جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا
كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات

التعرف الآني علي الحروف العربية المنعزلة بإستخدام الشبكات العصبية

Online Isolated Arabic letters Recognition using Neural Networks

بحث مقدم كأحد متطلبات الحصول على درجة بكالريوس الشرف في علوم الحاسوب.

أغسطس 2014

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا

كلية علوم الحاسوب و تقانة المعلومات

التعرف الآني علي الحروف العربية المنعزلة بإستخدام الشبكات العصبية

Online Isolated Arabic letters Recognition using Neural Networks

أغسطس 2014

إعداد الطلاب :

1. أيمن أمين علي أمين 2. حسن بكري حسن المكي

3. سارية محى الدين محمد 4. محمد عثمان السيد

بحث مقدم كأحد متطلبات الحصول على درجة بكالريوس الشرف في علوم الحاسوب.

توقيع الأستاذ المشرف: التاريخ: اغسطس 2014

الدكتور محمد الحافظ مصطفى

آية

قال تعالى

(وَكَذَٰلِكَ أَنزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا وَصَرَّفْنَا فِيهِ مِنَ الْوَعِيدِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ أَوْ يُحْدِثُ لَهُمْ ذِكْرًا)

طه 113

الحمدلله

الحمدلله حمد الشاكرين والصلاة والسلام علي سيد المرسلين سيد ولد أدم أجمعين سيدنا محمد وعلي آله وصحبه أجمعين .

الحمدلله حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه ، سبحانك لا نحصي ثناء عليك ، أنت كما اثنيت علي نفسك ، خلقت فأبدعت ، وأعطيت فأفضت ، فلا حصر لنعمتك ، ولا حدود لفضلك ، الحمد لله الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لولا أن هدانا الله ، اللهم ما أصبنا فبنعمتك وفضلك وما أخطأنا فمن أنفسنا والشيطان .

اللهم علمنا ما ينفعنا ، وانفعنا بما عملتنا ، وذدنا علماً ، والحمدلله علي كل حال .

الإهداء

إلى الوالد الحبيب :

- إلى قدوتي الأولى ونبراسي الذي ينير دربي .
- إلى من أعطاني ولم يزل يعطيني بلا حدود .
- إلى من رفعت رأسي عالياً افتخاراً به .
- ولكني لا أملك إلا أن أدعو الله عزوجل أن يبقيكِ ذخراً لنا .
- أطال الله عمرك فيمايحب ويرضا .

إلى الوالدة العزيزة :

- فيا من علمتني أبجدية الحروف
- ويا من علمتني الصمود مهما تبدلت الظروف
- أخط لك كلمات مدادها حبر دمي
- كلمات ملؤها شكر وعرفان
- كلمات تتردد على كل لسان
- نعم أنها أمي الغالية..

شكر وعرفان

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد...

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة...

"كن عالما .. فإن لم تستطع فكن متعلما ، فإن لم تستطع فأحب العلماء ،فإن لم تستطع فلا تبغضهم"

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة...

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل...

وأخص بالتقدير والشكر:

الدكتور : مُحَمَّد الحافظ مصطفى .

وكذلك نشكر كل من ساعد على إتمام هذا البحث وقدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة وزودنا بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث ونخص بالذكر:

الأستاذ : حذيفة أدم عبد الشافع .

المستخلص

ظهرت أنظمة التعرف الآني على الكتابة وتطورت بشكل واضح خصوصاً في اللغة الإنجليزية ، أما بالنسبة للغة العربية فما زالت الأنظمة الموجوده محدودة الكفاءة وهذا البحث يهدف للمساهمة في دعم التعرف الآني علي الكتابة العربية.

تعتمد فكرة المشروع علي إستراتيجية فرق تسد (divide and conquer) حيث يهدف المشروع لتصميم شبكة عصبية تتعرف علي الفئة (المجموعة) التي ينتمي إليها الحرف (المرحلة الأولى) ، ثم التعرف علي الحرف داخل مجموعته (المرحلة الثانية) ، حيث تم في المرحلة الأولى تصميم وتدريب شبكة عصبية تتعرف علي الشكل العام للحرف (فئة الحرف)،و في المرحلة الثانية تمت كتابة برنامج يقوم بتحديد الحرف داخل الفئة إعتمادا على عدد الضربات و موقعها.

تم إجراء تدريب الشبكة و إختباراها بالإستفادة من مجموعة البيانات Online Handwriting Isolated Arabic letters [1] .

تم الحصول على شبكة عصبية تتعرف على مجوعة الحرف تعرفت علي بيانات التدريب بنسبة 76.7% و تمت مناقشة الأسباب ونتوقع أنها يمكن أن تعطي كفاءة أعلى من ذلك بعد معالجة تلك المشاكل.

ABSTRACT

In the last decades Online Handwriting Recognition systems (OHR) have shown a dramatic improvement especially in English language, however Arabic language recognizers are still lagging behind. The main aim of this project is to support Arabic recognizer's efforts. The main idea of this project is to follow a Divide and Conquer strategy to build an accurate and efficient recognizer.

Therefore the proposed classifier has two phases .In the first phase the classifier identifies the letter's class, while the second phase was devoted for recognizing the letter inside its small group. A neural network was designed and trained using Online Handwriting Isolated Arabic letters [1] . The resulting network succeeded in classifying the training data with accuracy of 76.7%, the reasons were discussed and we expect better accuracy when these problems solved.

A subprogram has been written in the second phase to determine the letter inside its group.

شرح المصطلحات

شرح المصطلح	المصطلح
التعرف علي خطوط اليد	Handwriting recognition
التعرف من اي شكل من البيانات المعرفه مسبقا .	offline recognition
التعرف مباشرة من البيانات المجموعة أثناء الكتابة الحرف .	online recognition
إستخراج الصفات المميزة للحروف .	feature extraction
عمليات ما قبل المعالجة .	Preprocessing
تصنيف الحروف أو تقسيمها لي مجموعات حسب الضربة الأساسية	Classification
العمليات علي الحروف بعد عملية التعرف .	Post processing
إشارات عصبية	Spikes
العصبون	Neurons or nodes
التعليم بواسطة معلم	Supervised Learning
التعليم من غير معلم	Unsupervised Learning
شبكة عصبية ذات عقدة واحده	Perceptron
هي أبسط أنواع الشبكات العصبونية أمامية التغذية	Feed-Forward
هي إختصار لبرنامج الماتلاب (matlab)	Matrix Laboratory
3 وسائط الماتلاب المساعدة	Toolboxes
وهي تستخدم لأنشاء الشبكات المستخدمة في التعرف علي الأنماط .	Neural pattern recognition tool (Nprtool)
يمثل متوسط مربع الاختلاف بين مخرج الفعلي للشبكة (output) والهدف المراد الموصول الية (target)	Mean Squared Error (MSE)
تشير الي جزء من المدخلات التي لديها ضعف في التصنيف	Percent Error
هو جدول بشكل معين يسمح بالعرض الرسومي لتوضيح كفاءة خوارزمية محددة ، تحديدا في التعليم الموجه	Confusion matrix

فهرست الأشكال

رقم الشكل	موضوع الشكل	رقم الصفحة
1.1	يوضح المخطط العام لنظام التعرف الكامل علي الكتابة	3
1.1.3	شبكة عصبية إصطناعية	8
2.1.3	مكونات الشبكة العصبية الإصطناعية	9
1.2.3	أول واجهة في ال (nprtool)	15
2.2.3	توضح مددخلات وخرجات الشبكة العصبية	16
3.2.3	يوضح تقسيم مدخل الشبكة إلي نسب	17
4.2.3	تحديد عدد العصبونات في الشبكة المخفية	18
5.2.3	يوضح قيم ال(MSE)،(%E)	19
6.2.3	يوضح عملية التدريب	20
7.2.3	يوضح عملية الإختبار	21
8.2.3	يوضح خيارات الحفظ وتوليد الشفرة	22
9.2.3	يوضح الشفرة المتولده من ال(nprtool)	23
1.4	يوضح خطوات البحث	24
1.1.4	يوضح الضربة الأولي لحرف الباء	26
1.3.4	الاتجاهات الرئيسية لتوليد Chain Code	30
2.3.4	حرف الصاد	30
3.3.4	شفرة السلسلة لحرف الصاد قبل تثبيت الطول (Normalization)	31
4.3.4	إدخال صحيح وخاطئ لحرف الطاء	31
5.3.4	شفرة السلسلة للحرف الصاد بعد إزالة العناصر ذات التكرار الواحد	32
6.3.4	شفرة السلسلة للحرف الصاد بعد تثبيت الطول (Normalization)	33
1.5.4	يوضح ال (confusion matrix) لبيانات التي تم تدريب الشبكة عليها	38
2.5.4	يوضح مصفوفة الهدف (Target) لمجوعة بيانات تحتوي ممثل (عينة) واحد من كل مجموعة	39
3.5.4	يوضح ال (confusion matrix) لبيانات التي تم إختبار الشبكة عليها	41

فهرست الجداول

رقم الجدول	محتوى الجدول	رقم الصفحة
1.1.4	يوضح الحروف وعدد تكرارتها	27
1.3.4	تقسيم الحروف الي مجموعات	34
1.5.4	نسبة التصنيف حسب عدد العصبونات في الطبقات الخفية	37
2.5.4	يوضح أسباب التصنيف الخاطئ لبعض الحروف	42

فهرس المحتويــات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الحمد	ب
الإهداء	ج
الشكر والعرفان	د
المستخلص	ه
Abstract	و
شرح المصطلحات	ز
فهرست الأشكال	ح
فهرست الجداول	ط
فهرست المحتوى	ي

الباب الاول

الموضوع	رقم الصفحة
1.1 مقدمة	1
2.1 مشكلة البحث	1
3.1 أهداف البحث	1
4.1 خطوات البحث	2
5.1 حدود البحث	2
6.1 هيكلية البحث	3

الباب الثاني

الموضوع	رقم الصفحة
1.2 المقدمة	4
2.2 الخطوات العامة لنظام التعرف علي الأنماط	4
3.2 طرق التعرف علي الأنماط	5
4.2 تطبيقات التعرف علي الانماط	6

الباب الثالث

الفصل الأول الشبكات العصبية الأصطناعية

الموضوع	رقم الصفحة
1.1.3 المقدمة	7
2.1.3 تعريف	7
3.1.3 مكونات الشبكة العصبية	8
4.1.3 خصائص الشبكات العصبية الاصطناعية	10
5.1.3 مزايا وعيوب الشبكات العصبية	10
6.1.3 طرق التعلم في الشبكات العصبية الإصطناعية	10
7.1.3 أنواع الشبكات العصبية	11
8.1.3 تطبيقات الشبكات العصبية الإصطناعية	12

الفصل الثاني الماتلاب Matlab

الموضوع	رقم الصفحة
1.2.3 مقدمة	13
2.2.3 تعريف	13
3.2.3 أغراض الماتلاب	13
4.2.3 مكونات الماتلاب	14
5.2.3 أدوات الماتلاب المساعدة (Toolboxes)	14
6.2.3 مزايا (nprtool)	15
7.2.3 استخدام (nprtool)	15

الباب الرابع

الفصل الأول

الموضوع	رقم الصفحة
1.4 وصف البيانات	24

الفصل الثاني

الموضوع	رقم الصفحة
1.2.4 المعالجة الأولية (Data preprocessing)	28

الفصل الثالث

الموضوع	رقم الصفحة
1.3.4 المقدمة	30
2.3.4 خطوات تكوين متجه الدخل (Feature vector)	30
الفصل الرابع	
1.4.4 تصنيف البيانات	34
2.4.4 تقسيم البيانات	35
الفصل الخامس	
1.5.4 التدريب (Training)	36
2.5.4 الإختبار (Testing)	39
الفصل السادس	
1.6.4 تحديد الحرف	44

الباب الخامس

الموضوع	رقم الصفحة
5.1 النتائج	45
5.2 التوصيات	46
الخاتمة	47
المراجع	48

الباب الأول

المقدمة

1.1 المقدمة :

التعرف علي الكتابة بنوعيها مطبوعة ومكتوبة يدويا ، والاخيرة التي تنقسم الي تعرف آني (online) وتعرف آجل (offline) هو احد فروع علم التعرف علي الانماط والذي يسعى لجعل انظمة الحاسوب اكثر ذكاء والذي يعرف بعلم الذكاء الاصطناعي .

التعرف علي الكتابة اليدوية (HWR (Handwriting recognition هو مقدرة الحاسوب علي استقبال وتفسير مدخل مكتوب من مصدر كمستند مصور بكاميرا او ماسحة ضوئية والذي يعرف بالتعرف الآجل (offline recognition) . او استقبال وتفسير حركة القلم(pen tips movement) الذي يعرف بالتعرف الآني (online recognition) .

يقتصر موضوع هذا البحث علي التعرف آني (online) علي الحروف العربية المنفصلة (isolated letter) .تم إستخدام الشبكات العصبية الإصطناعية علي مجموعة بيانات (Online Arabic Handwrite. Dataset)[1]

2.1 مشكلة البحث :

1- عملية الادخال (الكتابة) عبر لوحة المفاتيح عملية تحتاج لمهارات الطباعة خصوصا في كمية البيانات الكبيرة .
2- عملية الادخال في حد ذاتها عبارة عن وقت يمكن توفيره بالادخال في وقت كتابتها .
3- قلة الانظمة الداعمة للغة العربية في مجال الـ (online recognition) .

3.1 اهداف البحث :

1- تصميم برنامج يساعد علي التعرف علي الحروف العربية المنفصلة بالإستفادة من Online_ArabicHandwrite_DataSet.[1]
2- دراسة تصميم وتدريب الشبكات العصبية الإصطناعية متعددة الطبقات نظرياً وعمليا عبر تصميم و تنفيذ النظام المقترح.

4.1 خطوات البحث :

1- تجهيز البيانات data set في صورة يمكن الاتسفادة منها .

2- استخراج المميزات (feature extraction) .

3- استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في انشاء المصنف.

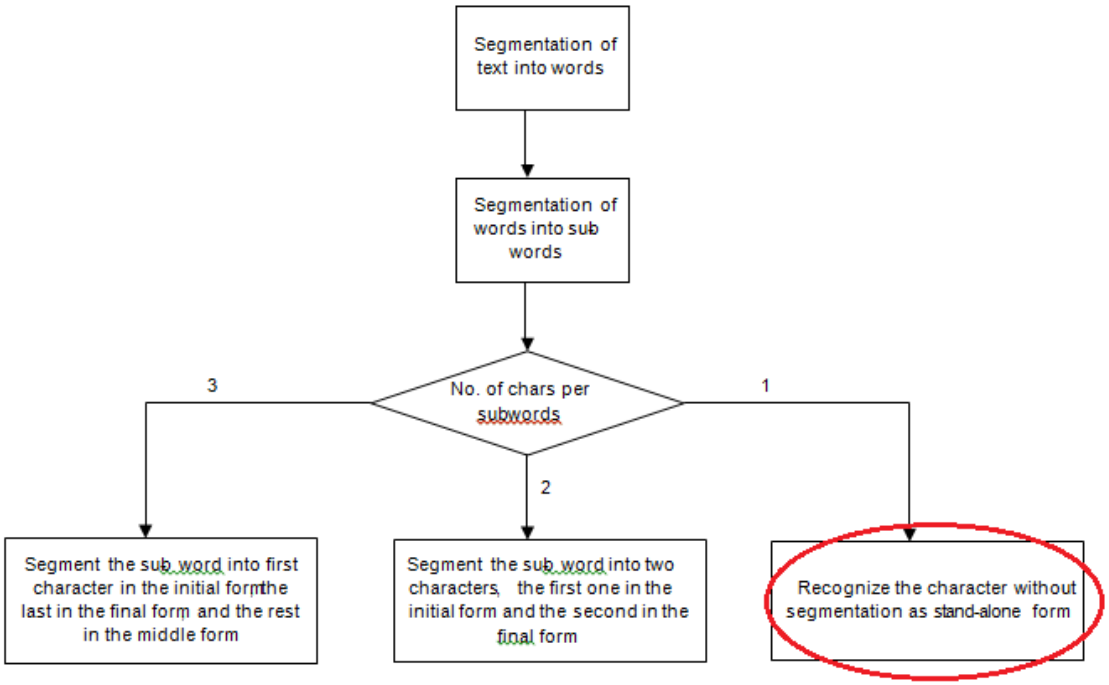
4- تدريب وإختبار الشبكة .

5- مناقشة النتائج .

5.1 حدود البحث :

تشتمل مجموعة البيانات المستخدمة في هذا البحث علي 32 حرف حيث لحرف الالف اربعة حالات وهي (ا،أ،إ، آ) بالاضافة الي الحرف (ى) وهي الحروف التي سوف يتم تصميم النظام للتعرف عليها .

الصندوق المحدد في الشكل (1.1) يوضح الجزئية التي تم إجراء البحث فيها .



الشكل (1.1) يوضح المخطط العام لنظام التعرف الكامل علي الكتابة

6.1 هيكلية البحث :

يتضمن البحث بالإضافة إلى هذا الباب الأبواب :

الباب الثاني والذي يتضمن نبذة عامة عن علم التعرف علي الأنماط

الباب الثالث و يتضمن منهجية البحث التقنيات والأدوات المستخدمة في البحث.

الباب الرابع يتحدث عن تطبيق المشروع المقترح و خطوات حل المشكلة.

الباب الخامس يتضمن الخاتمة التي تحتوي على النتائج والتوصيات والمراجع

الباب الثاني

التعرف علي الأنماط

1.2 المقدمة :

علم التعرف علي الأنماط يعتبر من أحد فروع علم الذكاء الإصطناعي الذي يهدف إلي إيجاد وتطوير تقنيات التعرف علي الأنماط (pattern) أو هياكل (structure) محدده تم تصنيفها وفق مجموعات تسمي بالأصناف (classes) ، و يمكن للنمط أن يكون صوره أو مقطع صوتي أو إمضاء ... الخ .

يتم تقسيم علم التعرف علي الأنماط بصوره عامة إعتمادا على نوع آلية التعرف التى تستخدم للتوصل لفئة المخرج المطلوب وآليات التعرف هي :

1- مطابقة القوالب .
2- الطرق الإحصائية .
3- الشبكات العصبية الإصطناعية .
4- الطريقة الهيكلية .

2.2 الخطوات العامة لنظام التعرف علي الأنماط :

يتكون نظام التعرف علي الأنماط من أربع مراحل وفيما يلي توضيح لهذه المراحل :

1- المعالجة الأولية (preprocessing) :

في هذه المرحلة يتم تهيئة النمط للمراحل التالية وذلك بعمل بعض من عمليات المعالجة بغرض التحسين من هذه المعالجات ، و يتم إزالة التشويش (Noise remove) من النمط ، و تبسيطه بهدف تقليل كمية البيانات المعالجة .

2- إستخلاص الخصائص المميزة (features Extraction) :

في هذه المرحلة يتم إيجاد أفضل مجموعة من صفات وخصائص من النمط التي تساعد في عملية التصنيف فمثلا توجد حروف في اللغة العربية نهائية بمعنى (لا تتصل بحرف بعدها) ومن أمثلتها (و ، ر ، ز ، د ، ذ) وعند الحصول علي الحرف من صفاته المميزة يمكن أن يتم تضمينة مع المجموعة المناسبة له .

3- التصنيف (classification) :

ندخل الخصائص المميزة الممثلة في شكل مصفوفة خصائص (Feature Vector) ومن ثم نحدد نوع النمط الذي ينتمي له الـ vector ومن ثم نستخدم التقنيات الموجودة في التصنيف ويتم التعلم عن طريق

عرض مجموعة من الأنماط علي المصنف وتتم هذه العملية إما بواسطة معلم (تعليم مراقب) أو من غير معلم (تعليم غير مراقب) .

4- مرحلة ما بعد المعالجة (Post processing) :

نقوم بتحويل مخرج النظام إلي شكل يمكّن من التعامل معه ومحاولة معالجة الأخطاء الملاحظة بهدف تحسين الدقة العامة للنظام مثلا : تمرير الكلمات المخرجة علي معجم أو الحصول علي خطاء معين للحرف الواحد بشكل ثابت (التعرف علي حرف الخاء علي انة *5)

3.2 طرق التعرف على الأنماط :

هناك أربع طرق أساسية مستخدمة فى التعرف على الأنماط :-

1- طريقة مطابقة القوالب (Template-Matching and Correlation Method) :

هذه الطريقة تقوم على تخزين مجموعة من القوالب (Templates) أو النماذج (Prototypes) من كل صنف في الحاسوب وفي مرحلة التصنيف تتم عملية مقارنة للصورة الداخلة (Input pattern) مع القوالب(templates) فإن كانت نتيجة مقارنتها مع الصنف S أكبر من نتيجة مقارنتها مع الصنف Y فإنها تصنف ضمن الصنف S وهكذا.

تتم عملية المقارنة بعد تخزن الصورة الداخلة على شكل مصفوفة وتقارن مع القوالب الموجودة في الجهاز (pixel by pixel) وتعطي قيمة للمقارنة . الصعوبة الوحيدة في هذه الطريقة هي الإختيار الجيد للقوالب من كل صنف بالإضافة إلى تحديد معايير المقارنة وخصوصاً لو كانت الصورة الداخلة تحمل تشوهات .

2- الطريقة الإحصائية (Statistical Approach) :

في هذه الطريقة توصف كل صورة أو نمط (pattern) بواسطة مجموعة من الخصائص (set of features) والتي من الممكن أن نعبر عنها بقيم حقيقية . في مرحلة التعلم: يقدّم كل نمط (pattern) كمتجه من الخصائص (feature vector).

عادة تتم عن طريق تقسيم مساحة الصورة إلى مناطق مجزأة، كل منطقة تقارن مع صنف فمثلاً لو كنّا نريد التعرف على صورة تفاحة ، فأولا نحدد ما هي خصائص التفاحة التي نخزنها في مرحلة التعلم؟! على سبيل المثال: اللون، الشكل، الدوران، المنطقة السفلى، المنطقة العليا.... الخ. وكذلك يتم التعرف على التفاحة، تقسم الصورة إلى أجزاء وكل جزأ نقارن الخصائص الموجودة فيه مع خصائص الصنف المخزنة وهكذا. الصعوبة هنا هي في إختيار مجموعة الخصائص لكل فئة وقواعد القرار في التعرف على النمط.

3- طريقة التركيب (Syntactic and Structural Approach) :

في هذه الطريقة لا نكتفي فقط بالقيم الرقمية لخصائص كل صنف، ولكن نضيف عليها العلاقات بين الخصائص في كل صنف والتي تتيح لنا معلومات هيكلية ضرورية في التعرف على الأنماط.

في مرحلة التعلم في هذه الطريقة يمثل النمط عادة كشجرة (tree) أو رسم بياني (graph) أو سلسلة حرفية (string) من العناصر الأولية والعلاقات الخاصة بها.

عملية التصنيف في هذه الطريقة تتم من خلال تحليل التراكيب (Syntax analysis) أو بمعنى آخر برنامج تعريب(parsing procedure) . أعلى نسبة مقارنة ناتجة من مقارنة الصورة المدخلة مع كل شجرة (tree) أو (graph) أو(string) تحدد الصنف الذي تنتمي إليه الصورة المدخلة لنأخذ مثال لصورة مدخلة يوجد بها دائرتين (خصائص) لو كانت المسافة بينهما ما بين 1 إلى 2 سم فمن الممكن أن تصنف الصورة على أنها صورة نظارة مع الأخذ بالاعتبار الخصائص الأخرى وعلاقتها فيما بينها، أما لو كانت المسافة بينهم متر تقريباً فمن الممكن أن تصنف على أنها أنوار سيارة مع الأخذ بعين الإعتبار الخصائص الأخرى طبعاً... وهكذا.

تستخدم هذه الطريقة في التعرف على الأهداف أو الصواريخ (recognition target) وكذلك في التعرف على الأحرف (character recognition) وغيرها.

4- الشبكات العصبية (Neural Networks Approach) :

الشبكات العصبية الإصطناعية هي إحدى التقنيات الحديثة نسبياً في الحوسبة، وهي مستوحاه من طريقة عمل العقل البشري والجهاز العصبي المركزي .تتكون الشبكات العصبية من عدد كبير من وحدات المعالجة العصبية المتشابكة تشابكا كبيرا فيما بينها بحيث تكون قادرة على معالجة أنواع معينة من المشاكل. كما في الخلايا العصبية الحية، تحتاج الخلايا العصبية الإصطناعية إلى التدريب بحيث يتم ضبط التشابكات(الأوزان) فيما بينها ، بعد عملية التدريب، يمكن إعتبار الشبكة العصبية «خبيرة» في فئة المعلومات التي تم تدريبها عليها.

a.تطبيقات التعرف علي الأنماط:

تهدف البحوث والتقنيات الخاصة بهذا العلم إلى إيجاد أو تطوير تقنيات للتعرف على أنماط أو هياكل محددة في الإشارات الرقمية، حيث يمكن للإشارة أن تمثل صورة تحوي حرف مكتوب أو مقطع موسيقي أو مقطع كلامي يمثل كلمة أو حتى نص حاسوبي، ويمكن أن يكون النمط المطلوب التعرف عليه هو الحرف الذي تحويه الصورة أو الآلة المستخدمة في المقطع الموسيقي أو الكلمة الملفوظة في المقطع الكلامي .

الباب الثالث

الأدوات والتقنيات

- **القسم الأول: الشبكات العصبية الاصطناعية .**
- **القسم الثاني : الماتلاب Matlab.**

القسم الأول

الشبكات العصبية الإصطناعية

1.1.3 مقدمة :

من أهم مجالات الذكاء الإصطناعي الذي يعكس تطور هام وملموس في طريقة التفكير الإنساني، وهوعلم يعمل علي محاكاة طريقة عمل المخ البشري بعملية تسمى حوسبة متوازية (Parallel computing) وبالرغم من سرعة هذه التقنية إلا أنه ليس لها القدرة علي الإستقلال بحل المشاكل لأن الحاسوب يقوم بإرسال كمية كبيره من البيانات بصورة رقمية ومكرره ولكن المخ لا يقوم بعملية التكرار مثل الكاميرا تقوم بتكرار عملية الإلتقاط وترسلها بصورة متكرره لمعاجلتها لمعرفة التغيرات التي حصلت أما المخ يرسل التغير فقط في الصورة وذلك علي شكل إشارات عصبية (spikes).

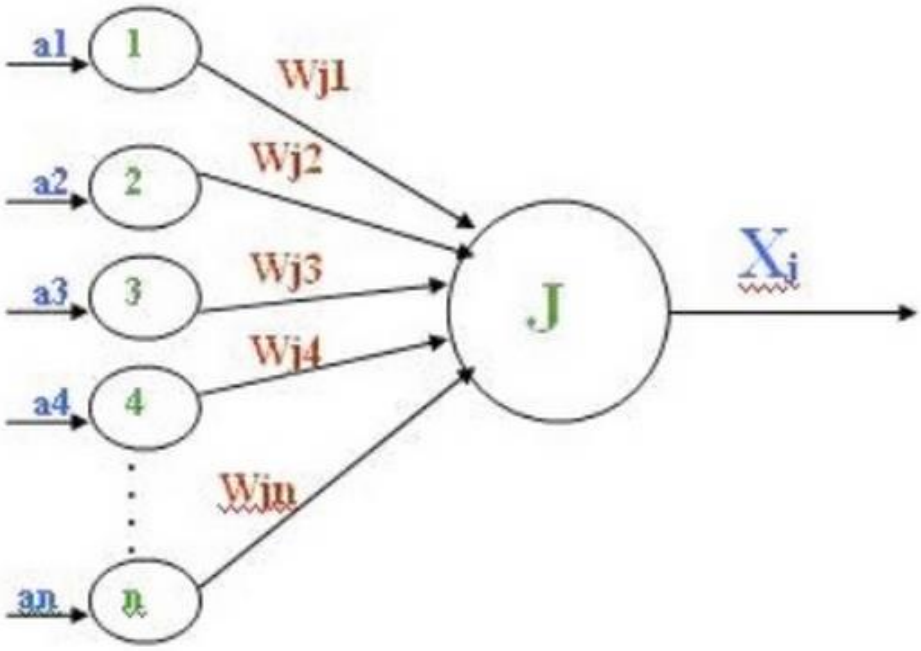
وهذه الشبكات الإصطناعية لها القدرة علي التعلم والتذكر والقدرة علي تميز الأشياء وإتخاذ القرارت .

2.1.3 تعريف:

الشبكات العصبية هي عبارة عن معادلة رياضية معقدة نوعاً ما تستخدم لحل المسائل التي لا تخضع لقوانين ثابتة ، وهي تحاكي طريقة عمل الدماغ البشري في التعرف علي الأصوات والكلام والصور عن طريق معالجة ضخمة وموزعة علي التوالي ومكونة من وحدات معالجة بسيطة تسمى عقد أو عصبونات , Neurons) (nodes والتي لها خاصية عصبية حيث أنها تقوم بتخزين المعرفة العملية والمعلومات التجريبية وتجعلها متاحة للمستخدم وذلك بضبط الأوزان[9] .

تقوم الشبكة العصبية بإنشاء عصبونات مترابطة فيما بينها بأوزان مختلفة وكل عصبونة مسؤولة عن مدخل واحد ، وعند عملية التدريب تقوم الشبكة بتعديل مستمر للأوزان المرتبطة بكل عصبونة لكي يكون المخرج أقرب مايكون للمتوقع أو المطلوب .

تستمر عملية التدريب علي كل المدخلات المتوفرة وتعديل الأوزان المرتبطة بكل عصبونة بشرط أن تكون القيمة الناتجه مقاربة لقيمة الخرج الحقيقي .

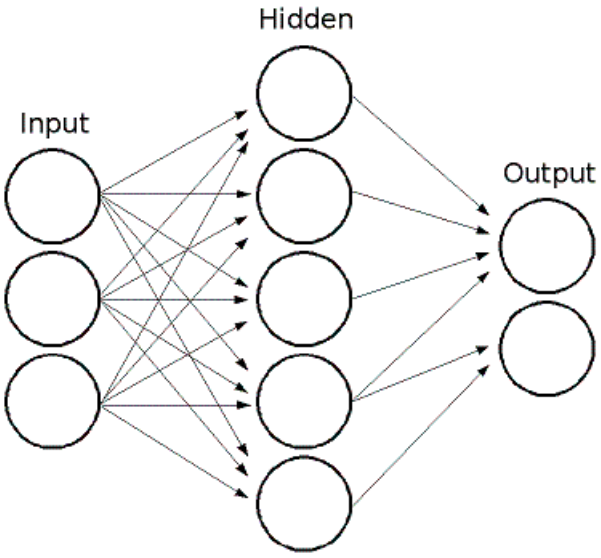


الشكل (1.1.3) شبكة عصبية إصطناعية [13]

3.1.3 مكونات الشبكة العصبية:

كما ذكرنا سابقا أن الشبكات العصبية تتكون من مجموعة من وحدات المعالجة تسمى إحدها عصبونة كما في الشكل (1.1.3) [10]

الشكل (2.1.3) مكونات الشبكة العصبية الاصطناعية



يتكون العصبون من :

1- إشارات الدخل (inputs) :

a1,a2,a3 ,……..,an

2- قوى الوزن (Weights) :

Wj1,wj2,wj3,….,wjn

3- عنصر المعالجة (processing element (j)) :

وهذا العنصر ينقسم الي قسمين :

أ - الجامع (adder) : لجمع الإشارات في الدخل الموزون .

ب - تابــع النقل أو تابع التفعيل (activation function) : وهذا التابع يحد من خرج العصــبون لذا يسمى بتابع التخــميد(squashing) حيث يجعل الخــرج ضمن المجال (0 , 1) أو ضمن (1 , -1).

4- الخرج ((output (xj) .

4.1.3 خصائص الشبكات العصبية الاصطناعية [7] :

1- تعتمد علي أساس رياضي قوي .
2- تمثل إحدى تطبيقات الذكاء الإصطناعي .
3- تقبل أي نوع من البيانات كمياً ونوعياً .
4- لها القدرة علي تخزين المعرفة المكتسبة .

5.1.3 مزايا وعيوب الشبكات العصبية[8] :

المزايا :

1- يمكن تطبيقها في العديد من المجالات العلمية المختلفة.
2- قدرتها علي حل العديد من المشاكل المعقدة في مجال الذكاء الإصطناعي وتمييز العينات .
3- أداة فعالة لتكوين نماذج رياضية للمسائل التي تكون فيها العلاقات بين المتحولات غير معروفة .
4- سهلة التدريب والتعلم .

العيوب :

1- معالجة البيانات وتدريبها قد يأخذ فترة من الزمن تعتمد هذة الفترة علي حسب حجم البيانات .
2- صعوبة تحديد العدد الأمثل لمعالجة البيانات مسبقاً إلا من خلال التدريب.

6.1.3 طرق التعلم في الشبكات العصبية الإصطناعية :

لتعليم الشبكة يتم إعطاءها مجموعة من البيانات (Data Set) ويتم إختيارها بصورة دقيقة لتسهيل سرعة عملية تعليم الشبكة ، هذه المجموعة تسمى بفئة التدريب .

وتنقسم طرق تعليم الشبكات العصبية حسب فئة التدريب التي تعرض علي الشبكة إلي قسمين هما :

1- التعليم المراقب (بواسطة معلم (Supervised Learning)) :

هي الطريقة الأكثر شيوعا في تعليم الشبكات ، وتقوم علي فكرة عرض البيانات التدريبية أمام الشبكة علي هيئة زوج من الأشكال هما:

أ- الشكل المدخل (Input) .

ب- الشكل المستهدف (Target) .

يستخدم هذا النوع من التدريب لتعليم الشبكات الخطية ذات الطبقة الواحده التي تستخدم لحل مسائل التقابل الخطي بين الدخل والخرج حيث تقوم الشبكة بحساب إشارة الخطأ من خلال الفرق بين خرج العصبون والخرج المطلوب ويتم تعديل الأوزان عن طريق دالة الخطأ بهدف تصغير الفارق بين الخرجين .

2- التعليم غير المراقب (بدون معلم (Un Supervised Learning)) :

في هذه الطريقة تكون فئة التدريب عبارة عن متجه من المدخلات فقط دون عرض الهدف علي الشبكة ، احياناً تسمى هذة الطريقة بطريقة التعليم الذاتي حيث تتبنى الشبكة أساليب التعليم علي أساس قدرتها علي إكتشاف الصفات المميزة لما يعرض عليها من أشكال وقدرتها علي تطوير تمثيل داخلي لهذه الأشكال دون معرفة مسبقة لما يجب عليها أن تنتجة.

7.1.3 أنواع الشبكات العصبية[10] :

1-شبكة عصبية ذات عقدة واحده (Perceptron) :

هي أبسط أنواع الشبكات العصبونية أمامية التغذية (Feed-Forward) ولا تحتوي علي طبقة عصبونات خفية بل تتنتقل المعلومات من الطبقة الأمامية إلي النهائية مباشرة لهذه الشبكة مميزات وعيوب ومن مميزاتها أن بناء البرنامج لها سهل ، وأما عيوبها :

أ- لاتستطيع أن تصنف الأنماط لأكثر من فئتين .

ب- عدد طبقات المعالجة فيها محدده بطبقة واحدة أو اثنين فقط .

ت- ضبط أوزان الوصلات البينية يتم علي طبقة واحدة منها .

2- شبكة متعددة الطبقات (Multi-layers):

ومنها شبكات عصبونية امامية التغذية(Forward neural network) : وهي أشهر أنواع الشبكات العصبية ، ويحدث بها إنتقال عبر الطبقات بإتجاه واحد من طبقة الإدخال للطبقة المخفية ومن ثم إلي الطبقة النهائية ، ومن أهمها الشبكات العصبونية امامية التغذية خلفية النقل (Back Propagation Forward neural network)

هي احدى طرق تعليم الشبكات العصبية التي تضمن نقل المعلومات بالإنتشار العكسي للإتجاه الأصلي لقدوم المعلومات وتعتمد علي مبدأ التعليم المراقب (بواسطة معلم) وتحتاج في مرحلة التدريب إلي بيانات خاصة تتعلم بيها الشبكة حيث تقدم لها بيانات المدخلات (Inputs) مع بيانات المخرجات (Outputs) المرغوب فيها بعد ذلك تقوم الشبكة بعمل إنتشار امامي (feed forward) لبيانات الدخل للحصول علي قيمة خرج الشبكة وبعد ذلك يتم عمل مقارنة بين الخرج المحسوب والخرج المطلوب فعند حدوث عدم مطابقة تقوم الشبكة بحساب الفرق بينهما وهذا مايسمى بقيمة الخطأ وبعدها تأتي مرحلة الإنتشار الخلفي للأخطاء (Back propagation) حيث تعيد الشبكة حساب قيمة الخطأ في كل عصبون من الشبكات الخلفية وبعد ذلك يتم تحديث الأوزان (weight update) حيث تقوم الشبكة بإعادة حساب كل الأوزان وتعويضها بالقيم الجديدة المحسوبة . (يشترط في الإنتشار الخلفي أن تكون دوال التنشيط (Activation Function) التي تستعملها العصبونات قابلة للإشتقاق لأنه في مرحلة تعديل الأوزان تستعمل الدالة المشتقة لدالة التنشيط في حساب القيم الجديدة) .

3- شبكات كوهونين ذاتية التنظيم(Kohonen) :

هي احدى انوع الشبكات العصبية الاصطناعية التي تعتمد علي مبداء التعليم غير المراقب (بدون معلم) وتستخدم في مجالات متعددة منها التصنيف وتقليل او تخفيض الابعاد ، تتكون هذه الشبكة من مجموعة من العصبونات المنتظمة علي شكل مصفوفة او مشبك اوحادي اوثنائي او ثلاثي الابعاد .

8.1.3 تطبيقات الشبكات العصبية الإصطناعية :

معظم تطبيقات الشبكات العصبية الإصطناعية تعتمد كثيراً علي مبدأ التعلم ومن أهمها :

- مجال التعرف علي الأنماط (pattern recognition) .
- التعرف علي الأصوات (speech recognition) .
- ومجالات التشخيص الطبي .
- التعرف علي الصور (image recognition) .

القسم الثانـي

الماتلاب

Matlab

1.2.3 مقدمة :

يعتبر الماتلاب اداة مفيدة في تحليل وتصميم الانظمة الالكترونية بإستخدام الحاسوب ، وهو اختصار لـ(Matrix Laboratory) اي مختبر المصفوفات بحيث تتعامل لغة الماتلاب مع الثوابت والمتغيرات كمصوفات رياضية وبناءً علي ذلك العمليات الرياضية في الماتلاب هي عمليات علي المصفوفات . ويتستخدم كوسيله في عدة مجالات مثل العلوم والرياضيات المتقدمة ويستخدم ايضا في الصناعة كأداة بحث وتصميم ذات مردود عالي .

2.2.3 تعريف:

هو أداة وبيئة تطوير برمجية مخصصة للمهام الحسابية ، حيث تتوفر فيه الكثير من الوظائف والدوال الرياضية المبنية داخليا والتي تسهل حل مختلف أنواع المعادلات الرياضية. كما تساعد لغة برمجة ماتلاب على كتابة دوال وبرامج خاصة. بالإضافة للعديد من المميزات الأخرى به ومن اهم واقوى الميزات في الماتلاب انه قادر علي الرسم البياني للعديد من انواع المنحنيات[12] .

بالاضافة الي كونة برنامج هندسي يقوم بعمليات تحليل وتمثيل البيانات من خلال معالجة تلك البيانات تبعا لقاعدة البيانات الخاصة بها ، كما يوفر الماتلاب وتسهيلات للتعامل مع الصوت والصورة والفيديو .

3.2.3 أغراض الماتلاب[8] :

- اجراء العمليات الحسابية المعقدة بسرعة عالية .
- اشتقاق اللوغريثمات .
- محاكاة وتصميم النظمة المختلفة في جميع فروع العلوم والصناعة .
- تحليل البيانات واستكشافها .
- رسم المجسمات الهندسية والصناعية ذات الابعاد الثلاثية .

4.2.3 مكونات الماتلاب[13] :

يتكون من خمسة اجزاء رئيسية وهي :

1- لغة البرمجه (Matlab Language):

وهي عبارة عن لغة برمجة جاهزة مكونة من ملفات فرعية تستخدم فيها المصفوفات والمحددات والدوال الجبرية .

2- محيط العمل (Working Environment):

عبارة عن مجموعة وسائل وتسهيلات تستخدم لتمكين المستخدم من العمل ويحتوي هذا المحيط علي وسائل لتنظيم وادارة المتغيرات كما يقوم بجلب وارسال المعلومات .

3- منظم الرسوم البيانية (Graphics Handle):

هو عبارة عن منظومة رسم تجسيمي يحتوي علي اوامر لرسم المجسمات ذات البعدين والثلاثة ابعاد ، كما يحتوي علي أوامر لإظهار المجسمات وتحريكها .

4- مكتبة ماتلاب للدوال الرياضية (Library Matlab):

عبارة عن مجموعة كبيرة من التوابع والدوال الرياضية والخوارزميات مثل

sum , sin , cosine , matrix inverse ,matrix eigenvalues ,Fast Fourier transforms .

5- برامج وتطبيقات الواجه (Application program interface):

عبارة عن وسائل مساعدة تسمح بربط البرامج المعدة بلغات اخرى مع الماتلاب .

5.2.3 ادوات الماتلاب المساعدة (Toolboxes):

يحتوي الماتلاب علي وسائل مساعدة للتطبيقات المتخصصة وتسمى (Toolboxes) التي تساعد علي القيام بدراسة اوسع في مجلات الصناعة واستخدام التكنلوجيا المتخصصة .

هناك الكثير من أدوات الماتلاب المستخدمة في عمليات المعالجة من بينها (neural Network Toolbox) ويوجد فيها اكثر من اداة (tool) :

1- Neural fitting tool(nftool)
2- Neural Clustering tool(nctool)
3- Neural pattern Recognition tool(nprtool)
4- Neural Network training Display tool(nntraintool)

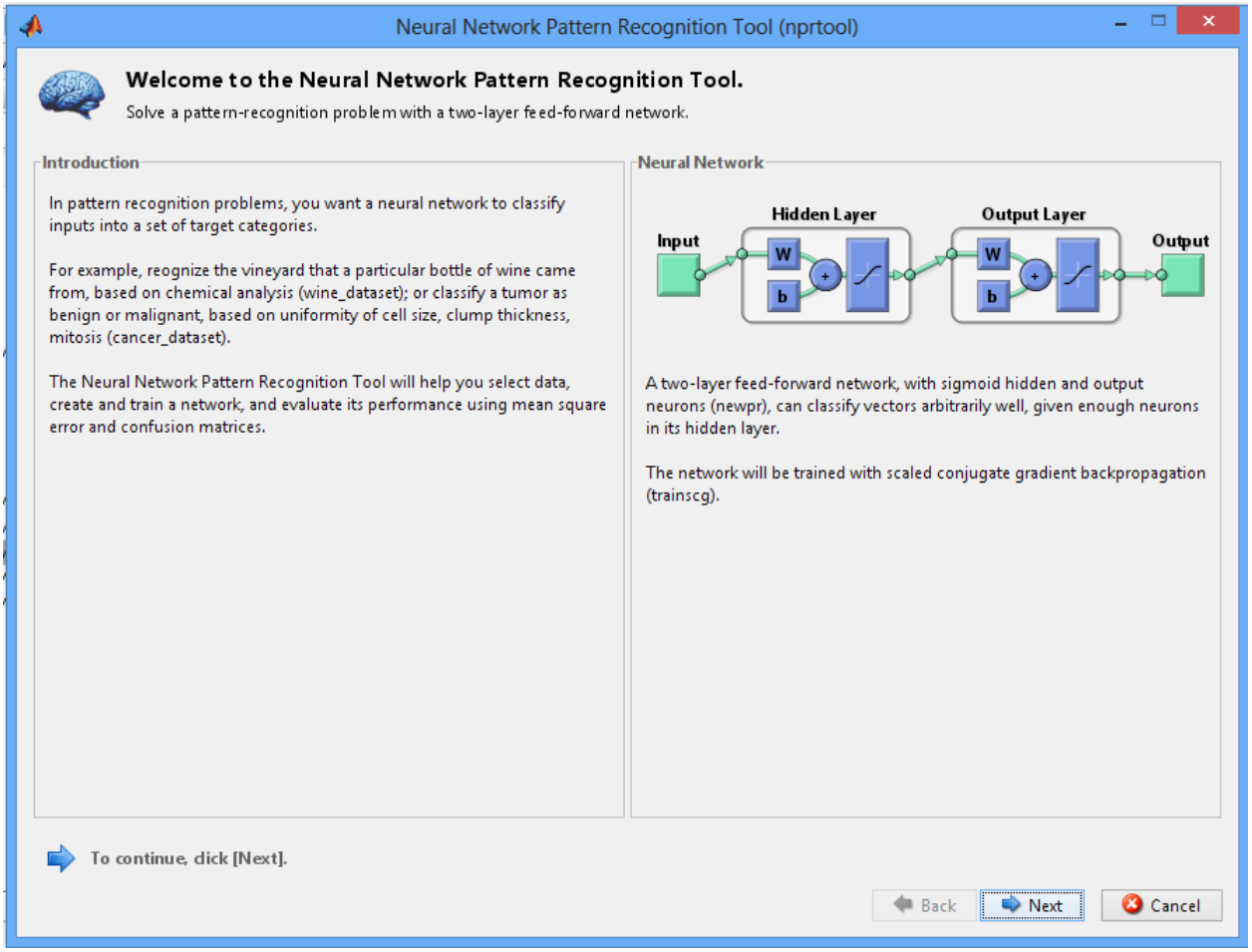
5- Neural Network tool(nntool)

وقد تم استخدام (Neural pattern Recognition tool) في البحث ، وهي تستخدم لأنشاء الشبكات المستخدمة في التعرف علي الأنماط .

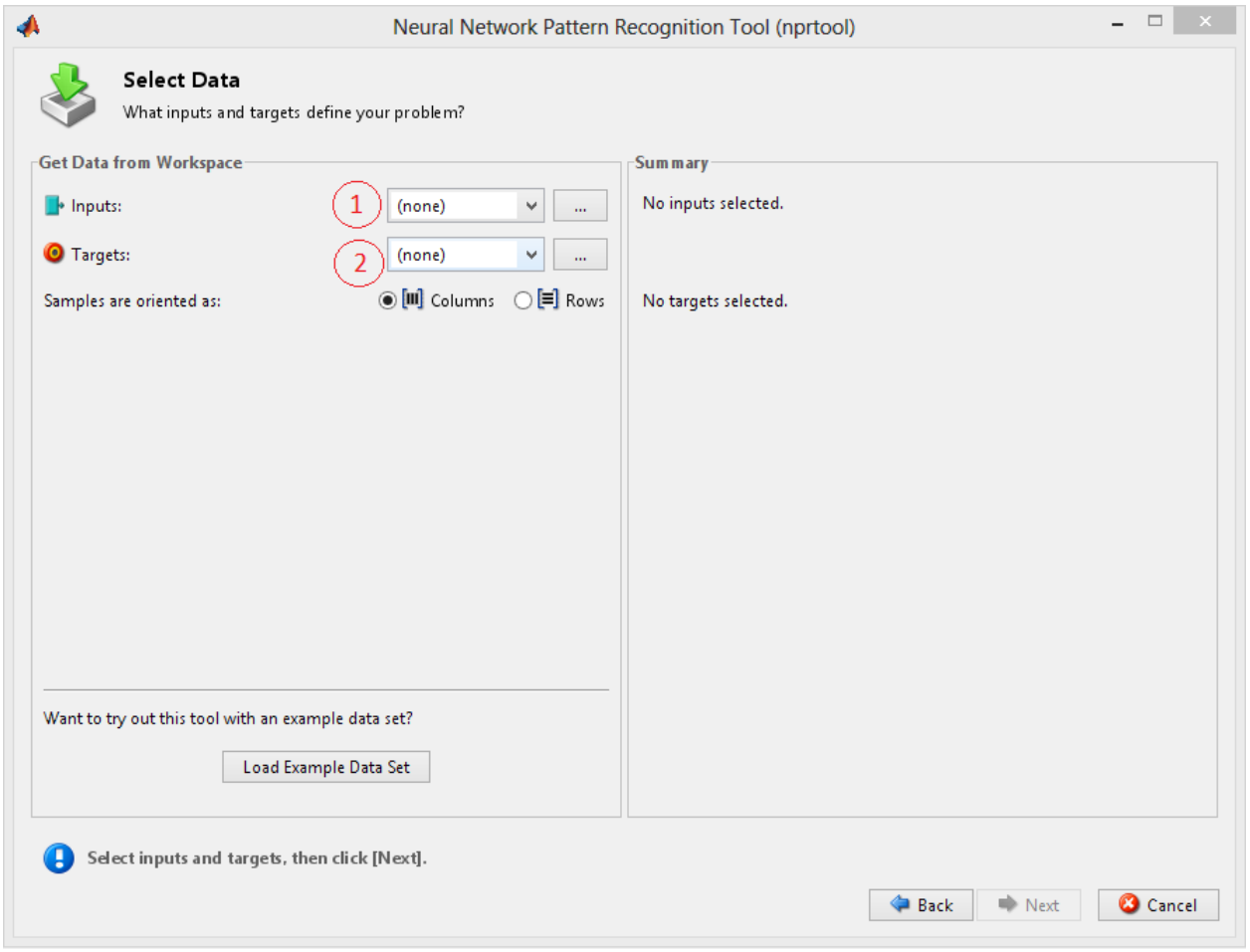
6.2.3 مزايا (nprtool):

1- واجهة المستخدم مبسطة .
2- تقوم بتوليد كود الذي يمكن من اعادة استخدامه في دالة اخرى مثال :(دالة تقوم في كل مرة بدريب الشبكة ولكن تغير عدد العصبونات في الطبقة الخفية) .
3- تقوم بتحديد الخيارات المثلى للشبكة العصبية لتعمل في مجال تصنيف الأنماط .

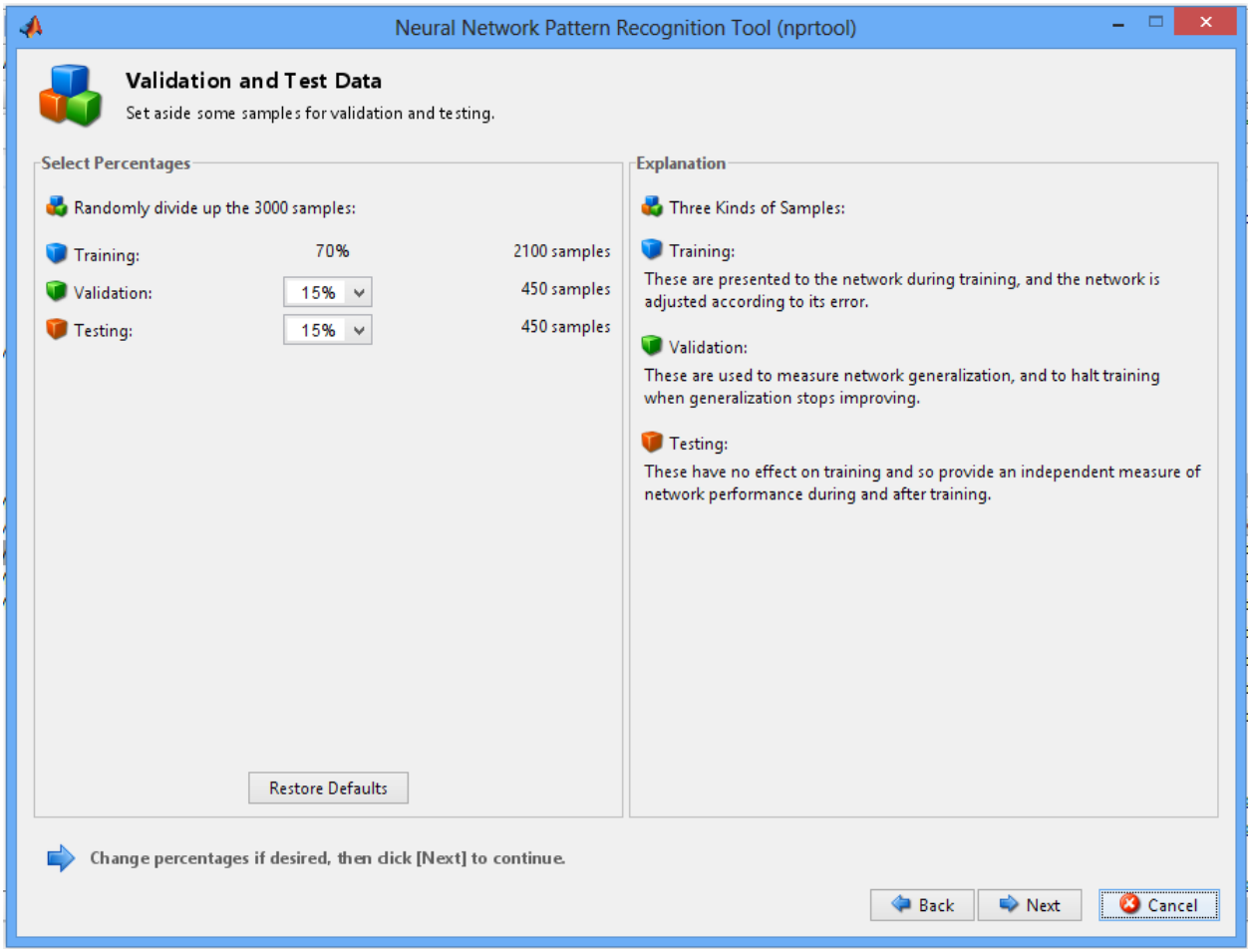
7.2.3استخدام (nprtool) :



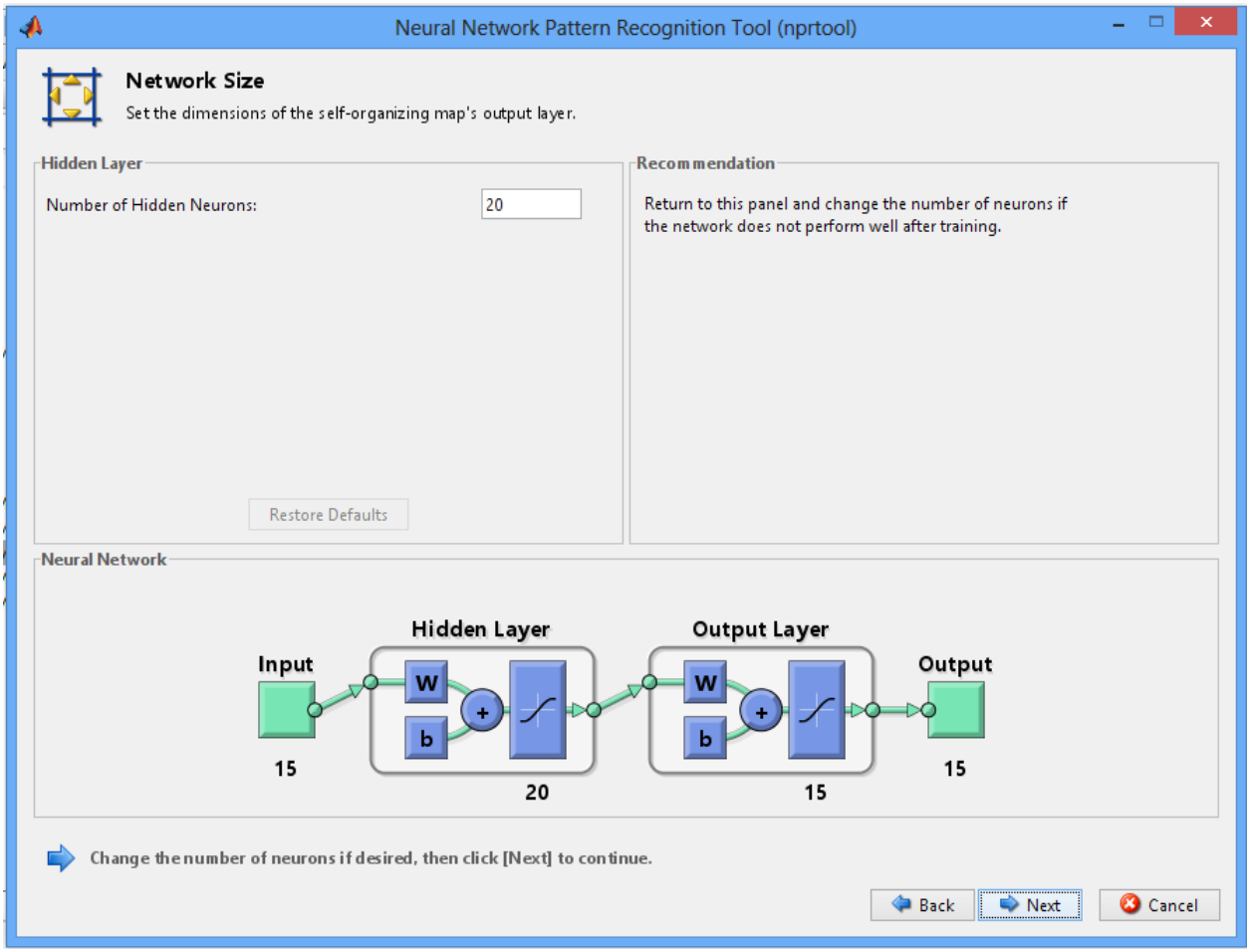
الشكل (1.2.3) يمثل اول واجهة في (nprtool)



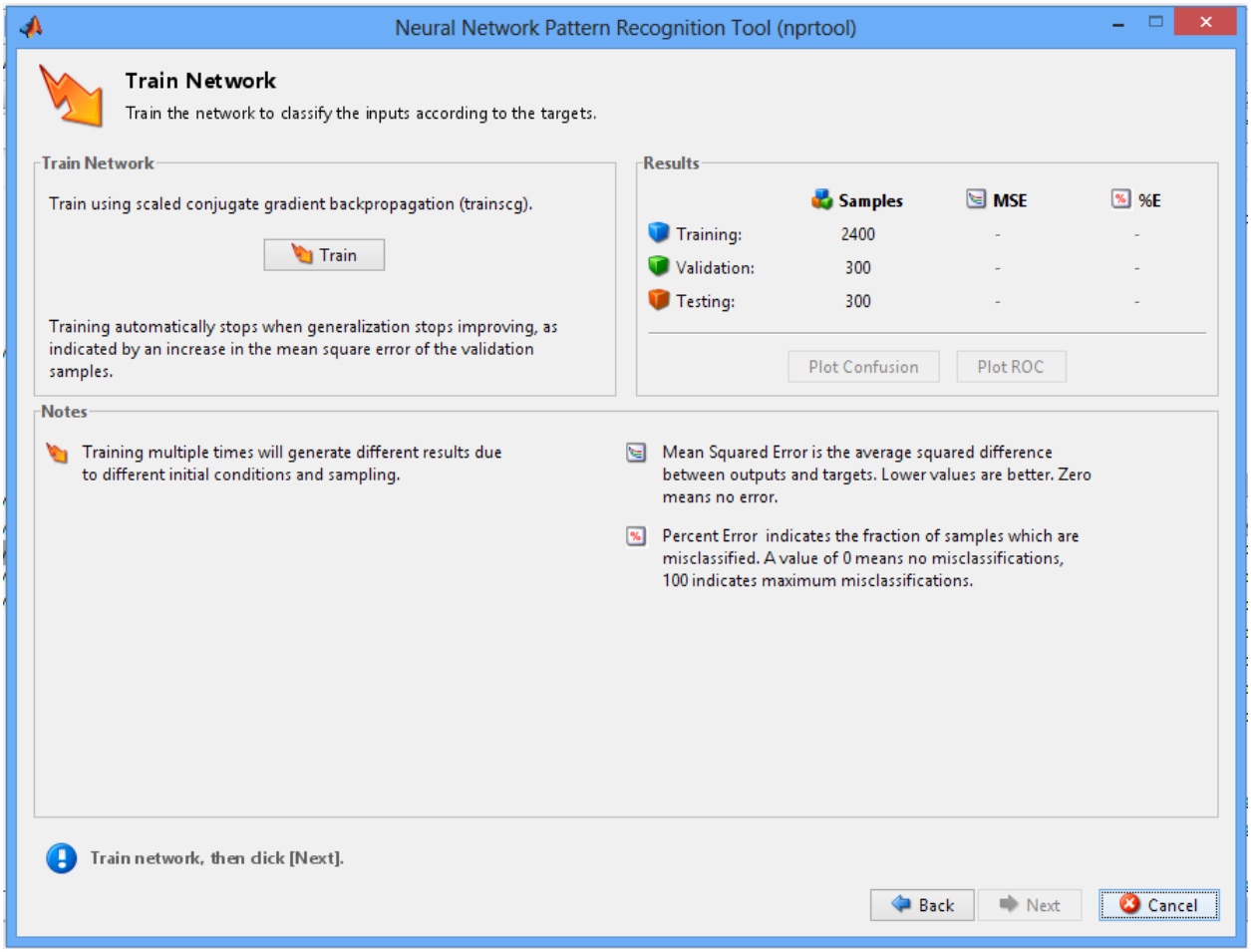
الشكل (2.2.3) 1. توضح مدخلات الشبكة 2. تمثل المخرج المطلوب



الشكل (3.2.3) يوضح تقسيم مدخل الشبكة الي نسب (نسبة للاختبار(testing) ونسبة للتحقق(validation) وبقية النسبة ترجع كمدخل لعملية التدريب(training))



الشكل (4.2.3) في هذه الواجهة يتم تحديد عدد العصبونات في الطبقة الخفية

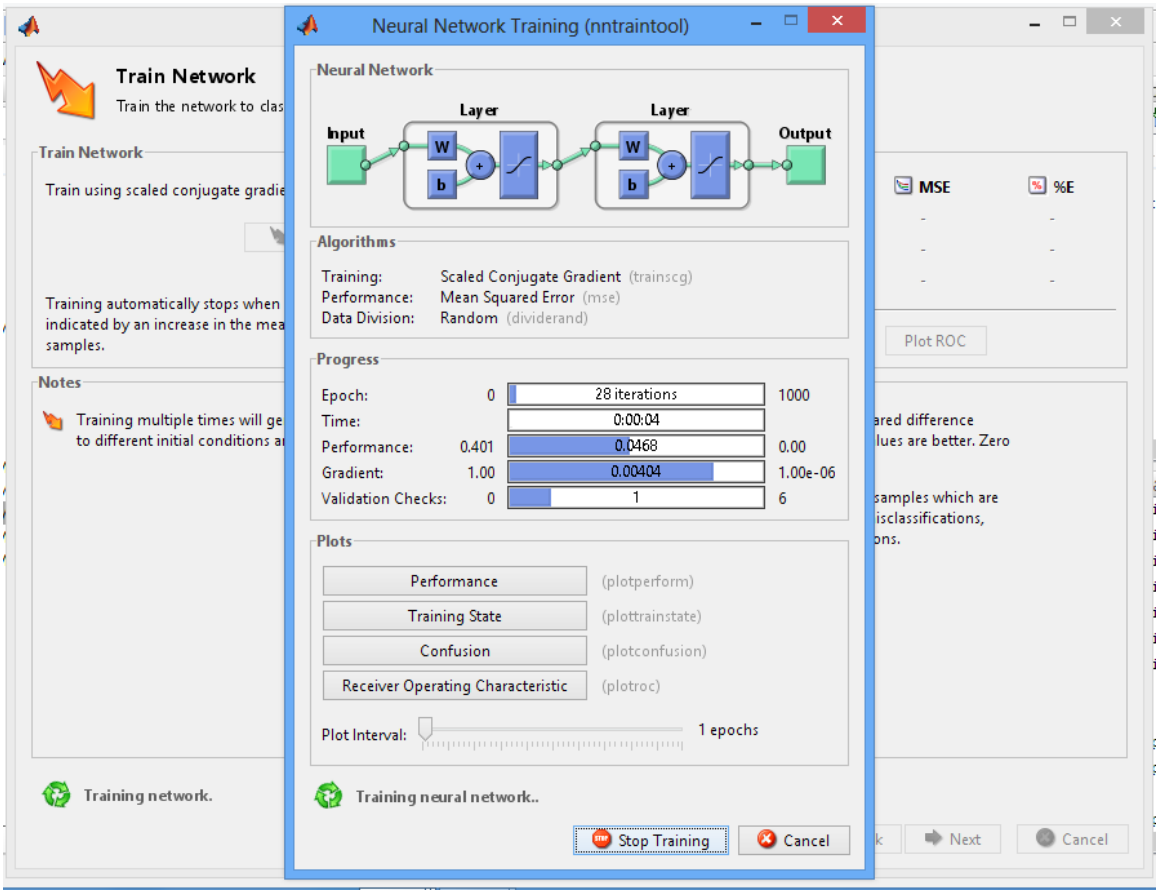


الشكل (5.2.3)

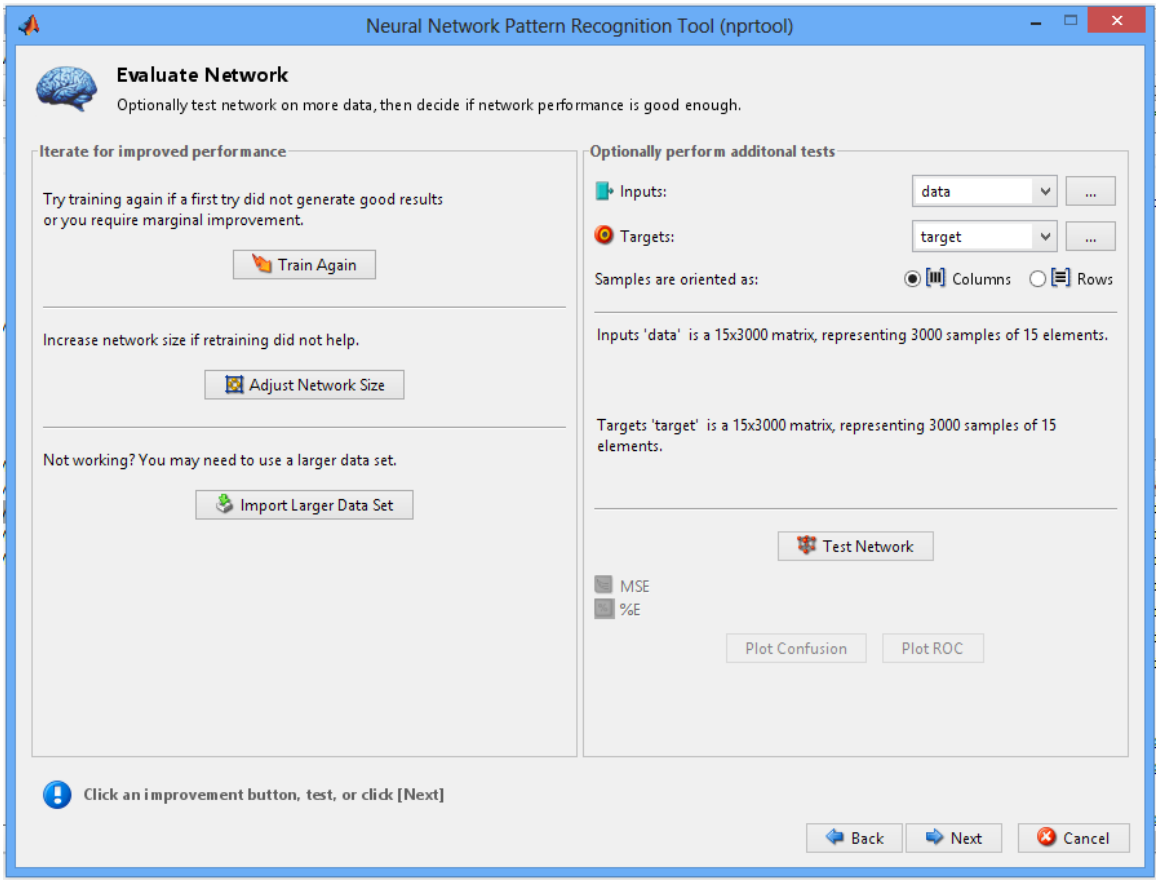
في الشكل (5.2.3) لدينا قيمتين هما :

1- Mean Squared Error (MSE) : يمثل متوسط مربع الاختلاف بين مخرج الفعلي للشبكة (output) والهدف المراد الموصول الية (target) وكل إقتربت النتيجة من الصفر كلما كانت أفضل ،اذا كانت القيمة صفر تعني لا يوجد خطاء .

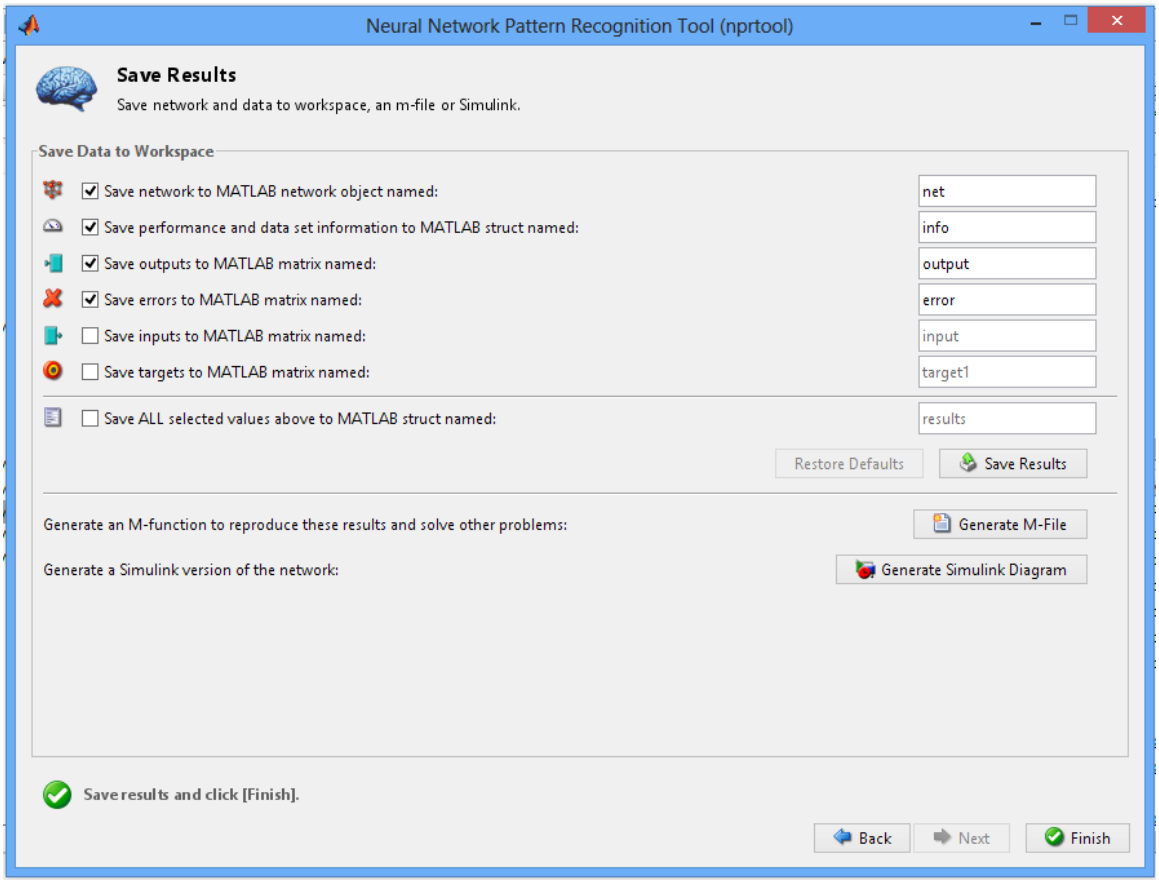
2- Percent Error (%E) : تشير الي جزء من المدخلات التي لديها ضعف في التصنيف (القيمة صفر تدل علي ان التصنيف كامل ، اما اذا كانت القيمة مائة فإنها تدل علي عدم حدوث تصنيف).



الشكل(6.2.3) يوضح عملية التدريب (Training) تتوقف عملية التدريب علي التحسن في (Generalization) الذي يقاس بإستخدام بيانات التحقق (Validation Data).



الشكل (7.2.3) في هذا الشكل يمكن عمل الاختبار (testing) .



الشكل (8.2.3) في هذه الواجهة توجد خيارات الحفظ و تمكن من توليد الشفرة (Matlab Function).

```
function net = create_pr_net(inputs,targets)
%CREATE_PR_NET Creates and trains a pattern recognition neural network.
%
%  NET = CREATE_PR_NET(INPUTS,TARGETS) takes these arguments:
%    INPUTS - RxQ matrix of Q R-element input samples
%    TARGETS - SxQ matrix of Q S-element associated target samples, where
%      each column contains a single 1, with all other elements set to 0.
%  and returns these results:
%    NET - The trained neural network
%
%  For example, to solve the Iris dataset problem with this function:
%
%    load iris_dataset
%    net = create_pr_net(irisInputs,irisTargets);
%    irisOutputs = sim(net,irisInputs);
%
%  To reproduce the results you obtained in NPRTOOL:
%
%    net = create_pr_net(data',target');
% Create Network
numHiddenNeurons = 20;  % Adjust as desired
net = newpr(inputs,targets,numHiddenNeurons);
net.divideParam.trainRatio = 80/100;  % Adjust as desired
net.divideParam.valRatio = 10/100;  % Adjust as desired
net.divideParam.testRatio = 10/100;  % Adjust as desired
% Train and Apply Network
[net,tr] = train(net,inputs,targets);
outputs = sim(net,inputs);
% Plot
plotperf(tr)
plotconfusion(targets,outputs)
```

الشكل (9.2.3) يمثل الشفرة المتولد من (nprtool) .

الباب الرابع

التحليل

القسم الأول : وصف البيانات .

القسم الثاني : تجهيز البيانات .

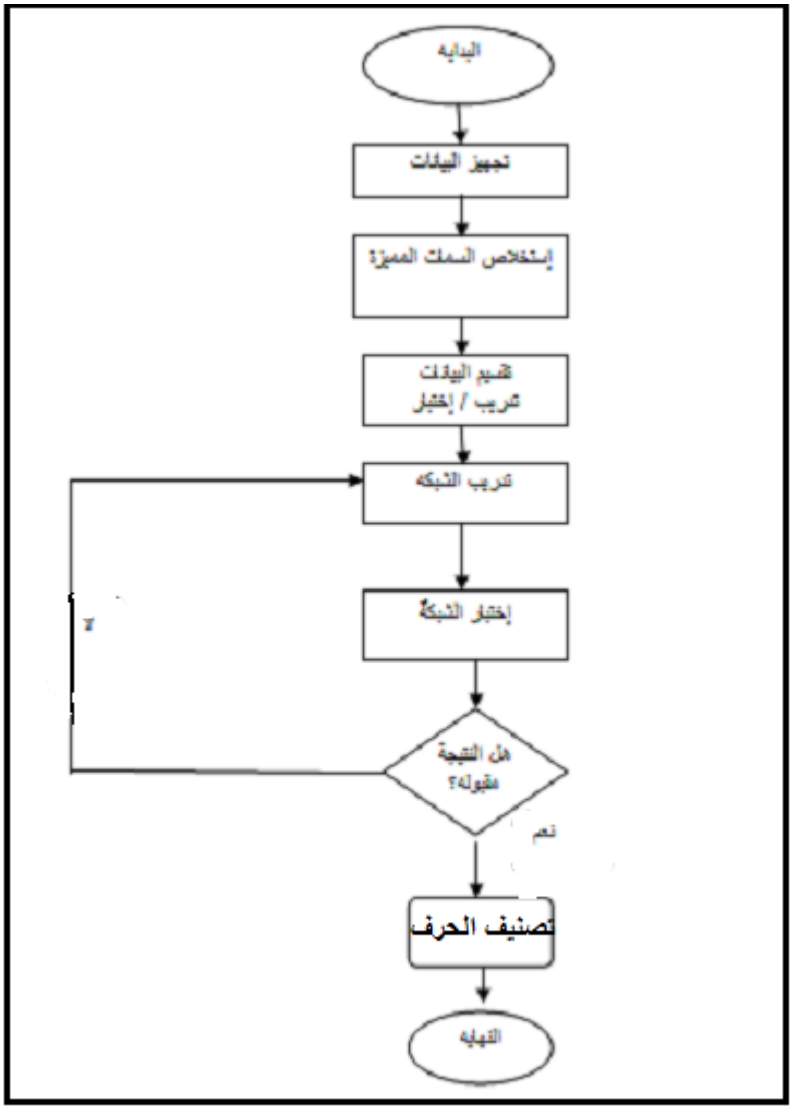
القسم الثالث :إستخلاص السمات .

القسم الرابع : إختيار عينات التدريب والإختبار

القسم الخامس: التدريب والإختبار

1.4 خطوات البحث :

الشكل (1.4) يوضح خطوات البحث العامة



الشكل (1.4) يوضح خطوات البحث العامة

القسم الأول

وصف البيانات

مجموعة البيانات التي سنجري عليها البحث تم جمعها بصيغة (UPX Format [2]) وبيانات الكتابة المستخرجة من حركة القلم هي :-

1. عدد الضربات (Pen strokes) المكونة للحرف.
2. الإحداثيات لكل (pen tip) في كل ضربة .
3. زمن كل حركة (pen tip) .
4. حالة القلم .

لمعرفة المزيد عن مجموعة البيانات انظر إلي المرجع رقم [1] في قائمة المراجع .

الشكل (1.1.4) يوضح الضربة الأولي لحرف الباء (ب) ممثلة علي النحو التالي (X_coordinate Y_coordinate Time Status) علي الترتيب .

مواقع هذه الإحداثيات تم حفظها ووحدة قياسها تسمي (Himetrics) وهو قياس متري مقداره واحد من الألف في السنتميتر الواحد ولا تعتمد علي دقة الشاشة (Display Resolution) .

```
<trace id="Stroke0">
7312 4043 0 1
7304 4048 16 1
7312 4033 16 1
7312 4028 31 1
7312 4033 31 1
7312 4028 47 1
7312 4028 47 1
7320 4033 63 1
7329 4033 78 1
7337 4028 94 1
7337 4028 125 1
7337 4023 156 1
7337 4023 187 1
7337 4023 219 1
7337 4043 250 1
7353 4069 281 1
7353 4110 312 1
7362 4152 343 1
7370 4198 375 1
7378 4250 406 1
7395 4291 437 1
7420 4343 468 1
7436 4390 499 1
7444 4431 546 1
7444 4472 577 1
7436 4524 609 1
7411 4565 640 1
7370 4612 671 1
7295 4643 702 1
7229 4674 733 1
7130 4695 765 1
7031 4715 796 1
6932 4736 827 1
6841 4762 858 1
6725 4777 889 1
6625 4788 921 1
6510 4798 952 1
6410 4814 983 1
6295 4824 1014 1
6187 4829 1045 1
6071 4829 1092 1
5964 4829 1123 1
5848 4824 1155 1
5749 4819 1186 1
5649 4803 1217 1
5550 4783 1248 1
5467 4752 1279 1
5410 4700 1311 1
5352 4638 1342 1
5319 4581 1373 1
5285 4519 1404 1
5277 4457 1435 1
5277 4390 1467 1
5285 4338 1498 1
5319 4291 1529 1
</trace>
```

الشكل (1.1.4) يوضح الضرب الأولى لحرف الباء

الجدول (1.1.4) يوضح الحروف وعدد تكرارتها

الحرف	العدد
ا	281
أ	269
إ	253
آ	241
ى	254
ب	302
ت	290
ث	261
ج	266
ح	257
خ	254
د	258
ذ	237
ر	248
ز	232
س	272
ش	243
ص	246
ض	242
ط	243
ظ	227
ع	249
غ	246
ف	242
ق	236
ك	252
ل	246
م	244
ن	249
ه	245
و	264
ي	249

القسم الثانـي

تجهيز البيانات

(Data preprocessing)

1.2.4 المعالجة الأولية (Data preprocessing) :

المعالجة الأولية علي البيانات هي عملية إزالة أو تقليل مشاكل البيانات ، كتحويلها من صيغة إلي أخرى أو إزالة التشهوهات (noises) .

- خطوات المعالجة الأولية :
  1. إعادة تمثيل البيانات (Data resampling) .
  2. التنعيم (Smoothing).

1. إعادة تمثيل البيانات (Data Resampling) :

في هذه المرحلة نقوم بتحويل مواقع ال (pen tip) الممثلة في قياس (Himetrics)إلي (Pixels) فيمكن عرضها في الشاشة لدراستها و معالجتها .

قمنا بتطبيق الخوارزمية [3]وهي تقوم بإعطاء نقطة فريدة (pixel) لمجموعة متتالية من ال (pen tips) .

$$x_p = \frac{x_h \times 2540}{96} \qquad (1)$$

$$y_p = \frac{y_h \times 2540}{96} \qquad (2)$$

حيث (X_p, Y_p) هو موضع ال pen tip بمقياس Screen Pixel ، و (X_h, Y_h) هو موضع ال (pentip) بمقياس ال Himetrics .

2. التنعيم (Smoothing) :

في هذه المرحلة تم تقليل بعض التشوهات (Noises) التي تحدث غالبا إما لمشاكل في جهاز المستخدم للكتابة (Hardware problem) أو من إضطراب حركة اليد أثناء الكتابة [3].

تم تطبيق المعادلتين [3]و [4]:-

$$x_i' = \sum_{k=-m}^{m} \alpha_k \, x_{i+k} \qquad (3)$$

$$y_i' = \sum_{k=-m}^{m} \alpha_k \, y_{i+k} \qquad (4)$$

حيث α_k تمثل الوزن عند النقطة (X_{i+k}, Y_{i+k}) ، و m تمثل عدد النقاط المجاورة .

القسم الثالث

إستخلاص السمات

(Feature Extraction)

1.3.4 المقدمة :

عند التعامل مع الشبكات العصبية يجب أن تكون المدخلات تحتوي فقط المعلومات الأكثر أهمية التي يمكن أن تساهم في عملية التصنيف ، كما أنه يجب أن يكون جميع المدخلات من نفس الطول .

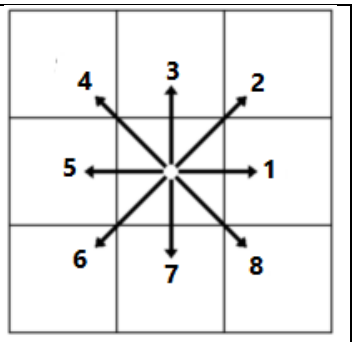
2.3.4 خطوات تكوين متجه الدخل (Feature vector) :

1. إنشاء شفرة السلسلة (chain code) للضربة الأساسية المكونة للحرف .
2. التنظيف و التطبيع (chain code vector normalization).

1.2.3.4 إنشاء شفرة السلسلة (chain code):

تهتم شفرة السلسلة بحفظ إتجاه الكتابة كما توضح الصورة الشفرة المولدة من الضربة الأساسية لحرف الصاد و الضاد.

الشكل(2.3.4)



الشكل (1.3.4) الإتجاهات الرئيسية

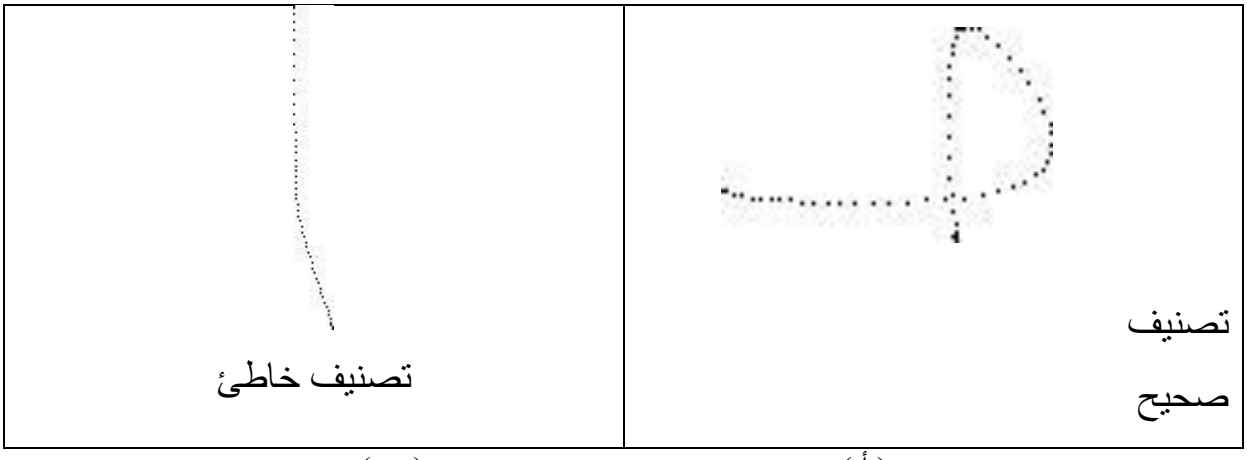
0	6	4	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	2	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	6	7	8	8	8	8	8	8	8
	8	8	8	8	8	7	6	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
	2	2	2	2	2	2	2	2	2			

الشكل (3.3.4)يوضح شفرة السلسلة لحرف الصاد قبل تثبيت الطول (Normalization)

تم حساب شفرة السلسلة علي الضربة الأساسية للحرف وتمت تجربة إفتراضين :

الأول : هي الضربة الأولي ، وكان إفتراضاً خاطئاً حيث أنه قد يختلف الناس في طريقة كتابتهم ، بالإضافة إلي الأخطاء غير المقصودة كالبداية في الكتابة ثم التوقف .

الثاني : هي أطول ضربة في الحرف ، و كان صائباً لدرجة كبيرة ، ولكن بعض الناس يكتبون الضربات الثانوية أطول من الضربة الأساسة مثال :(حرف الطاء)



الشكل (4.3.4) إدخال صحيح وخاطئ لحرف الطاء

2.2.3.4 التنظيف والتطبيع (chain code normalization)

1.التنظيف :

قد تحتوي الضربة بعض الأخطاء أثناء الكتابة والتي لم تتم إزالتها في مرحلة التنعيم Smoothing ، ويؤشر إلي ذلك وجود عنصر من عناصر شفرة السلسلة بتكرار واحد ففي هذه الحالة هناك إحتمالين :-

- أن تكون الحركة غير مقصودة (مثلا : إضطراب يد الكاتب).
- أن يحتوي الحرف على شكل حلقي loop (مثلا : الواو ، الفاء والقاف).

فإن إزالة هذه العناصر إما أثرت إيجاباً فتكون إزالة أخطاء أو سلباً فتكون قد إزالت بيانات مهمة ، وقد قمنا بإزالتها في البحث .

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8
8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2											

الشكل(5.3.4) يوضح شفرة السلسلة للحرف الصاد بعد إزالة العناصر ذات التكرار الواحد

2.التطبيع (Normalization):

لتحويل شفرة السلسلة إلي متجه بطول ثابت (Normalized Chain code) بطول 15 خانة (عنصر) نقوم بحساب التكرارات لكل عنصر من عناصر الشفرة ، ثم نقوم بتطبيق المعادلة التالية :-

$$F_{\mathrm{i}}^{\mathrm{n}}=\frac{F_i}{\sum F_i}\ x\ 15$$

حيث :

- $\boldsymbol{F_{\mathrm{i}}^{\mathrm{n}}}$ هي عبارة عن النسبة التكرار المعدلة للعنصر .
- $\boldsymbol{F_i}$ هو تكرار العنصر في شفرة السلسلة السابقة .

أفرض لدينا شفرة السلسلة الآتية :

4 1 3 5 1 1 1 4 4 4 4 2 2 2 2 2

عناصر الشفرة وتكراراتها علي الترتيب :

4 1 3 5 1 4 2

1 1 1 1 3 4 6

عناصر الشفرة وتكراراتها بعد إزالة العناصر ذات التكرار الوحيد :

1 4 2

3 4 6

عناصر الشفرة وتكراراتها بعد حساب نسبة تكرار كل عنصر في المتجه المعدل:

1 4 2

3.4 4.6 6.9

بإجراء عملية التقريب للكسور العشرية والتي قد تتسبب في زيادة الطول عن 15 في أحيان نادرة في هذه الحالة نقوم بتنقيص تكرارات العنصر الأكثر تكراراً.

4	6	6	8	8	4	4	6	6	8	2	2	2	
2	4												

الشكل (6.3.4)يوضح شفرة السلسلة للحرف الصاد بعد تثبيت الطول (Normalization)

الفصل الرابع

إستخراج عينات التدريب والإختبار

1.4.4 تصنيف البيانات :

تم تقسيم الحروف إلى مجموعات حسب شكل الضربة الأساسية (main stroke) المكونة للحرف فتم تقسيم الحروف إلي 15 مجموعة كما في الجدول (1.3.4) .

الجدول (1.3.4) يوضح جدول تقسيم الحروف إلي مجموعات

رقم المجموعة	الأحرف
1	أ ا إ آ
2	ب ت ث ن
3	جحخ
4	عغ
5	ص ض
6	ظ ط
7	لك
8	س ش
9	زر
10	ى ي
11	م
12	ق ف
13	ه
14	د ذ
15	و ؤ

2.4.4 تقسيم البيانات:

1.2.4.4 بيانات التدريب :

تم تدريب الشبكة على مدخل ذو بعد [15 x 3000] حيث 15 تمثل طول المدخل الواحد (Feature Vector) و 3000 تمثل عدد النماذج من كل المجموعات أعلاه .

تم أخذ 200 عينة من كل مجموعة ، ففي المجموعات التي تحتوي 4 أحرف ، فكل حرف يمثل حوالي ربع عينات المجموعة ، و في المجموعة التي تتكون من حرف واحد فقط فإن ذلك الحرف يمثل العينة بكاملها .

3.2.4.4 بيانات الإختبار :

تم إنشاء مصفوفة الإختبار و تحتوي بيانات 30 عينة من كل مجموعة أحرف ، تم إنشاء المصفوفة عشوائيا من غير البيانات التي تم عرضها علي الشبكة في التدريب والتي تم إختيارها بصورة عشوائية أيضا.

قمنا بعمل صور لهذه الأحرف لتساعدنا على معرفة أسباب ضعف التصنيف التي تتعلق بقلة الأمثلة المعروضة علي الشبكة لطريقة معينة من الطرق التي يكتب بها حرف معين ، أو ما إذا كان الحرف قد تمت كتابته بصورة خاطئة أصلا فلم تستطع الشبكة العصبية التعرف عليه .

مصفوفة الإختبار لها البعد [450 x 15] حيث 450 هي مجموع عدد عينات الإختبار من جميع المجموعات ، كل مجموعة تشارك بعدد 30 عينة .

الفصل الخامس

التدريب والإختبار

1.5.4 التدريب (Training) :

تم إستخدام ال (nprtool) لتوليد دالة (Function) ، الشكل (2.2.3) تستقبل المدخلات (Input) والهدف المطلوب (Target) من كل مدخل ثم تقوم بإنشاء الشبكة حسب المتغيرات المحددة (Parameters) ، و ترجع شبكة عصبية ، يمكن إعادة تدريبها وإختبارها و إستخدامها بصورة مستقلة.
تم تعديل الدالة المولدة لتستقبل عدد العصبونات(Neurons) في الطبقة الخفية حتي يسهل إستخدامها في عمل التجارب.

تم تحديد قيم المتغيرات الآتية للشبكة :

- نسبة البيانات المستخدمة في التدريب 80% .
- نسبة البيانات المستخدمة في التحقق من زيادة كفاءة الشبكة في التعميم 10%.
- نسبة البيانات المستخدمة في الإختبار 10%.

تم إجراء التجارب علي النحو التالي :

- إنشاء شبكة عصبية تحوي (5 ، 10 ،15 ،20 ،25) عصبون في الطبقة الخفية.
- تمت إعادة تدريب الشبكة (Retrain) 5 مرات لكل .
- تم قياس كفاءة الشبكة في التدريب بمقارنة المخرج مع الهدف بإستخدام دالة ال(confusion matrix).

الشكل (1.5.4) يوضح عملية التدريب .

بعد عملية التدريب لوحظ أن الشبكات ذات ال 20 و 25 عصبون في الطبقة الخفية هي لها نسبة تصنيف أكبر من الأخريات بمتوسط 85.8% و 47.8 % لكل ، فتم إنشا شبكة تحوي 23 عصبون ثم تدريبها وكان متوسط نسبة التصنيف لها 56.9% .

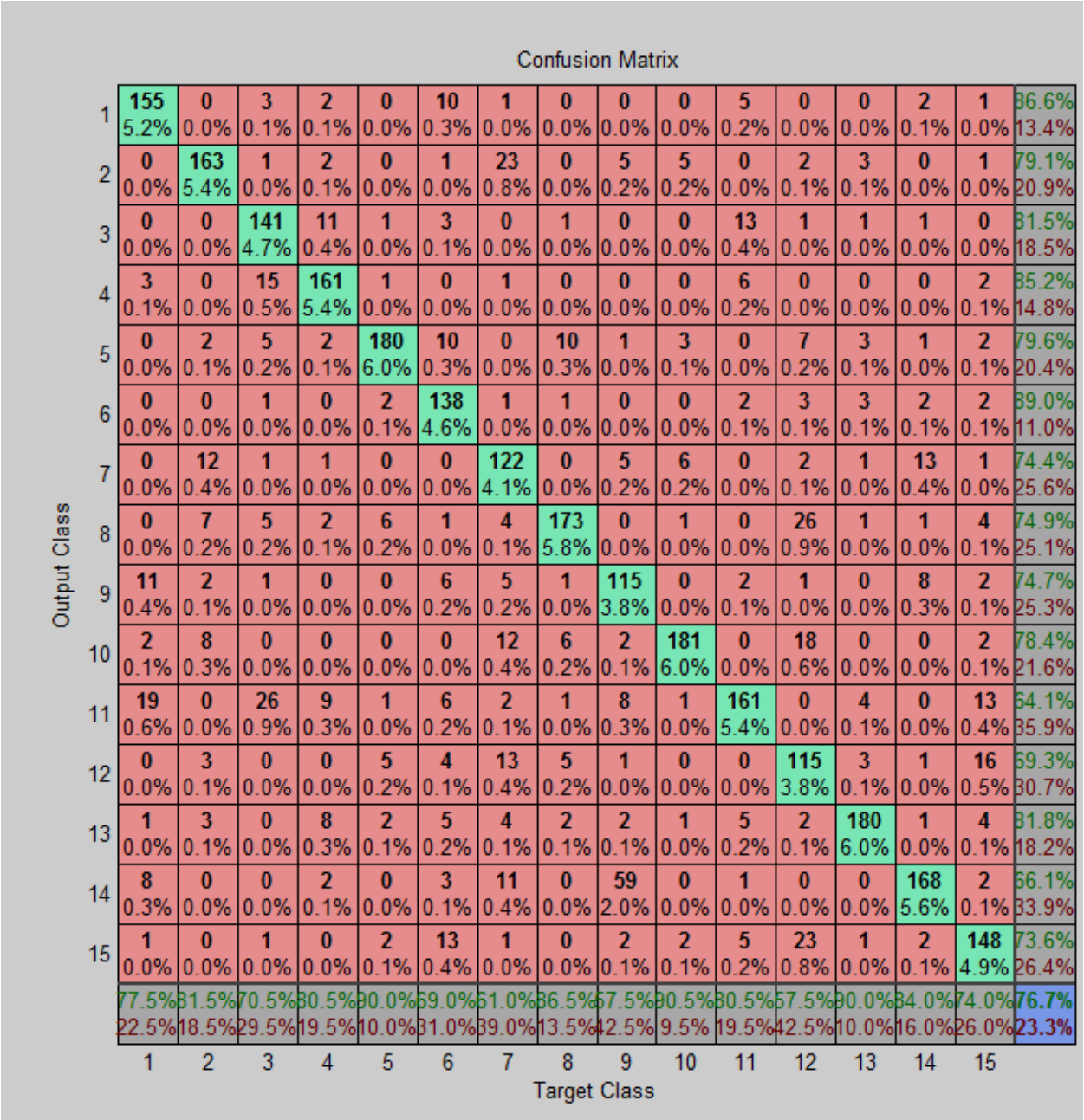
بالرغم من أن مجموعة الشبكات ذات ال 20 و 23 عصبون كانت بمتوسط أعلي من ذات ال 25 عصبون إلي اننا أخترنا إحدي الشبكات ذات ال 25 عصبون لحصولها علي أعلي كفاءة في التصنيف حيث كانت 76.7%.

الشكل (3.5.4) يوضح ال (confusion matrix) للشبكة التي تم إختيارها للإختبار .

ال (Confusion Matrix) [5] هو جدول بشكل معين يسمح بالعرض الرسومي لتوضيح كفاءة خوارزمية محددة ، تحديدا في التعليم الموجه (Supervised learning).

الجدول(1.5.4) نسبة التصنيف حسب عدد العصبونات في الطبقات الخفية

Net	No of neurons	Classification (%)
1	5	32
2	5	41
3	5	40.2
4	5	52.2
5	5	35.8
6	10	29.5
7	10	62.9
8	10	62.9
9	10	62.9
10	10	27.2
11	15	40.7
12	15	52.6
13	15	61.5
14	15	31.7
16	15	28.8
17	20	53.1
18	20	64.5
19	20	75.9
20	20	69.3
21	20	31.5
22	25	5.6
23	25	72.8
24	25	37.8
25	25	46.1
26	25	76.7
27	30	37.1
28	30	42.2
29	30	61.9
30	30	17.6
31	30	59.3
32	23	58.2
33	23	76.1
34	23	66.5
35	23	38.9
36	23	45.1



الشكل (1.5.4) يوضح ال (confusion matrix) لبيانات التي تم تدريب الشبكة عليها

2.5.4 الإختبار (Testing) :

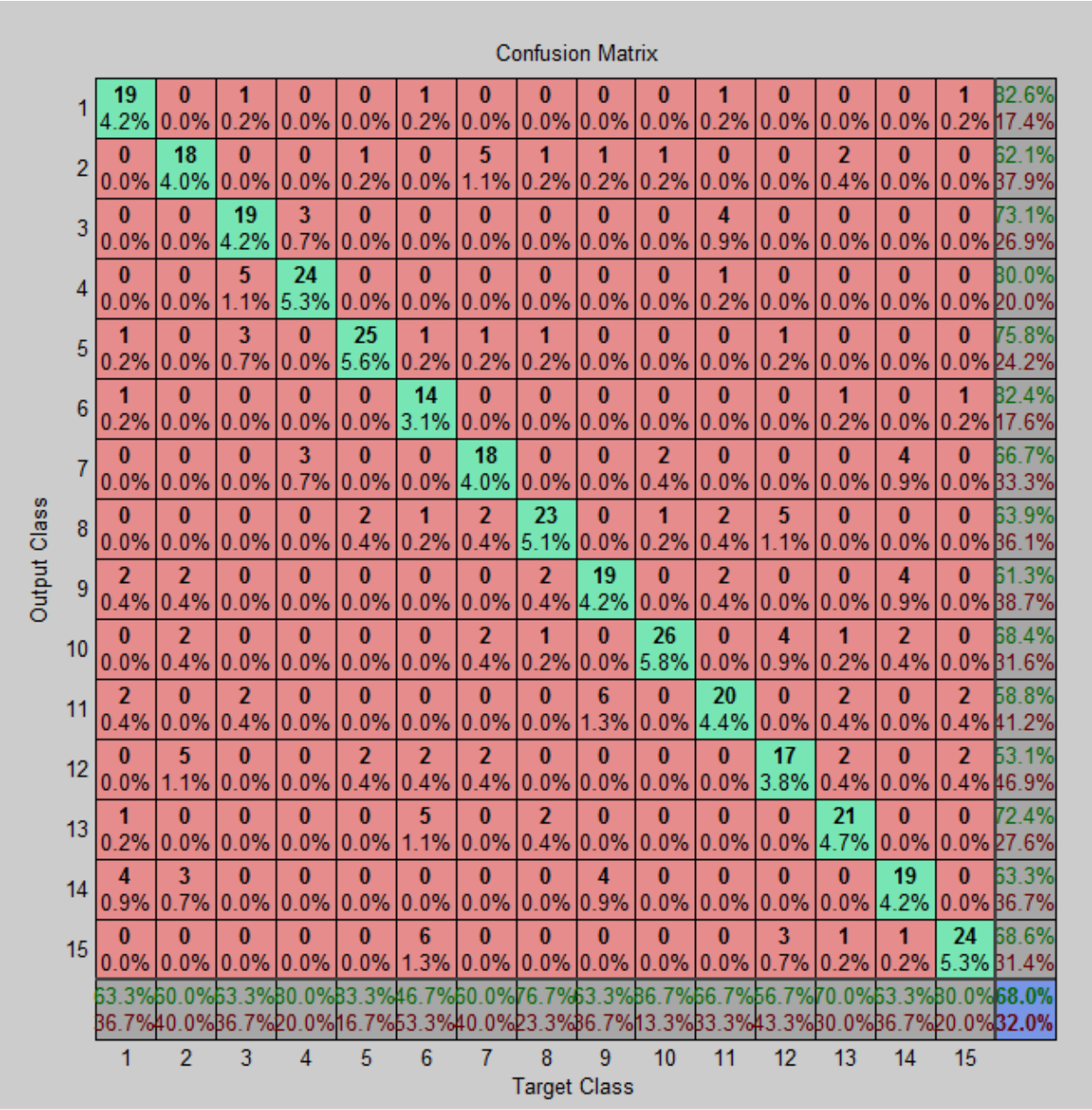
تم إختبار الشبكة علي مجموعة بيانات الإختبار المذكورة في 4.3.3 ثم تمت مطابقة المخرج (Output) مع الهدف (Target) الشكل(10.3.4) يوضح ال (confusion matrix)لعملية الإختبار حيث إستطاعت الشبكة تصنيف 68% من بيانات الإختبار بصورة صحيحة .

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

الشكل (2.5.4)يوضح مصفوفة الهدف (Target) لمجوعة بيانات تحتوي ممثل (عينة) واحد من كل مجموعة.

1.2.5.4 مناقشة نتيجة الإختبار :

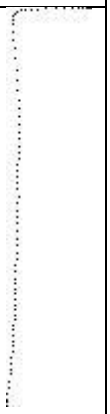
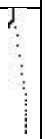
تم الرجوع لصور البيانات التي أدخلت للإختبار توضح ال (confusion matrix) في الشكل(1.4.5) عدد النماذج التي تم تصنيفها طبق الفئة الصحيحة وعدد الأحرف التي تم تصنيفها إلى الفئات الأخرى كل على حدة .

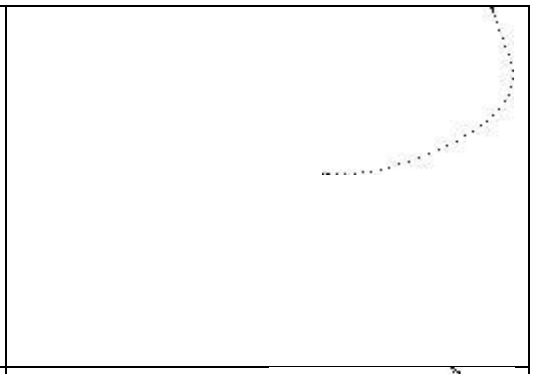
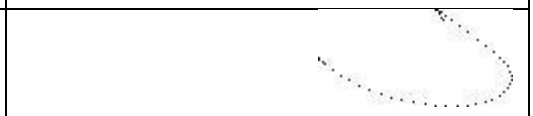
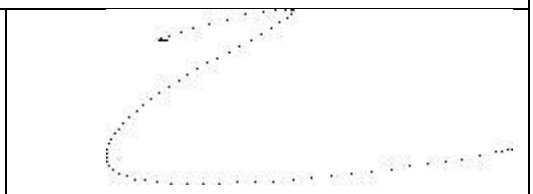
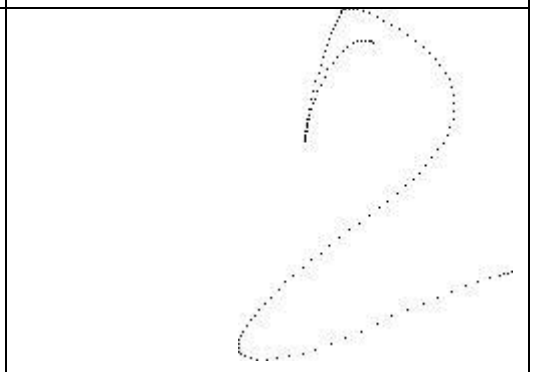
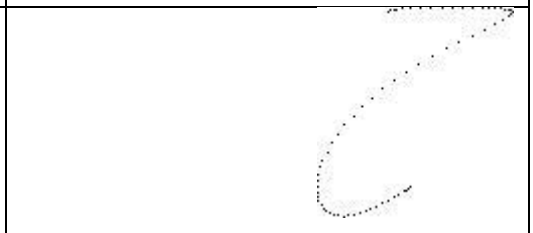


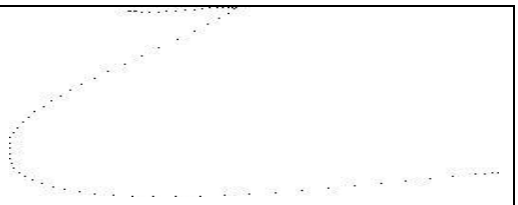
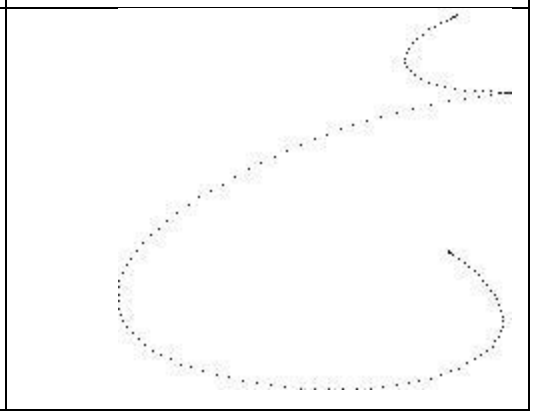
الشكل (3.5.4) يوضح ال (confusion matrix) لبيانات التي تم اختبار الشبكة عليها

في الجدول (2.5.4) نحاول تبرير ومعرفة الأسباب التي أدت إلي عدم التصنيف الصحيح لبعض عناصر عينة الإختبار .

الجدول (2.5.4) يوضح أسباب التصنيف الخاطئ لبعض الحروف

الصورة	التصنيف المتوقع	التصنيف الفعلي (1)	التصنيف الفعلي (2)	السبب
الفئة 1 تم التعرف علي 19 من 30 الصفوف التالية تحليل لبعض التصانيف الخاطئة				
	-	13	4	تشبه راس حروف المجموعة 4
	-	1	1	أعتبر الشكل ضربة أساسية في كثير من حروف المجموعة الأولي
	14	14	1	المدخل يشبه حرف الميم في الفئة (14) بشكل عام
	1	6	1	التعرج منع التصنيف الصحيح ، وتم تصنيفه للفئة 6 للسبب في **1.2.3.4**
	14	14	11	مدخل خاطئ يشبه حروف الفئة 14
الفئة 2 تم التعرف 18 من 30 الصفوف التالية تحليل لبعض التصانيف الخاطئة				

	9 ، 14	9	14	خطأ في مرحلة جمع البيانات البيانات عن حرف الثاء(بالرجوع لملف الinkML) والمحتوي حرف الراء
	9	14	9	إدخال يميل إلي كتابة الحرف في الصورة غير المعزولة
	7	10	7	متوقعة للمشابه في الشكل
	12	10	12	متوقعة للمشابه في الشكل
الفئة 3 تم التعرف على 19 من 30 الصفوف التالية تحليل لبعض التصانيف الخاطئة				
	6	5	-	لم يتم تصنيفها بصورة صحيحة وذلك لطول الذيل
	15	4	-	ربما لم تجد طريقة كتابة أحرف الفئة 3 بهذا الشكل تمثيلا كافيا.
	-	1	3	ربما لم تجد طريقة كتابة أحرف الفئة 3 بهذا الشكل تمثيلا كافيا.
الفئة 4 تم التعرف علي 24 من 30				

	3	3	5	خطأ في مرحلة جمع البيانات البيانات عن حرف العين(بالرجوع لملف الinkML) والمحتوي حرف الحاء
	4	7	4	تعرف جزئي حيث ان الخرج يعمل قيمة في الفئة 4 ، ربما لقلة الأمثلة أيضا.

الفصل السادس

تحديد الحرف داخل المجموعة

1.6.4 تحديد الحرف :

تمت الإستفادة من مواضع وعدد الضربات لتحديد الحرف داخل المجموعة ، وذلك بكتابة برنامج يقوم بذلك ، ألا أن البرنامج لا يميز بين اشكال الضربات ، لذلك فإنه لايميز بين (أ و آ) أو (حرف التاء الذي يحتوي علي نقطتان في ضربة واحدة و حرف النون) .

الجدول (1.6.4) يوضح طريقة تحديد الحرف

المجموعة	عدد الضربات				موقع الضربة		
	1	2	3	4	فوق	وسط	أسفل
1	ا	-	-	-	إ	-	إ
2	-	-	ت	ث	ن	-	ب
3	ح	-	-	-	خ	ج	-
4	ع	غ	-	-	-	-	-
5	ص	ض	-	-	-	-	-
6	-	ط	ظ	-	-	-	-
7	ل	ك	-	-	-	-	-
8	س	-	-	ش	-	-	-
9	ر	ز	-	-	-	-	-
10	ى	-	ي	-	-	-	-
11	م	-	-	-	-	-	-
12	-	ف	ق	-	-	-	-
13	ه	-	-	-	-	-	-
14	د	ذ	-	-	-	-	-
15	و	-	-	-	-	-	-

الباب الخامس

النتائج والتوصيات

1.5 النتائج :

1- نجاح الشبكات العصبية في عملية تصنيف الحروف بصورة واضحة (76.7%) .
2- عملية استخلاص السمات (Feature Extraction) تحتاج إلى موازنة ما بين سهولة الإستخراج و مدى فعالية الخيار.
3- توجد بيانات مكتوبة بصورة خاطئة (فحص مبدئي للبيانات) .
4- يوجد بعض الأشخاص يكتبون الضربة الثانوية أطول من الضربة الأساسية .

2.5 التوصيات :

1. عمل مصنف لتمييز بين الهمزة وعلامة المد ، و مصنف لتمييز النقطتين المكتوبتين في ضربة واحدة من النقطة الواحدة .
2. تطوير مجموعة البيانات لتحوي حروف أكثر مثال (حرف الطاء).
3. تدريب الشبكة على الأشكال المختلفة .
4. الإستمرار في البحث ليشمل التعرف علي الكلمات.

الخاتمة

و مالنا في الختام إلا أن نقول الحمد لله الذي هدانا لهذا و ماكنا لنهتدي لولا أن هدانا الله ، آملين أن يستمر البحث حتي يصبح للجامعة نظامها الكامل للتعرف الآني على الكتابة العربية ، و أن يستفيد من بعدنا من بحثنا في ما أصبنا وأن يستفيدوا مما أخطأنا فيه .

المراجع

1. Huzeifa A. Alshafy.,Mohamed E .Mustafa , " Datasets for Online Arabic Handwriting " ,In Proceeding of the second International Conference on E-Applications in developing countries (ICEA 2011), Khartoum ,Sudan,27-29 Nov 2011.

2. Agrawal , M., Bali k. , Madhavanath S. ,and Vuurpijl L., "UPX : a new XML representation for annotated datasets of online handwriting data, " Document Analysis and Recognition , 2005. Proceedings. Eighth International Conference on Volume , Issue ,29 Aug.-1 Sept .2005 Page(s): 1161-1165 Vol.2

3. Huzeifa A . Alshafy,Dr. Mohamed E. Mustafa," Characters' Boundaries based segmentation for online Arabic Handwriting" sudan University Of Science and Technology,
   Page :2.
4. H . Izakian, S. A.Monadjemi, B. Tork Ladani , and K. Zamanifar ," Multi_Fornt Farsi/Arabic Isolated Character Recognition Using Chain Codes , World Academy of Sciense , Enngnieering and Technology ,43, 2008.
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Confusion_matrix
   8/26/2014 8:12 AM GMT

6. Matlab Toolbox Documentations .

7. مقدمة في الشبكات العصبية الاصطناعية وتطبيقاتها في العلوم الاجتماعية بإستخدام (SPSS) .
(دكتور:/عبدالحميد محمد العباسي واستاذ :/حاتم السمري)

8. التعرف علي الارقام العربية .

التاريخ: 3/يوليو/2014 الزمن: 11:33 PM

.9

http://arabteam2000-forum.com/index.php/topic/189517-%D8%A3%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9-%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%A8%D9%83%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B5%D8%A8%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B5%D9%86%D8%A7%D8%B9%D9%8A%D8%A9/

التاريخ: 3/يوليو/2014 الزمن: |4:42 PM

.10

مقدمة في الشبكات العصبية الاصطناعية

.11

http://203bxxx.niceboard.org/t20-topic

التاريخ: 15/يوليو/2014 الزمن: 11:42 AM

12

http://www.khoranat-alqosh.com/vb/showthread.php?t=33134

التاريخ: 15/يوليو/2014 الزمن: 2:07 PM

.13

http://bekcom.wordpress.com/2011/06/16/%D9%85%D9%83%D9%88%D9%86%D8%A7%D8%AA-matlab/

التاريخ: 15/يوليو/2014 الزمن: 2:42 PM