1 و-1 وهذه المصفوفة سوف تحول الى مصفوفة احادية (ذات صف واحد) ومن ثم تعطى الى شبكة BAM والتي تحوي على عدد من العصبونات (neurons) مساويا لعدد الادخالات [5][10].

3- التطبيق العملي

في هذه الفقرة سوف يتم توضيح كيفية تصميم وبناء نظام حاسوبي لتمييز النص الانكليزي المطبوع اذ تم استخدام نظام Matlab 2008 والذي من خلاله يتم عرض النصوص الانكليزية وتمييزها والتعامل معها وقد استخدمت دوال نظام Matlab لتسهيل بناء نظام English OCR، وكما موضح في المخطط (1).



مخطط (1): المخطط الرئيسي لبناء نظام تمييز الحرف الانكليزي

3-1 مراحل عمل نظام تقطيع وتمييز النص الانكليزي:

3.1.1.3 مرحلة الحصول على النص: سوف يتم ادخال النص الانكليزي للحصول على معلومات الصورة عن طريق الماسح الضوئي وهذا يمثل المرحلة الاولى في عمل النظام اذ يساعد هذا الجهاز على قراءة نص معين مكتوب مسبقاً وتحويله الى صورة ضوئية (Optical image) لتصبح ادخالاً للنظام، وهذه الصورة هي عبارة عن كم هائل من المعلومات يمكن التعامل معها، وكما موضح بالشكل (1):



شكل (1): صورة لنص مسحوب بالماسح الضوئي بأحجام وخطوط مختلفة

2.1.3 مرحلة التحويل للصورة: اذ يتم تحويل الصورة من صورة رمادية او ملونة الى صورة ثنائية (1,0) وهذا يتم عن طريق استخدام احد ايعازات نظام Matlab 2010 وهذا اليعاز هو `dec2binvec()` (لمزيد من المعلومات انظر التوضيح في الملحق أ).

3.1.3 مرحلة تقطيع النص (Segmentation): في هذه المرحلة يتم استدعاء دالتين للتقطيع:

◀ **دالة تقطيع السطور (getline):** اذ يتم ارسال صورة النص المراد تقطيعه الى الدالة `getline` والتي تعيد كل سطر على حدى اذ يتم تتبع الصورة من البداية الى ان يتم تحويلها الى عدد من السطور المستقلة، وكما موضح بالشكل (2) وبالخوارزمية التالية:

- 1- البداية تتم باعطاء القيم الأولية لدالة تقطيع السطور.
- 2- اعطاء قيمة ابتدائية للعداد الخاص بالسطر 'i=startline'.
- 3- اذا تم ايجاد نقطة مضيئة (غير فارغة) فسوف يتم الاحتفاظ بموقعها 'a=i' والانتقال الى الخطوة 5.
- 4- وإذا لم يتم العثور على نقطة مضيئة فسوف يتم زيادة عداد السطور 'i' اذا لم يكن اكبر من عداد السطور الفعلي للصورة 'row' والعودة الى الخطوة 3.
- 5- اذا كان الموقع المستحصل عليه 'a' اكبر او مساوياً للقيمة الابتدائية للسطر 'startline' فسوف يتم الاحتفاظ به 'j=a'. والا فسوف يتم الانتقال الى الخطوة 9.
- 6- نبحث عن نقطة غير مضيئة (نقطة فارغة) فسوف يتم الاحتفاظ بموقعها 'b=j' والانتقال الى الخطوة 8.
- 7- اذا لم يتم العثور على نقطة فارغة فيتم زيادة العداد 'j' اذا لم يكن قد وصل الى قيمة عداد السطور للصورة 'row' ومن ثم الانتقال الى الخطوة 6.
- 8- يتم خزن الاحداثيات المستحصلة a و b على هيئة نقطة صورية.
- 9- النهاية.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

شكل (2): تقطيع النص الى اسطر مستقلة

◀ **دالة تقطيع الحروف (getchar):** ويأتي عمل الدالة `getchar` بعد دالة تقطيع السطور اذ يكون السطر هو الإدخال ويكون الاخراج صورة كل حرف بعد تقطيعها الى حروف مستقلة ويتم اخذ السطر وتتبعه افقياً وعمودياً الى ان يتم تقطيعه الى حروف مستقلة عن بعضها البعض وكما موضح بالشكل (3) وبالخوارزمية التالية:

- 1- البداية تتم باعطاء القيم الأولية لدالة تقطيع الحروف.
- 2- اعطاء قيمة ابتدائية للعداد الخاص بالحروف 'i=startcol'.
- 3- اذا تم ايجاد نقطة مضيئة (غير فارغة) فسوف يتم الاحتفاظ بموقعها 'a=i' والانتقال الى الخطوة 5.
- 4- وإذا لم يتم العثور على نقطة مضيئة فسوف يتم زيادة عداد الحروف 'i' اذا لم يكن اكبر من عداد الحروف الفعلي للصورة 'col' والعودة الى الخطوة 3.
- 5- اذا كان الموقع المستحصل عليه 'a' اكبر او مساوياً للقيمة الابتدائية للحروف 'startcol' فسوف يتم الاحتفاظ به 'j=a'. والا فسوف يتم الانتقال الى الخطوة 9.
- 6- نبحث عن نقطة غير مضيئة (نقطة فارغة) وإذا وجدت فسوف يتم الاحتفاظ بموقعها 'b=j' والانتقال الى الخطوة 8.

- 7- اذا لم يتم العثور على نقطة فارغة فيتم زيادة العداد 'j' اذا لم يكن قد وصل الى قيمة عداد الحروف للصورة 'col' ومن ثم الانتقال الى الخطوة 6.
- 8- يتم خزن الاحداثيات المستحصلة a و b على هيئة نقطة صورية.
- 9- النهاية.

A

شكل (3): أنموذج للحرف المقتطع

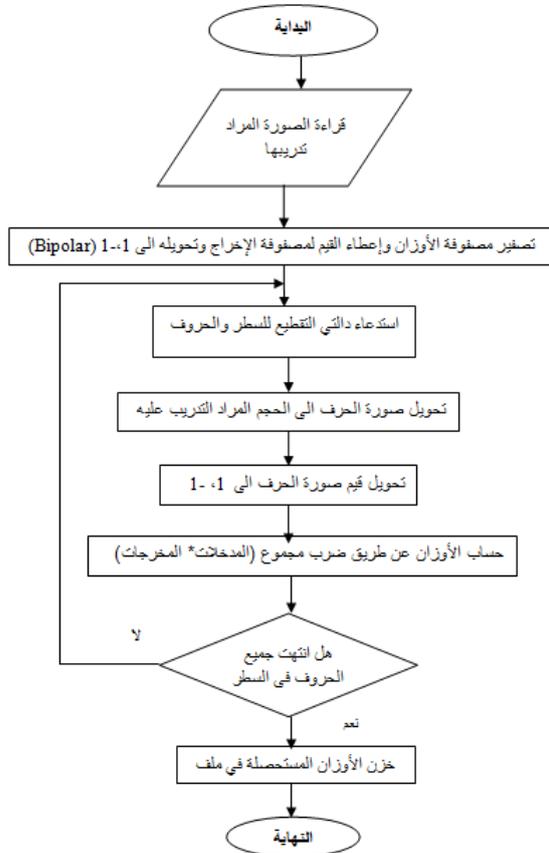
4.1.3 مرحلة تحجيم الصورة: وهي تحويل حجم صورة الحرف المستحصل عليه من عملية التقطيع من اي حجم الى الحجم المطلوب التعامل معه وذلك عن طريق استخدام الابعاز:

ch=resize(ch,[29 26])

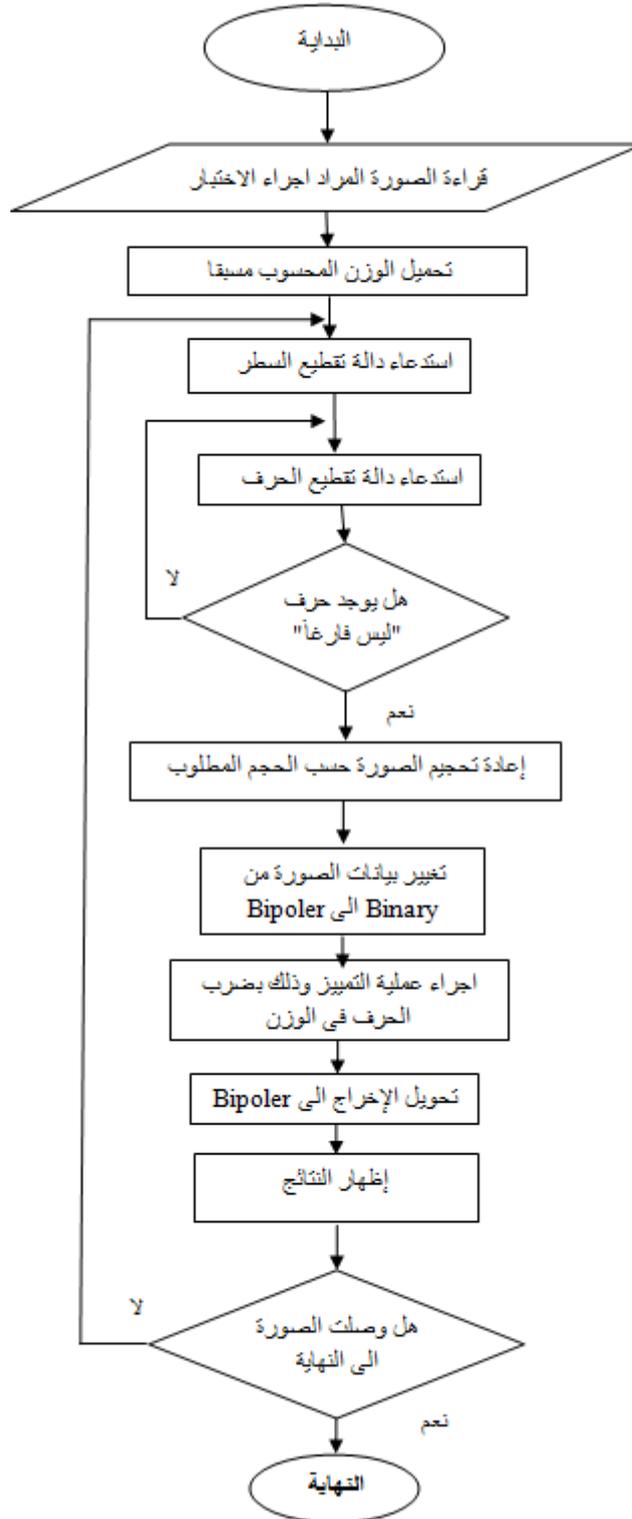
"اذ يتم في هذا الابعاز تحويل حجم الحرف المستقطع من أي حجم الى الحجم 29 و 26 وهما عرض وارتفاع صورة الحرف الواحد الذي تم التعامل معه في هذا البحث" (المزيد من المعلومات انظر التوضيح في الملحق أ).

5.1.3 مرحلة التدريب (Training): في هذه المرحلة يتم تدريب الشبكة على الحروف المراد تمييزها بعد تحديد القيم الابتدائية للأوزان لتصبح الشبكة جاهزة للتدريب ، اذ يتم التدريب على 26 حرفا من اللغة الانكليزية وكما هو موضح في المخطط (2).

6.1.3 مرحلة التمييز (Recognition): في مرحلة التمييز سوف يتم قراءة الصورة المطلوب اجراء الاختبار عليها ويتم تمييزها، اذ يتم ادخال حروف انكليزية مشابهة للحروف التي تم التدريب عليها لغرض تمييزها وكما هو موضح بالمخطط (3).



مخطط (2): تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية BAM



مخطط (3): تمييز الشبكة العصبية الاصطناعية BAM

7.1.3 مرحلة الاختبار (Testing): اذ يتم ادخال أحرف لم يتم التدريب عليها أي انها مختلفة عن الحروف المدرب عليها سواء كان الاختلاف بحجم الحرف او نوعيته او ان يكون مشوهاً كما في الشكل (4):



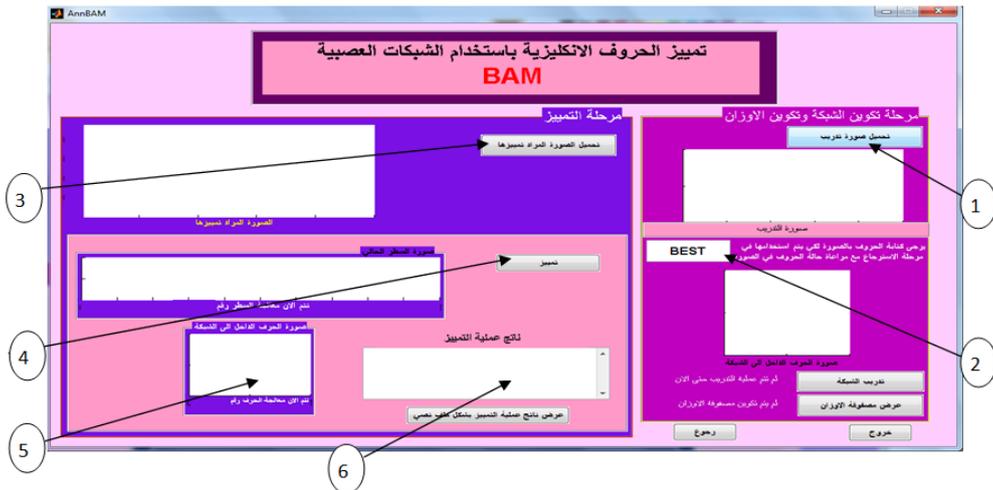
شكل (4): صورة الحرف المشوه A

4- نظام تمييز الحروف الانكليزية ضوئياً (English OCR):

عند تنفيذ البرنامج يظهر مايلي:

4.1 واجهة البرنامج: وتتضمن عدد من المراحل وكما موضحة في الإشكال (5,6,7)، اذ تتضمن الواجهة الموضحة في الشكل (5) ما يأتي:

1. تحميل صورة التدريب: عند الضغط عليها يتم عرض ملفات الصور ثم يتم اختيار واحدة من الصور المراد التدريب عليها.
2. التدريب: في هذه المرحلة يتم ادخال النص المراد التدريب عليه عن طريق لوحة المفاتيح، وتحتاج الى بعض الثواني ليتم التدريب الى ان يتغير حقل "تدريب الشبكة" من "لم يتم التدريب" الى "تم التدريب" ويمكن بعد ان يتم التدريب بشكل كامل ان نضغط على خانة "عرض مصفوفة الأوزان" لرؤية مصفوفة الأوزان.
3. تحميل الصورة المراد تمييزها: عند الضغط على هذه الخانة يتم عرض عدد من الصور للنصوص المراد تمييزها فيتم اختيار احداها.
4. تمييز: عند الضغط عليها يتم تمييز النص كاملا وعرضه بشكل سطر واحد .
5. صورة الحرف: في هذه المرحلة يتم تقطيع السطر الى احرف مستقلة وعرض كل حرف على حدة.
6. ناتج عملية التمييز: في هذه المرحلة يتم عرض نتائج عملية التمييز كاملاً.

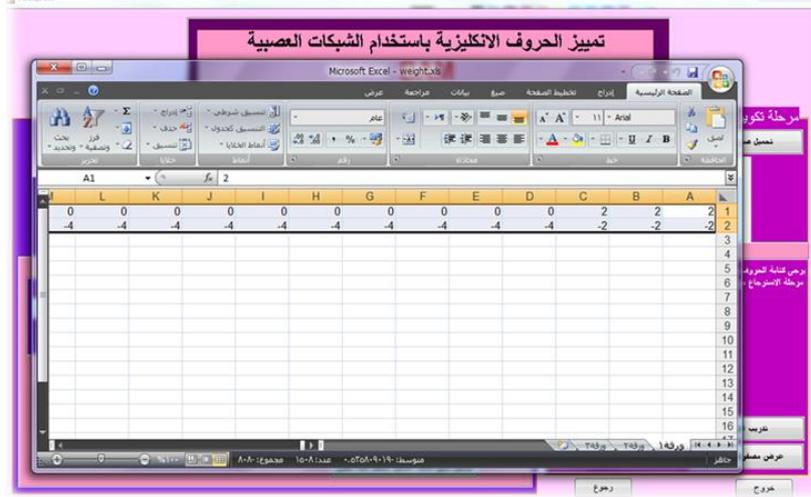


الشكل (5): واجهة البرنامج
يوضح الشكل (6) محتويات الحقول كافة في الواجهة الرئيسية عند التطبيق العملي لهذا البحث.



الشكل (6): مثال لصورة تحتوي على الحروف المطلوب تدريب الشبكة عليها

وعند الضغط على "عرض الأوزان" تظهر مصفوفة الأوزان كما في الشكل (7):

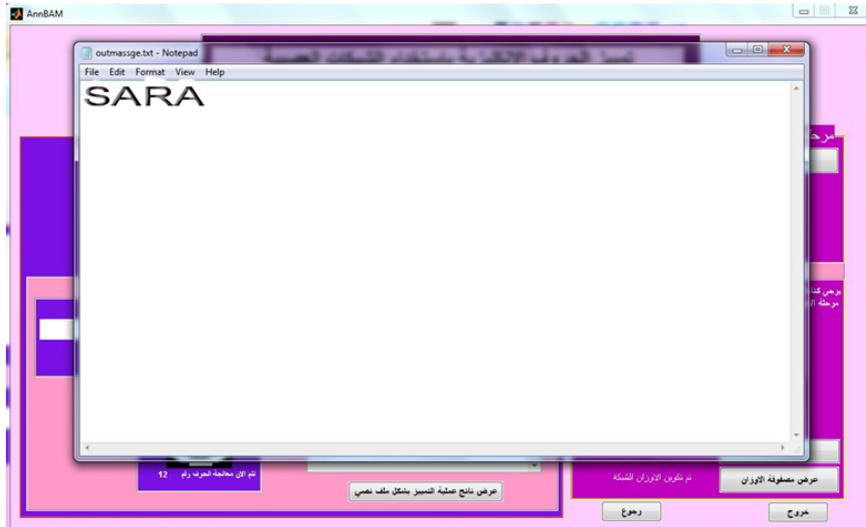


الشكل (7): تدريب الشبكة على مصفوفة الأوزان

2-4 الاختبار Testing:

وتتضمن هذه المرحلة ادخال اكثر من صورة ومقارنة الناتج مع مرحلة التدريب وعند النقر على خانة

"عرض نتائج التمييز بشكل ملف نصي" تظهر النتائج كما في الشكل (8):



الشكل (8): عرض النتائج بشكل ملف نصي

ويكون الاخراج النهائي باعطاء كل حرف رقماً مكتوباً بشكل (1 و-1) Bipolar اذ ان الحرف كلما ورد يأخذ نفس

الرقم، مثلا عند ادخال كلمة SARA بحجم 22 ونوع Arial كانت النتائج كالآتي :

SARA

S	-1	-1
A	-1	1
R	1	-1
A	-1	1

وعند ادخال نفس الكلمة بنفس الحجم والنوع ولكن بشكل **Bold** كانت النتائج مطابقة للنتائج السابقة وكما موضح ادناه:

SARA

S	-1	-1
A	-1	1
R	1	-1
A	-1	1

SARA

S	-1	-1
A	-1	1
R	1	-1
A	-1	1

وعند تشويه النص سوف يعطي نفس الناتج و كالآتي:

وعند ادخال الكلمة **BEST** بنفس الحجم والنوع كانت النتائج كما موضح ادناه:

BEST

B	-1	-1
E	-1	1
S	1	-1
T	1	1

إدخال الصورة نفسها بخط مختلف وتعطي نفس الناتج :

BEST

B	-1	-1
E	-1	1
S	1	-1
T	1	1

وعند إدخال الصورة نفسها بشكل صورة مشوهة او بخط متقطع تعطي الناتج بشكل صحيح ايضاً:

BEST

B	-1	-1
E	-1	1

S	1	-1
T	1	1

5- النتائج والمناقشة:

تم تدريب النظام على 26 حرفاً انكليزياً مطبوعاً و20 نصاً انكليزياً مطبوعاً ومسحوباً بجهاز الماسح الضوئي وكانت عملية التمييز في مرحلة التدريب قد حققت نجاحاً بنسبة 99%. ولاختبار عملية التمييز تم اختبار النظام على 10 نصوص انكليزية وحققت نسبة نجاح قدرها 80% كما ان نسبة التمييز للحرف في مرحلة الاختبار حققت نسبة نجاح وقدرها 84.615% وقد تم اعتماد القانون ادناه في عملية حساب نسب النجاح:

$$\text{نسبة التمييز للنص في مرحلة الاختبار} = \frac{\text{عدد النماذج التي ميزت بصورة صحيحة}}{\text{عدد النماذج الكلية}} \times 100\%$$

"اذ أن كل نموذج يقصد به كلمة معينة أي text معين".

$$\text{نسبة تمييز النص} = \frac{10}{8} * 100\% = 80\%$$

$$\text{نسبة التمييز للحرف في مرحلة الاختبار} = \frac{\text{عدد الحروف المميز بصورة صحيحة}}{\text{عدد الحروف المدخلة}} \times 100\%$$

$$\text{نسبة تمييز الحروف} = \frac{26}{22} * 100\% = 84.615\%$$

5- الاستنتاجات:

- من خلال هذا البحث نستنتج ان شبكة BAM من الشبكات الملائمة لتمييز الأنماط والنصوص اذ تكون سهلة في عملية التدريب ولا تتطلب وقتاً كبيراً مقارنة مع بقية الشبكات اذ انها تقوم بحساب الأوزان مرة واحدة من ضرب الادخال في الاخراج وتتميز أيضاً بأنها ثنائية الاتجاه تعمل في اتجاهين مما يسهل عمل هذه الشبكة عند استخدامها في تمييز الأنماط والنصوص.
- ان شبكة BAM تستخدم لتمييز نماذج الحروف الانكليزية (A-Z). وبما ان معمارية الشبكة المثالية القريبة لهذه الخوارزمية قد وجدت، لذلك فمن الممكن ان نصنف بشكل صحيح او نميز النموذج المخزون.
- تتفاوت الأوزان بشكل عشوائي للتأثير على الضوضاء وعند اضافة أعداد عشوائية إلى مصفوفة الأوزان فان الحرف A فقط يتم تمييزه بشكل صحيح وعند إضافة أعداد عشوائية بعد القسمة على 10 الى مصفوفة الأوزان فان واحداً من كل ستة أحرف يتم تمييزه بشكل صحيح.

6- التوصيات:

- ❖ نوصي من خلال بحثنا ان يكون التمييز في مجالات شتى لمختلف التطبيقات التي يمكن ان تستعمل في المجالات العلمية او المدنية ويمكن ان يتطور ليس فقط في تمييز الحروف وانما في تمييز قزحية عين او بصمة الابهام او تمييز التواقيع لكي تستخدم في الدوائر الحكومية المختلفة المنتشرة.
- ❖ ممكن إدخال اسم شخص معين وتقطيعه وتمييزه ثم يتم لفظ اسم الشخص صوتياً لسماع اسم ذلك الشخص وهذا مطبق فعلياً في اجهزة الموبايل الحديثة ولكن نوصي بتجربة هذا العمل مختبرياً ليطم الاستفادة منه في اغراض اخرى غير اجهزة الموبايل .

المصادر

- [1] Anita Pall & Dayashankar Singh, Handwritten English Character Recognition Using Neural Network, International Journal of Computer Science & Communication Vol. 1, No. 2, July-December 2010, pp. 141-144.
- [2] B.kosko, "Adaptive bidirectional associative memories" applied optics, vol 26, no.23, pp.4947-4960, 1987.
- [3] Bart Kosko, Bidirectional associative memories, University of southern California , Losangeles, published in jornall IEEE, volume 18, pp.42-60, 1988 .
- [4] [http :/ ar . wikibookes . org / wiki Artificial neural net works.](http://ar.wikibookes.org/wiki/Artificial_neural_networks)
- [5] Michael Negnevitsky, "Artificial Intelligence , A Guide to Intelligent Systems", second edition, 2007.
- [6] Richard Duda and Peter Hart et. al. Pattern classification 2nd edition, December 28, 2006.
- [7] Shashank Araokar, Visual Character Recognition using Artificial Neural Networks, MGM's College of Engineering and Technology, University of Mumbai, India, 2008.
- [8] Sumit Saha, Handwritten Character Recognition Using Neural Network and Euclidean Distance Metric, Assam University - Department of Mathematics, April 14, 2008.
- [9] www.aleppo.com / Artificial neural net works.
- [10] Xin-geliu, raphr.martin, min w4, and mei-lantang, " global Exponential stability of bidirectional associative memory neural networkes with time delay " , 2008 , IEEE .
- [11] العبيدي ايمان ، تمييز الحروف الانكليزية المطبوعة باستخدام اسلوب التمييز القواعدي، بحث مقدم لنيل شهادة الماجستير / جامعة الموصل 2002.
- [12] النعيمي جمال ، تمييز الحرف الانكليزي المطبوع، بحث منشور في المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، مجلد (5)، العدد(8)، ص 166-180، 2005 .

الملحق أ:

سوف يتم شرح الابعازين اللذين ورد ذكرهما في متن البحث وهما الابعاز `dec2binvec` والابعاز `resizem`.

❖ dec2binvec

Convert digital input and output decimal value to binary vector.

يحول الادخال الرقمي والاخراج العشري الى متجه ثنائي.

Syntax

```
out = dec2binvec(dec)
out = dec2binvec(dec,bits)
```

Arguments

Dec A decimal value. dec must be non-negative.

bits Number of bits used to represent the decimal number.

Out A logical array containing the binary vector.

Examples

To convert the decimal value 23 to a binvec value:

```
dec2binvec(23)
ans = 1 1 1 0 1
```

To convert the decimal value 23 to a binvec value using six bits:

```
dec2binvec(23,6)
ans = 1 1 1 0 1 0
```

To convert the decimal value 23 to a binvec value using four bits, then the result uses five bits. This is the minimum number of bits required to represent the number.

```
dec2binvec(23,4)
ans = 1 1 1 0 1
```

❖ resizem

Resize regular data grid.

اعادة تحجيم شبكة البيانات النظامية.

Syntax

```
Z = resizing(Z1, scale)
Z = resizing(Z1, [numrows numcols])
[Z, R] = resizing(Z1, scale, R1)
[Z, R] = resizing(Z1, [numrows numcols], R1)
[...] = resizing(..., method)
```

Example

Double the size of a grid then reduce it using different methods:

```
Z = [1 2; 3 4]
Z =
    1 2
    3 4
neargrid = resizing(Z,2)
neargrid =
    1 1 2 2
    1 1 2 2
    3 3 4 4
    3 3 4 4
```

```
bilingrid = resizem(Z,2,'bilinear')
bilingrid = 1.0000 1.3333 1.6667 2.0000
            1.6667 2.0000 2.3333 2.6667
            2.3333 2.6667 3.0000 3.3333
            3.0000 3.3333 3.6667 4.0000
bicubgrid = resizem(bilingrid,[3 2],'bicubic')
bicubgrid = 0.7406 1.2994
            1.6616 2.3462
            1.9718 2.5306
```