تمييز الرموز العربية المطبوعة باستخدام شبكة كوهين العصبية المعتمدة على المدرج التكراري

نجلاء متي اسحق
كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل

هدية صالح عبدالله
قسم علوم الحاسبات
كلية علوم الحاسبات
والرياضيات/جامعة الموصل

خليل إبراهيم السيف
قسم علوم الحاسبات
كلية علوم الحاسبات
والرياضيات/جامعة الموصل

تاريخ الاستلام 2006/12/19

تاريخ القبول 2006/6/6

ABSTRACT

In this research histogram technique used to extract the characteristic for the images of Arabic characters, and evaluate their histogram values which used with Kohonen neural network as input, for recognizing the Arabic characters using intelligence methods.

The Kohonen neural network has been trained on vertical histogram values for a set of letters including (ث، ح ، د، ر، س، ض، ط، غ، ق، ن) printed with Simplified Arabic font type, size 14, and then it has been test the network on another set of character that has not been trained by the network, the results were converging very well, and also it has been test on a set of noisy letters images, where the results were achieved true 100% , and then it has been test on a set of larger size character images (size 18 point), and also the results were not different with the previous.

Also, it has been trained the network by using horizontal histogram for the same group of characters, and test the network on another set of characters that has not been trained by the network, and the results had lower closeness from the results that obtained with vertical histogram, and the closeness was more decreasing when has been testing on a set of noisy letters images, and also

it has been test on a set of larger size letters images (size 18 point), and the results were achieved true 66% .

So, it is discern previously that depending on vertical histogram values gives higher closeness from horizontal histogram vales. And when

depending on the two histograms together, it was gives bad results with other neural network as well as kohonen neural network.

الخلاصة

اعتمد البحث على المدرج التكراري لاستخلاص صفات الرسم الإملائي للحروف العربية وحساب قيمها بحسب المدرج التكراري لها ليتم لتستخدم بوصفها عناصر إدخال إلى شبكة كوهين العصبية لغرض تمييز الحروف العربية بالطرائق الذكية. وقد تم ببناء برنامج محاكاة لتجربة الشبكة العصبية كوهين لتمييز التدرجات التكرارية للحروف العربية.

دربت الشبكة على قيم التدرجات التكرارية العمودية لمجموعة من الحروف شملت الحروف (ث، ح ، د، ر، س، ض، ط، غ، ق، ن)، طبعت بخط من النوع Simplified Arabic ، وبالحجم 14، واختبرت الشبكة على مجموعة جديدة من الحروف، وكانت نتائج الاختبار متقاربة وعلى نحو كبير، وقد اختبرت على مجموعة من أشكال الحروف المشوشة (عدم وضوح في الصورة والشكل)، وكانت نتائج الاختبار متوافقة مع نتائج الاختبار الأول أيضا، وأعطت نتائج جيدة عند اختلاف حجم الحروف.

وأعيد تدريب الشبكة على قيم التدرجات التكرارية الأفقية لمجموعة الحروف نفسها، واختبرت الشبكة على مجموعة أخرى من الحروف لم يسبق للشبكة التدرب عليها، وكانت نتائج الاختبار أقل دقة من النتائج التي تم الحصول عليها باعتماد المدرج التكراري العمودي. وانخفضت نتائج الاختبار إلى نسبة 66% عند التدقيق على حروف مشوشة.

وهكذا تبين وعلى نحو واضح أن اعتماد المدرج التكراري العمودي يعطي نتائج ذات دقة أكبر من المدرج التكراري الأفقي . وعند اعتماد المدرجين معا أعطى الاختبار نتائج غير جيدة مع شبكات عصبية أخرى فضلا عن شبكة كوهين العصبية.

1- المقدمة

طورت الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks ANN) لتحقيق أداء يشبه أداء الإنسان في حل عدد من المشكلات عن طريق محاولة محاكاة فعاليات الدماغ إذ تتميز الخلايا العصبية بسرعتها في معالجة البيانات وقدرتها على التعلم والتعامل مع أنماط بيانات خاطئة مما جعلها مناسبة لكثير من المجالات التطبيقية مثل تنفيذ عدد من المسائل المعقدة مثل تمييز الأنماط، وتمييز الصوت والصورة [7]، وتقسم معالجة البيانات والمعلومات في الشبكات العصبية على طورين أساسيين [2] :-

1- طور تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks - Training

التعلم طور في الشبكات العصبية عندما تنتج بيانات جديدة في الشبكة نتيجة تغير الوزن (weight). وتدرب الشبكة على التطبيق المعطى أي على مجموعة الادخالات لإنتاج الإخراج المطلوب وينجز التدريب على متجه الإدخال وعلى نحو متسلسل عندما تتغير الأوزان للشبكة وفقاً لقوانين محددة [6].

تقترب أوزان الشبكة تدريجياً خلال التدريب من القيم المثالية ويعمل الإدخال على اظهار الإخراج المطلوب ، ويكون التدريب في الشبكات العصبية الاصطناعية بإشراف أو بدون إشراف [7]، [13].

- **التدريب بدون أشراف Unsupervised Training**

يمثل هذا التدريب الطور الأول في الشبكات العصبية ومعناه أن الشبكة تمتلك مجموعة من المعلومات خلال التدريب أي أنها تمتلك الإدخالات والأوزان حسب وليست لها معرفة بما سيكون عليه الجواب (صحيحاً كان أو خاطئا) وليست لها معرفة دقيقة بالإخراج المطلوب أي لا يوجد (output desired) للشبكة يقارن مع الناتج[3]. اكتشف العالم كوهين وآخرين هذا التدريب وتتألف مجموعة التدريب من متجه الإدخال وخوارزمية التدريب لتغيير أوزان الشبكة لإنتاج متجه الإخراج الثابت ، إذ يطبق الإدخال لإيجاد الإخراج المحدد [6].[7] .

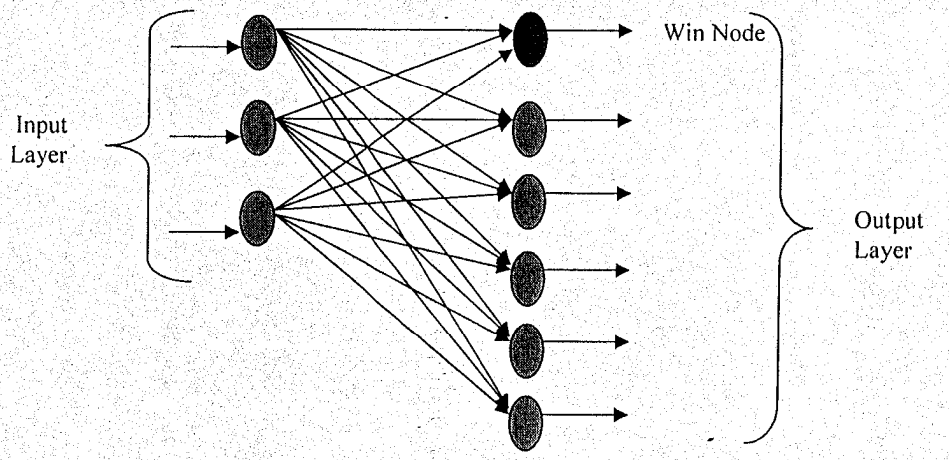
- **شبكة كوهين**

شبكة كوهين واحدة من الشبكات العصبية الاصطناعية ذات التعلم بدون إشراف (unsupervised learning) أي من نوع التعلم الذاتي إذ لا يوجد إخراج محدد لها أي : (target output) [6].

- معمارية شبكة كوهين Architecture of Kohonen Network

إن شبكة كوهين تتكون من طبقتين، طبقة الإدخال تتألف من مجموعة من الخلايا العصبية، ترتبط كل خلية من خلايا الإدخال بالخلايا جميعاً الموجودة في طبقة الإخراج (output layer) أو مايسمى بطبقة كوهين (Kohonen layer) نسبة للعالم كوهين

عن طريق أوزان الارتباطات بين الخلايا [11]، [13]. ومعمارية شبكة كوهين موضحة في الشكل (1).



الشكل (1) شبكة كوهين.

2-1 طور استرجاع الشبكات العصبية الاصطناعية :

The Retrieving Phase of Artificial Neural Networks

ويمثل الطور الثاني لمعالجة معلومات الشبكة العصبية الاصطناعية ويعد تغذية أمامية حسب. إذ يطبق الإدخال المعطى مع الأوزان الناتجة من الطور الأول أي من طور التدريب للشبكة العصبية وبخطوة واحدة نحصل على الإخراج المطلوب [11] , [7] .

2- المدرج التكراري (Histogram)

هو عبارة عن مخطط يتكون من شرائط أفقية وراسية يمثل ارتفاعها واتساعها قيماً معينة[1]، ومن القراءات المتعددة لهذا المدرج نحدد ظهور مستوى التدرج الرمادي في الصورة [9] ، [16].

يعبر عن المدرج التكراري في الصور الرقمية ذات التدرج الرمادي $\{0....L\text{-}1\}$ بدالة متقطعة "Discrete function " وهي :

$$h(rk) = nk \quad .....(1)$$

إذ أن :

h : التدرج الرمادي لألوان الصورة .

rk :تمثل مستويات التدرج الرمادي .

nk :تمثل عدد النقاط الضوئية في الصورة التي تمتلك التدرج الرمادي rk .

ويمكن إجراء عملية تغيير إلى normalization لقيم المدرج التكراري من خلال :-

$$P(rk) = nk/n \quad \text{for } k=0,1,\ldots,L-1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

اذ أن :

P : تحويل قيم المدرج التكراري إلى قيم سوية.

nk :تمثل عدد النقاط التي تمتلك التدرج الرمادي rk .

n :تمثل العدد الكلي لنقاط الصورة .

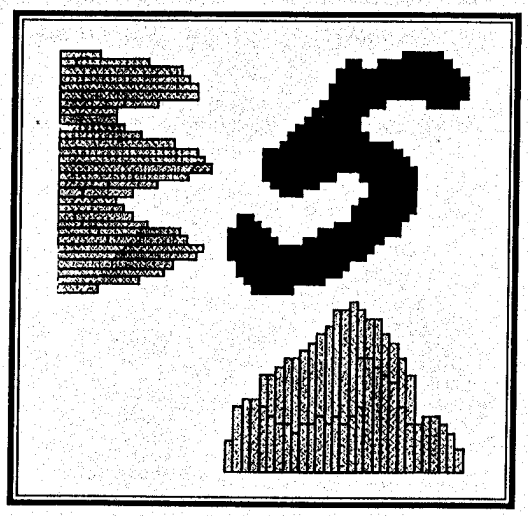
أن $P(rk)$ ستحدد تقدير احتمالية حدوث مستوى التدرج الرمادي rk .

يعد المدرج التكراري من الأسس المهمة لتقانات المعالجة الصورية في الحيز المكاني spatial damien . إن التعامل مع histogram يمكن أن يستخدم وعلى نحو كبير ومؤثر في مجال تحسين الصور image enhancement فضلا عن إنه يجهز إمكانات إحصائية مفيدة عن الصور، ويستخدم كذلك في مجال كبس الصور image compression ، وتقطيع الصور image segmentation . وقد اعتمد كلوبيرمان Glauberman هذا التعامل في عام 1956 في أنظمة تمييز الحروف البصرية التي تستخدمها الأجهزة الإلكترونية (hardware OCR) [16].

وقد شاع استخدام المدرج التكراري في عملية تقطيع (segmenting) الحروف سواء أكانت كلمة أم سطراً، ولاكتشاف ما إذا كانت الصورة النصية تحيد عن المستوى الأفقي واتجاه الدوران [15].

وقد درجت تسمية X_i للإسقاط الأفقي الذي يمثل عدد النقاط المضيئة في الموقع $X=X_i$ في حين يكون Y_i الإسقاط العمودي الذي يمثل عدد النقاط المضيئة في الموقع $Y=Y_i$ بافتراض أن الصورة مربعة (n*n). ثم تقارن مساقط المدرجات التكرارية الأفقية والعمودية لصورة الاختبار مع نظائرها من المساقط للصورة المرجعية باستخدام مطابقة المدرجات التكرارية (histogram matching) المستخدمة في قياس درجة التشابه بين صورتين ، إذ يحسب المدرج التكراري لكل صورة باعتماد إحداهما صورة للمرجع والأخرى بوصفها الصورة الاختبارية المراد مطابقتها مع المرجع [4] ,[5], [12] .

تمتاز هذه الطريقة بكونها لا تعتمد على المقياس المستقل (scale independent) إذ اعتمد عدد محدد من التقسيمات على كلا المحورين (العمودي والأفقي) من خلال قياس عدد النقاط المضيئة عند كل تقسيم (لكي تدمج التقسيمات المتجاورة فيما بعد) مقسوماً على مجموع النقاط المضيئة في صورة الكلمة أو الحرف فالشكل (2) يمثل إسقاط المدرج التكراري الأفقي والعمودي [10].



الشكل (2) المدرج التكراري الأفقي والعمودي لصورة الرقم (5).

إن هذه الطريقة حساسة للتدوير ولعدد من التغيرات البسيطة في أساليب الكتابة وكذلك قد تفقد معلومات مهمة من شكل الحرف يمكن أن تستعمل الصيغة الآتية لقياس مقدار عدم التشابه بين نموذجين مختلفين من المدرجات التكرارية :

$$d = \sum_{i=1}^{n} |y_1(x_i) - y_2(x_i)|, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

إذ n هي عدد الصناديق (bins) في العمود إن كان على محور x أو عدد الصناديق الأفقية إن كان على محور (y) ،وy_1 وy_2يمثلان المدرج التكراري الأول والثاني [10] ،[14].

تعتمد مجموعة من التطبيقات لخوارزمية المدرج التكراري أسلوباً آخر لحساب الفرق بين

$$Y(X_K) = \sum_{i=1}^{k} y(xi), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

اثنين من المدارج التكرارية، بوساطة حساب الفرق للمجموع التراكمي لمجموعات من الأسطر المتناظرة في المدرجين التكراريين[10]

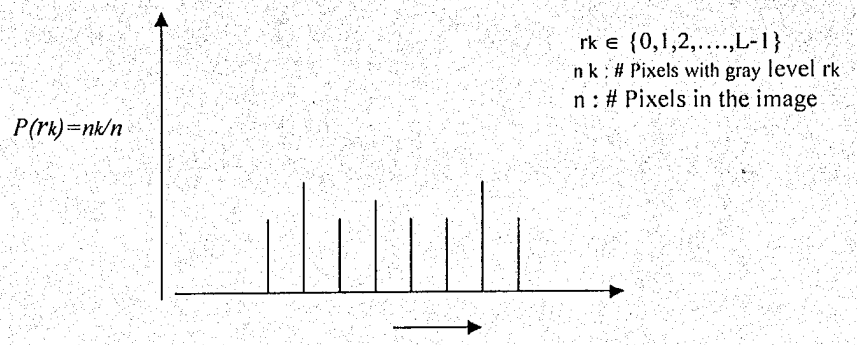
$$D = \sum_{i=1}^{n} |Y_1(xi) - Y_2(xi)|, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

اذ أن:

$Y(x_k)$: مجموع k من first bins

وهكذا يكون مقدار عدم التشابه :

اذ أن Y_2, Y_1 يدلان على المدرج التكراري التراكمي .[10]، [14].

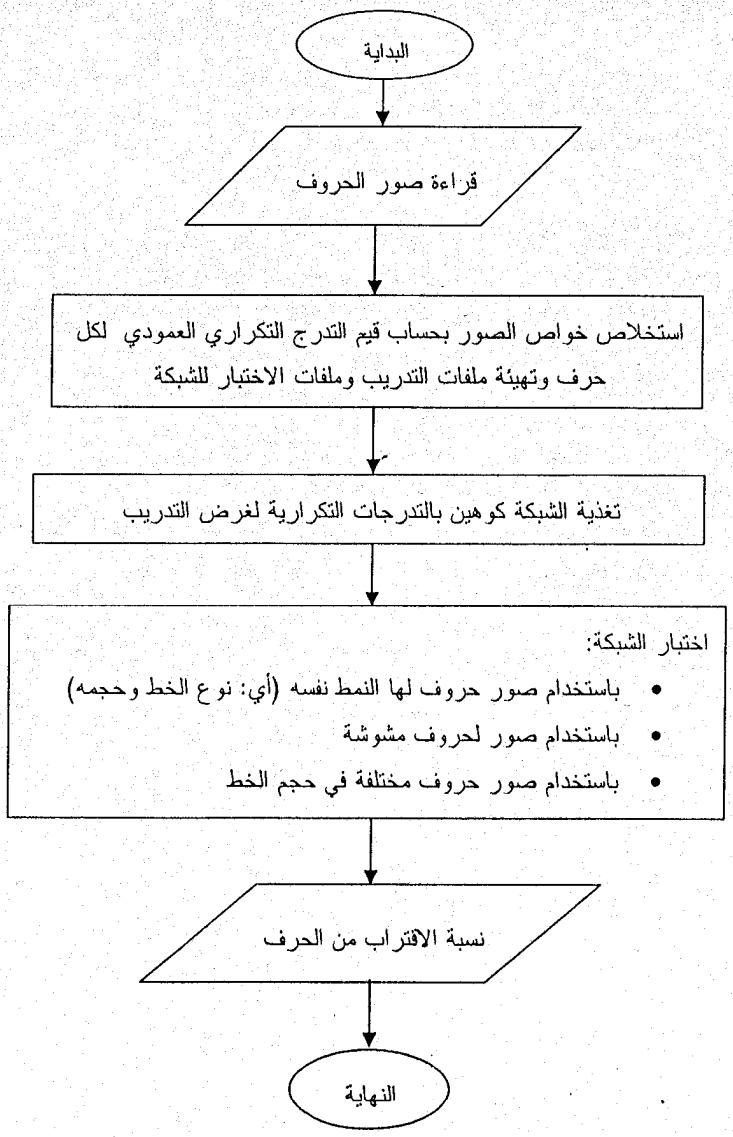


الشكل(3) المدرج التكراري لصورة رمادية

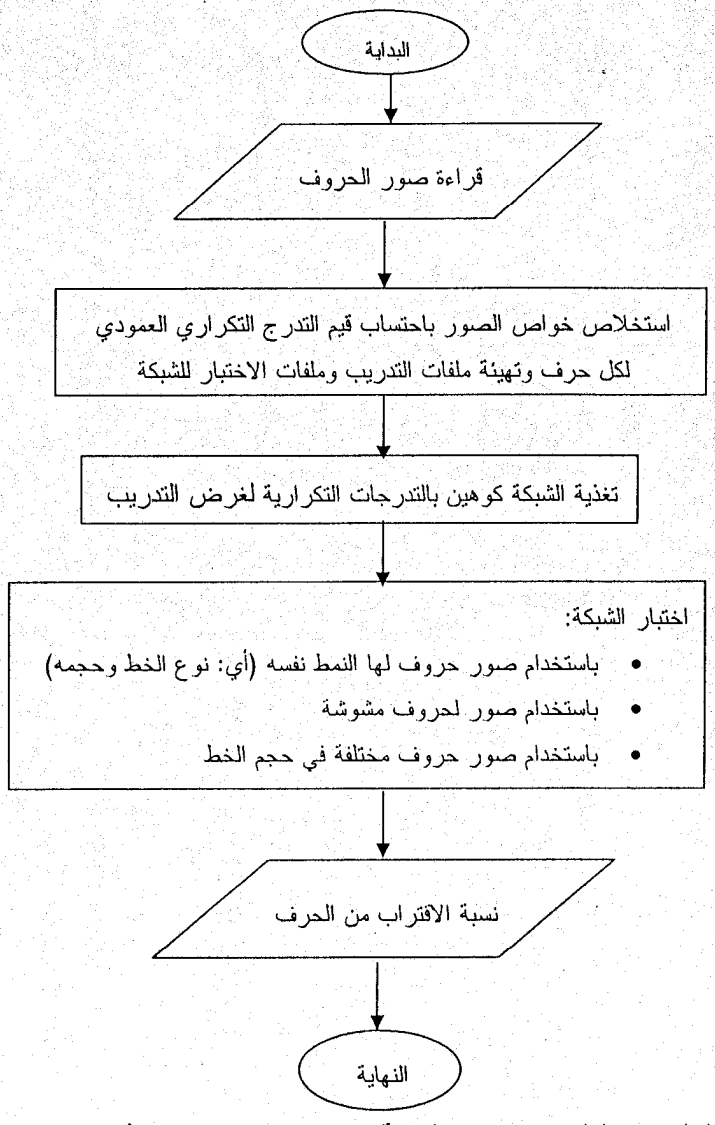
تعد عملية تكوين المدرج التكراري بشكل برمجي بسيطة وسهلة، لأنها ستكون عبارة عن عمليات حسابية ورياضية وفي حالة استخدامه وتنفيذه بوصفه شكل صلب hardware فانه يعد اقتصادياً وهذا ما جعله وسيلة شائعة لمعالجة الصور في الوقت الحقيقي والشكل (3) يمثل أنموذجاً للمدرج التكراري لصورة رمادية[10] .

3- التطبيق العملي والنتائج

بني في هذا البحث برنامج لتجربة المحاكاة للشبكة العصبية كوهين لتمييز المدرج التكراري للحروف العربية، مستخدمين نظام التشغيل ويندوز XP. وبني البرنامج بوساطة المترجم (Mathlab V.6.5) لإعداد البرامج كلها المتعلقة بالنظام، من حساب قيم المدرج التكراري لصور الحروف العربية الأحادية اللون، وإعداد الشبكة وتهيئتها، والمعاملات المتعلقة بها وتدريبها، وتهيئة ملفات التدريب [لاحظ الجداول 1، 5] ، ومحاكاة الشبكة العصبية كوهين وتهيئة ملفات الاختبار [لاحظ الجداول 2، 3، 4]. إذ أن أسلوب البرمجة هذا ملائم للتعامل مع الخوارزميات الرياضية وتجهيزات الحاسبة في وقت واحد. والشكل (4) يوضح المخطط الانسيابي لطريقة تمييز الحروف العربية باستخدام شبكة كوهين المعتمدة على المدرج التكراري العمودي، والشكل (5) يوضح المخطط الانسيابي لطريقة تمييز الحروف العربية باستخدام شبكة كوهين المعتمدة على المدرج التكراري الأفقي.



الشكل (4) المخطط الانسيابي لطريقة تمييز الحروف العربية باستخدام شبكة كوهين المعتمدة على المدرج التكراري العمودي.



شكل (5) المخطط الانسيابي لطريقة تمييز الحروف العربية باستخدام شبكة كوهين المعتمدة على المدرج التكراري الأفقي.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	2	4	4	6	6	2	2	2	4	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	5	5	7	5	6	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	2	3	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	2	2	1	1	1	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3	2	2	7	5	2	2	2	2	2	2	4	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	5	6	4	4	3	3	5	5	2	2	5	6	2	2	2	2	2	2	4	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	4	4	3	4	10	7	2	2	2	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	4	4	8	9	7	8	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	9	8	7	2	2	2	3	6	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	3	4	4	2	2	4	5	0	0	0	

الجدول (1): ملف التدريب يضم قيم المدرج التكراري العمودي للحروف المستخدمة في التدريب(ث،ح ، د، ر، س، ض، ط، غ، ق، ن)، مطبوعة بخط من النوع **Simplified Arabic**، وبحجم **14** نقطة.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	4	2	1	1	1	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	2	4	4	4	4	2	2	2	4	4	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	4	4	6	7	7	8	0	0	0
0	0	0	0	0	5	6	4	4	3	3	3	3	2	2	5	6	2	2	2	2	2	2	4	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	7	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	6	3	4	10	7	2	2	2	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	6	4	3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	7	7	7	5	6	6	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	5	7	9	5	6	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	6	5	1	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	6	6	7	5	2	2	2	2	2	2	4	6	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	2	2	4	4	2	2	2	2	4	4	0	0	0	

الجدول (2): ملف الاختبار ويضم قيم المدرج التكراري العمودي لحروف لها النمط نفسه(أي: حجم الخط ونوعه) (ز،ت،ع،ص،ف،ظ،ذ،ج،خ،و،ش،ب) المستخدمة في الاختبار.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	4	5	5	5	8	5	6	6	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	2	3	2	2	7	6	2	3	2	2	2	2	4	7	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	4	2	4	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	4	5	7	9	5	6	6	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	5	5	6	6	5	2	2	2	1	2	3	6	6	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	4	5	3	3	0	0	0		

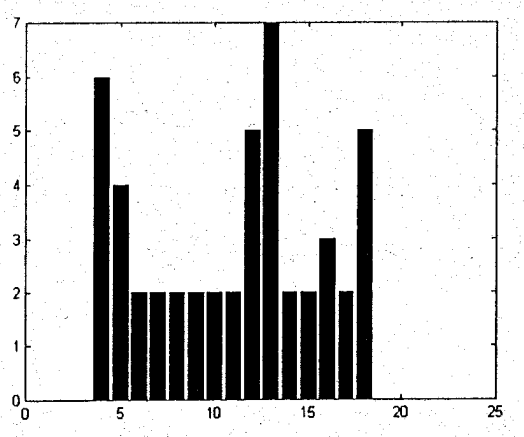
الجدول (3): ملف الاختبار ويضم قيم المدرج التكراري العمودي لحروف تحتوي على عدم وضوح في الصورة ولها النمط نفسه (أي: حجم الخط ونوعه) (مدرب عليها بوجود وضوح في الصورة: ح، س، د، غير مدرب عليها(خ،ش،ذ) المستخدمة في الاختبار.

الجدول (4): ملف الاختبار ويضم قيم المدرج التكراري العمودي لحروف بنمط مختلف الحجم (حجم الخط 18 نقطة) (مدرب عليها بدون تكبير: ح، س، د، غير مدرب عليها(خ،ش،ذ) المستخدمة في الاختبار.

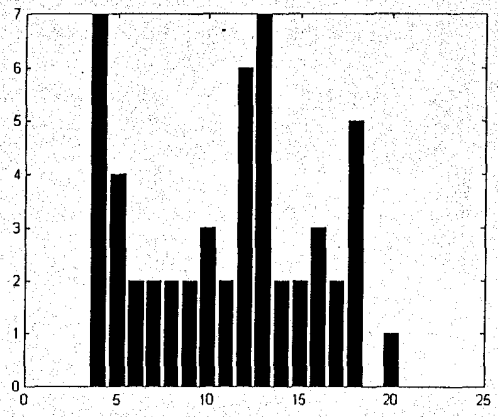
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	3	4	4	5	5	5	7	5	6	5	7	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	2	5	2	2	2	8	5	2	3	2	2	2	3	4	5	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	4	4	2	2	3	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	5	6	8	8	5	6	5	7	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	3	4	11	4	2	2	8	5	2	3	2	2	2	3	4	5	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	5	7	3	2	3	0	0

الجدول (5): ملف التدريب ويضم قيم المدرج التكراري الأفقي للحروف المستخدمة في التدريب.

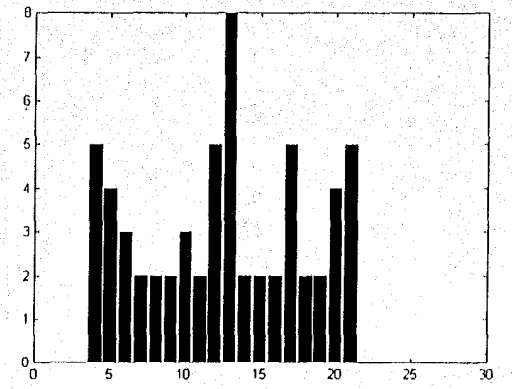
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	13	3	2	3	2	0	2	4	2	2	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	3	2	1	1	1	1	1	2	3	9	8	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	2	1	1	1	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	2	2	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	5	3	6	7	4	4	3	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	4	3	12	12	6	6	6	4	0	2	2	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	4	4	7	4	1	1	1	2	2	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	4	2	1	1	1	1	3	4	6	2	1	2	3	0	2	2	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	5	2	2	5	6	4	4	3	0	0	2	4	2	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	5	2	2	2	2	1	1	0	2	2	0	0	0	0	



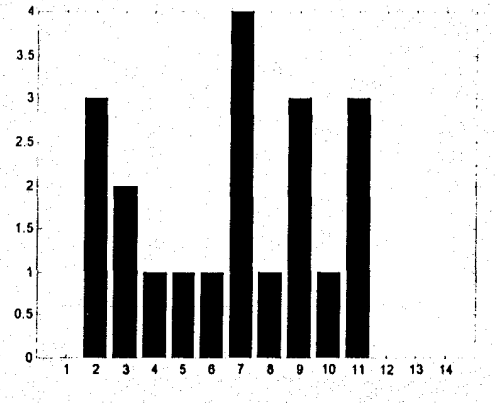
الشكل (6) المدرج التكراري للحرف س" من نوع الخط Simplified Arabic والحجم 14 نقطة الذي دربت الشبكة عليه.



الشكل (7) المدرج التكراري للحرف س" من نوع الخط Simplified Arabic والحجم 14 نقطة يحتوي على عدم وضوح في الصورة اختبرت الشبكة عليه.



الشكل (8) المدرج التكراري للحرف س" من نوع الخط Simplified Arabic والحجم 18 نقطة الذي اختبرت الشبكة عليه.



الشكل (9) المدرج التكراري للحرف س" من نوع الخط Simplified Arabic وبحجم 10 نقطة الذي اختبرت الشبكة عليه.

طبقت خوارزمية صممت لهذا البحث وتضمنت ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: استخلاص الصفات لصور الحروف أحادية اللون ذات الخط من نوع Simplified Arabic وبحجم 14 نقطة بحساب قيم التدرجات التكرارية العمودية والأفقية لها، وتهيئة ملفات التدريب من كلا النوعين وهنا نقوم بتوحيد حجم مصفوفة قيم التدرجات العمودية والأفقية بإضافة قيم صفرية لتصبح 28 عموداً للحروف جميعا(لتكون ذات حجم متساو للحروف جميعاً لغرض إدخالها إلى الشبكة العصبية كوهين)، وحسبت قيم التدرجات التكرارية العمودية والأفقية لمجموعة أخرى من الحروف بالنمط نفسه لغرض الاختبار، وكذلك عملنا على إدخال عناصر عدم وضوح في الصورة لعدد من صور الحروف، وحسبت قيم التدرجات التكرارية العمودية والأفقية لغرض الاختبار، وأخيرا تم حساب قيم التدرجات التكرارية العمودية والأفقية لحروف ذات حجم اكبر لغرض الاختبار أيضا.

المرحلة الثانية: دربت الشبكة العصبية كوهين على تمييز الحروف بوساطة صفاتها المستخلصة من (التدرجات التكرارية العمودية)، إذ كان عدد الإدخالات للشبكة 28 ، وتم التدريب على عشرة حروف لذلك فان عدد الاخراجات للشبكة كان 10.

المرحلة الثالثة: اختبرت الشبكة في عدة مجموعات من الحروف لم تدرب الشبكة عليها، ضمت حروفاً لها النمط نفسه (أي: نوع الخط وحجمه أنفسهما)، ومجموعة أخرى للحروف احتوت على بعض التشويش، والمجموعة الثالثة ضمت حروفاً ذات حجم اكبر من تلك المدرب عليها (أي: حجم 18 نقطة).

4- مناقشة النتائج

تم التدريب على قيم التدرجات التكرارية العمودية، لمجموعة من صور الحروف والتي ضمت كما يأتي(الجدول 1):

أ- الحروف (ث، ح ، د، ر، س، ض، ط، غ، ق، ن)، مطبوعة بخط من النوع Simplified Arabic ، وبحجم 14 نقطة، ثم اختبرت الشبكة على مجموعة أخرى من الحروف لم تدرب عليها سابقاً، وكانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 100%، **ويعزى ذلك لكون الاختبار طبق على حروف عربية منفصلة**، ويوضح الجدول (6) هذا التطابق.

ب- وتم اختبار الشبكة على مجموعة من صور الحروف المشوشة (أي غير واضحة الصورة)، وكانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 100% كما موضح في الجدول (7)، كما اجري الاختبار على مجموعة من الحروف ذات حجم خط مختلف (أي: حجم 18 نقطة)، وكانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 83.33%، **وقد انخفضت النسبة بسبب كون عدد نقاط**

الحرف قد طرأ عليها اختلاف بسبب اختلاف الحجم. لاحظ جدول (8).

الجدول (6) نتائج الاختبار لمجموعة الحروف التي لها حجم الخط ونوعه أنفسهما.

الحرف	نتيجة الاختبار
ز	قرّب إلى حرف (ر)
ت	قرّب إلى حرف (ن)
ع	قرّب إلى حرف (غ)
ص	قرّب إلى حرف (ض)
ف	قرّب إلى حرف (س)
ظ	قرّب إلى حرف (ط)
ذ	قرّب إلى حرف (د)
ج	قرّب إلى حرف (ح)
خ	قرّب إلى حرف (ح)
و	قرّب إلى حرف (د)
ش	قرّب إلى حرف (س)
ب	قرّب إلى حرف (ن)

الجدول (7) نتائج الاختبار لمجموعة الحروف التي لها حجم الخط ونوعه أنفسهما وتحتوي على عدم وضوح في الصورة.

الحرف	نتيجة الاختبار
ح	قرّب إلى حرف (ح)
س	قرّب إلى حرف (س)
د	قرّب إلى حرف (د)
خ	قرّب إلى حرف (ح)
ش	قرّب إلى حرف (س)
ذ	قرّب إلى حرف (د)

الجدول (8) نتائج الاختبار لمجموعة حروف ذات حجم خط اكبر 18 نقطة.

الحرف	نتيجة الاختبار
ح	قرّب إلى حرف (ح)
س	قرّب إلى حرف (س)
د	قرّب إلى حرف (د)
خ	قرّب إلى حرف (ح)
ش	قرّب إلى حرف (ث)
ذ	قرّب إلى حرف (د)

ج- اجري التدريب على قيم التدرجات التكرارية الأفقية لمجموعة الحروف أنفسها(جدول 5)، واختبرت الشبكة على مجموعة أخرى من الحروف لم تدرب الشبكة عليها، وكانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 66.66%، **وذلك لاعتماد حروف عربية منفصلة قريبة جداً من ناحية الشكل من بعضها البعض**، كما موضح في الجدول (9).

الجدول (9) نتائج الاختبار لمجموعة الحروف التي لها حجم الخط ونوعه أنفسهما.

الحرف	نتيجة الاختبار
ز	قرّب إلى حرف (ر)
ت	قرّب إلى حرف (ث)
ع	قرّب إلى حرف (ق)
ص	قرّب إلى حرف (س)
ف	قرّب إلى حرف (ث)
ظ	قرّب إلى حرف (ط)
ذ	قرّب إلى حرف (ن)
ج	قرّب إلى حرف (ح)
خ	قرّب إلى حرف (ر)
و	قرّب إلى حرف (ر)
ش	قرّب إلى حرف (ق)
ب	قرّب إلى حرف (د)

د- تم الاختبار على مجموعة من الحروف المشوشة (تحتوي على عدم وضوح في الصورة)، كانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 50% أيضا، (الجدول 10)، علما أن التدريب عليهما قد تم بدون تشويش.

الجدول(10) نتائج الاختبار لمجموعة الحروف التي لها حجم الخط ونوعه أنفسهما وتحتوي على عدم وضوح في الصورة

الحرف	نتيجة الاختبار
ح	قرّب إلى حرف (ح)
س	قرّب إلى حرف (س)
د	قرّب إلى حرف (د)
خ	قرّب إلى حرف (ر)
ش	قرّب إلى حرف (ق)
ذ	قرّب إلى حرف (ن)

هـ- اجري الاختبار على مجموعة من الحروف ذات حجم خط مختلف (أي: حجم 18 نقطة)، وكانت نتائج الاختبار متطابقة بنسبة 66.66% (الجدول 11)، علما أن التدريب قد تم بدون تكبير.

الجدول (11) نتائج الاختبار لمجموعة حروف ذات حجم خط اكبر من 18 نقطة

الحرف	نتيجة الاختبار
ح	قرّب إلى حرف (ح)
س	قرّب إلى حرف (س)
د	قرّب إلى حرف (ر)
خ	قرّب إلى حرف (غ)
ش	قرّب إلى حرف (ن)
ذ	قرّب إلى حرف (ن)

5- الاستنتاجات

من النتائج أعلاه يمكن الاستنتاج بأن نتائج الاختبار للشبكة العصبية كوهين المدربة على قيم التدرجات العمودية للحروف أظهرت نتائج أفضل من نتائج الاختبار المدربة على قيم التدرجات الأفقية في الأنماط جميعاً. وذلك لكون الحروف العربية المنفصلة ذات صفات متباينة كثيراً في الشكل عند اعتماد المدرج التكراري العمودي، ومتشابهة في الشكل عند اعتماد المدرج التكراري الأفقي، مما يعطي التمييز دعماً في حالة الشبكات العصبية المدربة.

المصادر

1- معجم الكومبيوتر، (2003).

2- Abod L.K.,(1998), Classification Of Satellite Image Using Neural Network, Ph.D. Thesis, Department of physics, college of science, university of Baghdad.

3- Chitra, S.P.(1993) Use Neural Networks For Problem Solving, Chemical engineering progress, pp. 44-52.

4- Gonzales. Rafael, C., woods, R.E.(2002):"Digital Image Processing" 2nd edition publisher: prentice.

5- Hillen, W. (1998): "Optimas IMAGE PROCESSING SW IMAGE DIGITIZATION": "Practical training", Univ. of Applied Sci. Achen.

6- Lippmann R.P.,(1987), Introduction TO COMPUTING WITH NEURAL NETS, IEEE Assp Magazine, Vol. 4, No. 2, pp. 4-22.

7- Rao, V.B. and Rao,H.V.(1993), C++ Neural Networks and Fuzzy Logic, Henry Holt and Company, Ins., New York.

8- Umbaugh, S. E., Computer Vision & Image Processing.: Image Enhancement, (1995), multimed: laboratory.

9- Ming(2001): "digital Image Processing", pecking university, http://www.ctiradiology.uiowa.edu~jiongm/course/

10- Trier I.D., Jain A. K. and Taxt T.,(1996), Feature Extraction Methods For Character Recognition – A survey, Pattern recognition, Vol.29, No. 4, pp. 641-662.

11- Wassermann, P.D.,(1989), Neural computing theory and practice, Van Nostrand Reinhold; New York.

12- "Computer Vision Image Processing": "Image Enhancement"، (1995)، multimedia laboratory. From internet via URL http:// konkuk.ac.kr/~ybahn/dip/dip-lect08.pdf,Email: sjung@sarim.changwou.ac.kr

13- Principe, J. C. , Euliano, N. R., Lefebvre, W. C. Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations, (2000) John Wiley & Sons, Inc.

14- Hall, C.,(2002) , Hybrid Single-Link Clustering for Optical Character Recognition, from internet via e-mail : *hallcp@cs.colorado.edu*

15- Szirányi ,T. (2002),Texture Segmentation By The 64x64 Cnn Chip, World Scientific : Vol(05). No.(03). p: 15:07

16- Thool,R. C. and Sontakke, T.R., Statistical Pattern Recognition Technique For Character Recognition. From internet via e-mail:rcthool@sggs.ren.nic.in