بحوث مستقبلية (29، 30)
ص ص [143-175]
2010

تمييز الحروف العبرية باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية

د. جمال صلاح الدين سيد مجيد[1]
طـــــــارق حـــــازم
طـــــــه[2]
أسامـــــة ياســـين محمـــــد[3]

الملخص

في هذا البحث تم بناء نظام حاسوبي ذكي لتمييز الحرف العبري المطبوع وذلك باستخلاص خواص هذا الحرف بالاعتماد على طريقة إيجاد القيم الذاتية (EigenValue) إذ تم استخدام قيمها في تدريب وفحص الشبكة العصبية الاصطناعية وهي إيلمان (Elman neural network) كأداة في اتخاذ القرار وقد تم إدخال البيانات بواسطة جهاز الماسح الضوئي نوع (flatbed) إذ الصورة التي ينتجها ذات كثافة عالية وواضحة ومتجانسة ذات امتداد (bmp) وقد تم كتابة البرامجيات لهذا النظام باستخدام لغة (Matlab 7.7) والتي تشمل تقنيات تحسين الصورة وكذلك برمجيات التقطيع وإعادة تعديل الحجم للصور المقطّعة واستخلاص الخواص منها بالاعتماد على القيم الذاتية لها والتدريب وفحص الشبكة العصبية على هذه القيم وقد تم عرض النواتج بالصيغة النهائية بواسطة لغة (visual basic. net) لعدم إمكانية إظهار الأحرف العبرية كناتج نهائي في لغة ماتلاب (Matlab).

Abstract

In this research, an intelligent computer system has been designed for recognizing printed Hebrew letters by extracting features of the letter by finding the Eigen values which have been used then for training and testing the artificial neural network used in this work namely, Elman NN. This network is used as a tool for decision making. Data were entered using a flatbed scanner which results high extensity, fineness and homogeneous BMP extension images. The programs were implemented by Matlab language, the software include image enhancement techniques, image segmentation, resize the segmented image and features extraction dependent on eigen values and document the final result by visual basic.net because Matlab doesn't have the ability to print the Hebrew letter as a final result.

المقدمة

(1) مدرس، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.
(2) مدرس مساعد، كلية الآثار، جامعة الموصل.
(3) باحث، كلية علوم الحاسبات والرياضيات.

تاريخ الاستـــــلام:
2009/09/15

ان دراسة اللغة العبرية لها أهمية كبيرة خاصة في الوقت الحالي لأننا في صراع مع اليهود وعندما نقول "صراع" لانقصد به "الصراع العسكري والحربي" وإنما نقصد به "الصراع الفكري والحضاري" وهو أخطر من النوع الأول ومعرفتنا باللغة العبرية تسهل لنا إدارة هذا الصراع وتمكننا من الإطلاع على آرائهم واتجاهاتهم ومعتقداتهم وأفكارهم **وقال الرسول الكريم محمد صلى الله عليه وسلم: "من عرف لغة قوم امن شرهم"** لذلك يمكن القول إن معرفة اللغة العبرية قد أصبح واجباً قومياً ومطلباً ملحاً للغاية. (صبري، 2000: 8)

1-1 اللغة العبرية ونشأتها وتسميتها

حاول كثير من علماء اللغة ان يرجع اللغات الإنسانية بعد أن تم تفرعها الى فصائل عامة. وقد اختلفت وجهات نظرهم بهذا الصدد، فبعضهم نظر إلى الموضوع من ناحية التطور والارتقاء، وأشهر نظرية بهذا الشأن هي نظرية العالم شليجيل. اذ تقسم اللغات من هذه الناحية إلى ثلاث فصائل هي اللغات غير المتصرفة او العازلة مثل الصينية واللغات اللصيقة مثل التركية واللغات المتصرفة مثل اللغة العربية.

وأهملت هذه النظرية وظهر تقسيم للّغات الإنسانية على فصائل يجمع أفراد كل فصيلة صلات قرابة لغوية. وأشهر من كتب في هذا الصدد العالم ماكس مولر الذي ارجع اللغات إلى ثلاث فصائل هي: الفصيلة الهندية – الأوربية والفصيلة الحامية – السامية وفصيلة اللغات الطورانية. (صبري، 2000: 9)

وتنتمي اللغة العبرية الى مجموعة اللغات السامية (مصطلح اطلقه العالم النمساوي شلوترز عام 1781 نسبة الى ابناء سام بن نوح) (اسماعيل، 2000) التي وفد المتكلمون بها في العصور التاريخية من الجزيرة العربية المهد الاصلي للساميين الى المناطق الزراعية في ارض الرافدين وسوريا ولبنان وفلسطين والحبشة (راشد، 1993: 17) وتنقسم اللغات السامية من الوجهة الجغرافية الى ثلاث مناطق شرقية وفيها اللغة البابلية والاشورية، وغربية وتشتمل على الكنعانية والعبرية والارامية، وجنوبية وفيها اللهجات العربية في كل بلدان الجزيرة العربية واللهجات الحبشية (ولفنسون، 1980: 20)

اطلق على هذه اللغة عدة اسماء مثل (لغة كنعان) فقد ورد في الكتاب المقدس (في ذلك اليوم يكون في ديار مصر خمس مدن تنطق بلغة كنعان) (سفر اشعيا 19:18) واللغة اليهودية (خاطب عبيدك بالارامية لاننا نفهمها ولا تكلمنا باللغة اليهودية) (سفراشعيا 11:36)، وقيل فيما بعد اللغة المقدسة. (الفغالي، 2003: 810)

1- 2 تأريخ اللغة العبرية ومراحل تطورها

يرجع تاريخ اللغة العبرية الى حوالي أربعة الآف سنة تقريباً (صبري، 2000: 13)، اجتازت خلالها عدة مراحل منذ بدء نشأتها وحتى اليوم. وامتازت كل مرحلة بنوع من المؤثرات طبعت اللغة بطابع خاص واثرت فيها بناحية معينة. واغلب هذه المؤثرات سياسي كرحيلهم او طردهم او استقلالهم السياسي او علاقاتهم بالامم المحيطة بهم (التونجي، 1974: 37) ويمكن تقسيم المراحل التي مرت بها العبرية على النحو الآتي:

1. **مرحلة العبرية القديمة الخالصة**: تبدأ هذه المرحلة من حوالي القرن العاشر قبل الميلاد وطوال فترة هيكل سليمان عام 973 ق.م وحتى السبي البابلي لليهود عام 587 ق.م. (صبري، 2000: 14)
2. **مرحلة تدهور اللغة العبرية:** تبدأ هذه المرحلة منذ السبي البابلي على يد نبوخذنصر وانهيار سلطانهم السياسي حيث تنقرض فيها العبرية كلغة للتخاطب لتحل محلها الارامية.
3. **مرحلة العبرية الربانية او التلمودية**: حاول الزعماء الدينيون لم شمل اليهود عن طريق الوحدة الدينية فقاموا بشرح العهد القديم وتفسيره باللغة الارامية.
4. **مرحلة عبرية العصور الوسطى:** ازدهرت اوضاع اليهود في الاندلس تحت مظلة الحكم الاسلامي وانعكس هذا الازدهار على اللغة العبرية التي عاشت عصراً ذهبياً. (عبد الجواد، 2004)
5. **مرحلة العبرية الحديثة والمعاصرة**: بداية للعبرية الحديثة إذ بدأت عملية إحياء اللغة العبرية معتمدين بالأساس على عبرية التوراة.

ولقد ازداد الاهتمام بها مع ظهور الحركة الصهيونية في القرن التاسع عشر وعدّها لغة قومية لليهود وعنصراً مهماً من عناصر الايدلوجيا الصهيونية وعُدّت اللغة العبرية عام 1948 لغة (رسمية) للكيان الصهيوني. (صبري، 2000: 33)

3-1 أوجه التشابه بين اللغة العبرية واللغة العربية

تنتمي كل من اللغة العبرية واللغة العربية الى فصيلة لغوية واحدة تسمى فصيلة اللغات السامية ولذلك نجد أن هناك أوجه تشابه بينهما وذلك على النحو الآتي:

- تكتب كل منهما من اليمين إلى اليسار.
- لايمكن تقسيم الكلمة بأن يكتب جزء منها في آخر السطر والجزء الباقي في أول السطر التالي.
- تتشابه اللغتان في الحروف التي تجمعها كلمات (أبجد هوز حطي كلمن سعفص قرشت).

- تتشابه اللغتان في نطق اغلب الحروف، ولاسيما انهما تحتويان على حروف الحلق، مثل الحاء والعين في حين لايوجد لهما نظير في الفصائل اللغوية الأخرى.
- يوجد تشابه في حركات النطق الأساسية: الفتحة والكسرة والضمة.
- تتغير معاني بعض الكلمات بتغيير شكلها.
- هناك تشابه كبير في القواعد الأساسية للغتين سواء للأفعال أو الأسماء أو الحروف.
- يوجد في اللغة العبرية مايسمى بحساب الحروف أو مايسمى بالقيمة الرقمية للحروف كما يوجد في اللغة العربية هذا النوع من الحساب. (صبري، 2000: 18)

4-1 أوجه الاختلاف بين اللغة العبرية واللغة العربية

- عدد الحروف في اللغة العبرية اثنان وعشرون حرفا.
- تكتب حروف اللغة العبرية منفصلة ولا تتصل أبدا خاصة إذا كتبت بالخط المربع.
- قواعد اللغة العبرية أسهل وأبسط في مجموعها، لأن اللغة العبرية غير معّربة، فأواخر كلماتها ساكنةً دائما...أما اللغة العربية الفصحى فتتميز بالأعراب وتخضع لنظام قواعدي دقيق جداً.
- يوجد اختلاف بينهما في أداة التعريف فهي في اللغة العبرية حرف الهاء (ה) الذي يوضع في أول الاسم، وتشكيله يخضع لقواعد معينة... أما أداة التعريف في اللغة العربية فهي حرف(ال)، ويوضع أيضا في أول الكلمة.
- تستعمل اللغة العبرية المقطع (ים) في آخر الكلمة للدلالة على الجمع المذكر والمقطع (ות) للدلالة على الجمع المؤنث بينما تستخدم اللغة العربية حرفي (ون) في آخر الكلمة وذلك في حالة الرفع والمقطع (ين) في حالة النصب للجمع المذكر السالم وتستخدم (ات) مع الجمع المؤنث السالم.
- لايوجد في اللغة العبرية اعراب لذلك نجد ان اواخر الكلمات ساكن. (صبري، 2000: 18)

الجدول (1) يوضح تفاصيل الحرف العبري ومقارنته باللغة العربية ونطقه بالعبرية والقيمة العددية للحرف وكذلك الحرف العربي في لوحة المفاتيح الذي يمثل الحرف العبري

الجدول (1) الأبجدية العبرية

الحرف بالعربية	الحرف بالعبرية	الحرف في نهاية الكلمة	نطق الحرف بالعبرية	القيمة العددية للحرف	الحرف بالعربية وما يقابله بالعبرية في لوحة مفاتيح الحاسوب
أ	א		اليف	1	ف
ب -v	ב		بيت-فيت	2	ؤ
ج	ג		جيمل	3	ي
د	ד		داليت	4	س
ه	ה		هيه	5	ر
و	ו		فاف	6	ع
ز	ז		زاين	7	ئ
ح	ח		حيت	8	ت
ط	ט		طيت	9	غ
ي	י		يود	10	أ
خ-ك	כ	ך	خاف-كاف	20	ب م
ل	ל		لاميد	30	ن
م	מ	ם	ميم	40	ى خ
ن	נ	ן	نون	50	لا ه
س	ס		سامخ	60	ء
ع	ע		عاين	70	ل
ف-p	פ	ף	فيه-بيه	80	ح ك
ص	צ	ץ	تصاديه	90	ة ز
ق	ק		قوف	100	ث
ر	ר		ريش	200	ق
س-ش	ש		شين-سين	300	ش
ت	ת		تاف	400	و

وقد شهد العالم في الاونة الاخيرة تطورا واضحا في كل ميادين الحياة والكثير من هذه الميادين طرق بابها الحاسوب والبرمجة وعلى راسها التحكم الصناعي والتطور الطبي وكذلك قضايا ايجاد الحلول المثلى (علم بحوث العمليات) فضلاً عن انواع اخرى من هذه الميادين والتي تتطلب مجالات التعرف على البصمات والصور والاشكال التي تستخدم في الابحاث الجنائية وغيرها الكثير، إنّ ازدياد الصعوبات

التقنية وتعقيدها وعدم قدرة الحلول البرمجية التقليدية على استيعابها، قاد الباحثين للتعمق في فهم الية التفكير البشري وكيفية معالجته للمعلومات وتخزينها واسترجاعها وكذلك الاعتماد على أسلوب المحاكاة في حل هذه المشاكل تم التوصل إلى هيكلية مترابطة لبنية برمجية سميت بالشبكات العصبية الاصطناعية أثبتت قدرتها على ارض الواقع.

ان صياغة العمل لحل المشكلة باستخدام الشبكات العصبية، واختيار الشبكة المناسبة للعديد من التطبيقات يتطلب الفهم المفصل لهذا النوع من الشبكات والتي تعدّ نتيجة لانجاز العمليات الحسابية اليدوية وفهم طريقة تشفير بيانات المسالة على الحاسوب، وفي هذا البحث تم استخدام إحدى أنواع الشبكات العصبية كأداة لتمييز الحروف العبرية وهي الشبكة العصبية أيلمان (Elman NN)

5-1 بعض المفاهيم الأساسية في تمييز الأنماط

بالإمكان عدّ التمييز بأنه وصف لنمط معين، وطبقا لطبيعة النموذج يمكن تصنيف التمييز إلى نوعين رئيسين:

أ- تمييز بنود قوية ثابتة.
ب- تمييز بنود استخلاصية.

إذ إننا نميز الحروف والصور والموسيقى والأجسام من حولنا تمييزا حسيا Sensory recognition والذي يتضمن تمييز نمط مرئي وشفوي من جهة أخرى يمكننا تمييز جدال قديم أو حل لمشكلة مع غلق أعيننا وآذاننا إذ يتضمن بنودا استخلاصية والذي بالإمكان تسميتها تمييز مفهومي(ذهني) conceptual recognition ولقد اعتمدت دراسة مسائل تمييز الأنماط إلى فقرتين رئيستين:

1- دراسة قابلية تمييز الأنماط للبشر والكائنات الحية.
2- تطوير نظريات وتقنيات تصميم الأجهزة التي لها القدرة على أداء مهمة تمييز معينة لتطبيق معين.

إذ إن الأول له علاقة ببعض الأنظمة مثل علم النفس (سيكولوجي) وعلم الفيزياء وعلم الأحياء أما الآخر فإنه أساسا يتعامل مع هندسة الحاسبات وعلم المعلومات بلغة مبسطة منذ أن بدأ الحاسوب الرقمي يدخل حيز التطبيق في كل المجالات والجهود متواصلة من اجل التوسع في مدى تطبيقات الحاسوب.إذ إن الدوافع والجهود أتت من الحاجة العلمية المهمة لإيجاد طرق كفوءة لأنجاز المهام والحاجات الضرورية منها التمييز والتصنيف أي برمجة الآلة لأجل التمييز والتصنيف. (Duda, 1973)

وعليه يمكن تعريف تمييز الأنماط بأنه تجميع لبيانات الإدخال إلى أصناف قابلة للتشخيص عن طريق استخلاص معالم أو هيئات مهمة للبيانات وعليه يكون نظام

تصنيف الحروف من نظم تصنيف الأنماط التي تعمل على استلام الإشارات البصرية كبيانات إدخال ويتعرف على اسم الحرف والجدول (2) يعطي تصنيفا لأنماط التصنيف مع البيانات المعتمدة للإدخال مع الأخراجات إن السبب في دراسة تمييز الأنماط هي الحاجة إلى تصميم منظومة تعمل على تمييز الأنماط تقترب من طريقة الإنسان وتمتاز بالدقة والسرعة. (Mantas, 1986)

جدول(2) بعض الأنماط المصنفة

عمل التصنيف	البيانات المدخلة	استجابة الإخراج
تمييز حرف	أشكال بصرية أو خطوط فاصلة	اسم الحرف
تمييز كلام	أشكال موجة صوتية	اسم الكلام
تمييز متكلم	صوت	اسم المتكلم

6-1 نبذة تاريخية عن تمييز الحروف

إن تاريخ تمييز الحروف قديم نسبيا في مجال تمييز الأنماط في الحقيقة أن تمييز الحروف له جذوره قبل أن تبزغ شمس الحاسوب ففي العام 1929 تم الحصول على أول براءة اختراع لتمييز الحروف البصرية من قبل الألماني تاوجك لقد استخدم تاوجك مبدأ المطابقة القالبي template matching الذي استخدم ووظف التقنيات البصرية والميكانيكية المتيسرة في ذلك الوقت. (Sinha, 1999)

لقد ظهرت النسخة الحديثة لتمييز الرموز البصرية (OCR) في أواسط الأربعينات مع تطور الحاسوب الرقمي ولأول مرة تم الاعتراف بـ OCR كمدخل لمعاملة البيانات بتطبيق خاص لعالم التجارة ويمكن عدّ ديفيد شيبارد David Shepard مؤسس شركة البحوث الذكية كرائد لتطوير وبناء معدات OCR التجارية واستمرت برامجياتOCR تستخدم لمبدأ المطابقة القالبية وشاع استخدامها بشكل واسع في تطبيقات تمييز الرموز والحروف المطبوعة بالماكنة إلى الوقت الحاضر أي بعد (70) سنة تقريبا على اعتمادها كتقنية تمييز للأنماط. (Sinha, 1999)

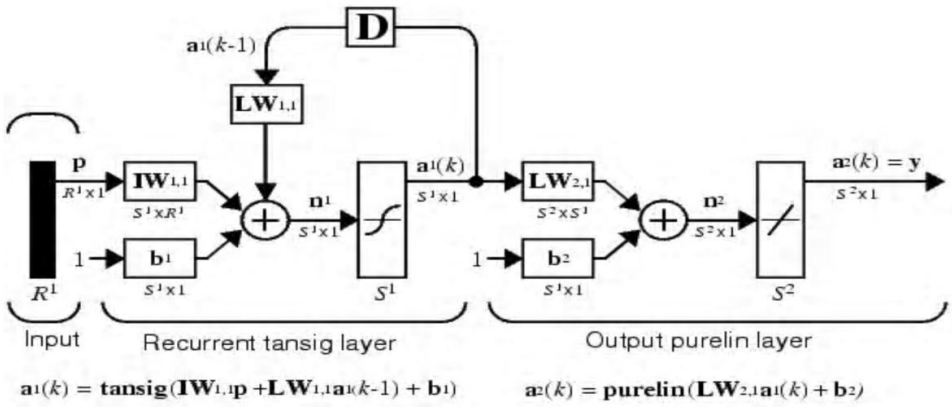
7-1 طريقة المطابقة القالبية

إن المطابقة القالبية يتم انجازها بتركيب قالب فحص وقالب معروف آخذين إجمالي الفروقات بين كل قيم النموذج في القالب المطابق أي مطابقة bit-by-bit لو كانت درجة الاختلاف واقعة ضمن مقدار محدد سلفا عندئذ يتم خزن القوالب في الماكنة بعدها يتم اعتماد المدخلات كأنماط ذات تصنيف مجهول وتبدأ مقارنته مع القوالب المخزونة ويتلخص العيب في المطابقة القالبية إذ إنها تحتاج إلى عمليات

مقارنة كثيرة وبذلك تستغرق وقتا طويلا وكذلك عند دوران النمط وتصغير أو تكبير النمط أو وجود ضوضاء (Noise) فإنه سوف لاتتم المطابقة وحلا لهذه المشكلة في طريقة استخدام المطابقة القالبية تم استخدام طريقة التمييز بالاعتماد على تحويل فورير في التمييز أو استخدام الطريقة المستندة على القيمة الذاتية والتي تم استخدامها في هذا البحث. (Mantas, 1986) (Sinha, 1999)

2- الشبكة العصبية الأصطناعية ايلمان Elman Neural Network

تكون هذه الشبكة ذات طبقتين ونوع التغذية هو الانتشار الخلفي من إخراج الطبقة الأولى إلى إدخال الطبقة الأولى إذ إن الشبكة تمتلك tansig neurons في الطبقة المخفية (المتكررة) وتمتلك purelin neurons في طبقة الإخراج إن الطبقة المخفية يجب أن يكون لديها خلايا عصبية بما فيه الكفاية وأن هذه الشبكة تختلف عن الشبكات التقليدية التي تمتلك طبقتين وهذا الاختلاف في الطبقة الاولى يكون لديها اتصال متكرر إن شبكة Elman موضحة في الشكل (1) أدناه: (Matlab، hisrori4)



الشكل(1) معمارية شبكة Elman

1-2 مثال عن كيفية تكوين هذه الشبكة

يتم تكوين سلسلة من الادخالات تقع ضمن المدى المحدد الذي يكون من الصفر إلى الواحد والإخراج سيكون أيضا من سلسلة تقع ضمن المدى المحدد الذي يكون من الصفر إلى الواحد والأيعاز التالي في ماتلاب يكون خمس خلايا عصبية في الطبقة المخفية الأولى وخلية عصبية واحدة في الطبقة المخفية الثانية:

net = newelm([0 1],[0 1],5,{'tansig','logsig'});

لغرض اكتشاف أن الشبكة استجابت لسلسلة إلادخالات المتكونة من ثمانية أرقام واقعة ضمن المدى المحدد من الصفر إلى الواحد سيتم إجراء الآتي:

P = round(rand(1 ،8))
P = 0 1 0 1 1 0 0 0

هذه السلسلة المتكونة من ثمانية أرقام ستقدم إلى الشبكة وتصبح في شكل صف.
حول p إلى هذا الشكل:

Pseq = con2seq(P)
Pseq = [0] [1] [0] [1] [1] [0] [0] [0]

الآن يمكن إيجاد ناتج الشبكة بالدالة sim:

Y = sim (net، Pseq)

Y = [1.9875 e-04] [0.1146] [5.0677e-05] [0.0017] [0.9544] [0.0014] [5.7241e-05] [3.6413e-05]

حول هذا إلى الشكل المتلاقي:

z = seq2con (Y);

سيتم عرض الناتج في الشكل المتلاقي:

z {1 ،1}

ans = 0.0002 0.1146 0.0001 0.0017 0.9544 0.0014 0.0001 0.0000

لهذا، عندما تكون الشبكة ويحدد الإدخال، يتم الحاجة فقط لاستدعاء sim.
(Matlab, hisrori5)

2-2 التدريب لشبكة Elman

شبكات Elman يمكن أَن تدرب مع إحدى الدالتين train أو adapt:

عندما يتم استعمال الدالة train لتدريب شبكة Elman فسيحدث ما يأتي:

(1) سلسلة الإدخال الكاملة تقدم إلى الشبكة ونواتجها تحسب وتقارن بسلسلة الهدف لتوليد سلسلة خطأ.

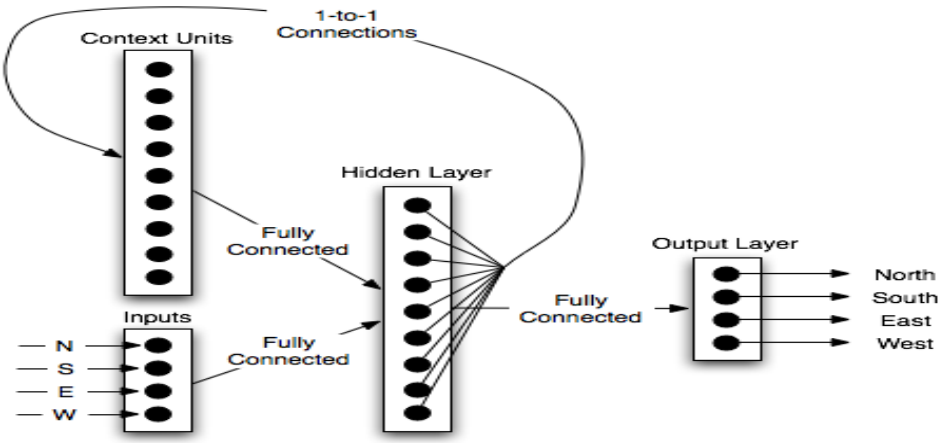
(2) الخطأ هو backpropagated وذلك لايجاد ميول الأخطاء لكل وزن وتحيز حيث هذه الميول في الحقيقة هي تقريبية.
(3) ثم يستعمل هذا الميلِ التقريبيِ لتجديد الأوزانِ بدالة التدريب backprop المختارة والدالة يفضل أن تكون Traingdx.

عندما يتم استعمال الدالة adapt لتدريب شبكة Elman فسيحدث ما يأتي:

(1) سلسلة الإدخال الكاملة تقدم إلى الشبكة ونواتجها تحسب وتقارن بسلسلة الهدف لتوليد سلسلة خطأ.
(2) الخطأ هو back propagated وذلك لايجاد ميول الأخطاء لكل وزن وتحيز إذ هذه الميول في الحقيقة هي تقريبية.
(3) ثم يستعمل هذا الميلِ التقريبيِ لتجديد الأوزانِ بدالة التعلم backprop المختارة والدالة يفضل أن تكون learngdm.

Train: يأخذ هذه الموجهات والأوزان الأولية وانحيازات الشبكة، ويعيد الأوزان والانحياز الجديد.

مخرجات الطبقة المخفية لشبكة Elman تكون ذاهبة الى طبقة الإخراج سيؤخذ نسخة منها ويتم إعادة إدخالها مع المدخلات الجديدة في طبقة الإدخال والتي يكون اخراجها داخلاً إلى الطبقة المخفية مرة أخرى وهذا سيؤدي الى سرعة وصول الشبكة إلى الاستقرارية كما موضح بالشكل(2) الآتي:



في حالة الاستمرار في المثال السابق في الفقرة (2-2) سيتم تدريب الشبكة بالادخال P والهدف T كما سيذكر أدناه:

P=round (rand (1 ،8));

P=1 0 1 1 1 0 1 1

T=[0 (P(1:end-1)+P(2:end)= =2)]
T=0 0 0 1 1 0 0 1

إذ إن الشبكة ستمتلك خمس خلايا عصبية مخفية في الطبقة الاولى والايعاز الآتي يوضح ذلك:

net=newelm(P ،T ،5 ،{'tansig' ،'logsig'});

يتم استعمال دالة التدريب trainbfg كدالة تدريب والتدريب سيكون (100 epochs) وبعد التدريب سيتم محاكاة الشبكة مع الادخال p ويتم حساب الفرق بين إخراج الهدف وإخراج الشبكة المحاكى كما يأتي:

Pseq=con2seq(P);
Tseq=con2seq(T);
net=train (net ، Pseq ، Tseq);
Y=sim(net ، Pseq);
z=seq2con(Y);
z {1 ،1};

Diff1=T- z {1 ،1}; الاختلاف بينهما سيكون صغيراً جداً

ومما يجدر الإشارة إليه فإن الشبكة العصبية أيلمان تتعلم بوجود معلم (Supervised Learning) وعند تطبيق الشبكة يتم تصنيف متجهات الإدخال إلى صفوف الهدف (الإخراج) المختارة من قبل المستخدم. (Matlab, hisrori6)

3- القيم الذاتية والمتجهات الذاتية والمعادلة المميزة

Eigen values ،Eigen vectors and Characteristic equation

في علم الرياضيات وضمن مادة الجبر الخطي تُدرس بعض المفاهيم الرياضية مثل التحويلات الخطية والمتجهات والمصفوفات فضلاً عن القيم الذاتية والمتجهات الذاتية. والتحويلات الخطية لها تطبيقات في مجال الرياضيات والميكانيكا الكم وغيرها هناك نوعان من المفاهيم الرياضية في الجبر الخطي هما الثوابت (scalars) والمتجهات (vectors) والتي لها كم واتجاه. هذا فضلاً عن التحويلات الخطية، وفي أدناه التعاريف الرياضية لهذه المفاهيم:

تعريف 1: إذا كان V فضاء متجهات على الحقل F يعرف التحويل الخطي على انه دالة من V إلى نفسه:

$$T: V \longrightarrow V$$

ويحقق الفقرتين أدناه

$$T(x+y) = T(x) + T(y)$$
$$T(\alpha x) = \alpha T(x)$$

لكل $(V \ni y, x)$ ولكل $(F \ni \alpha)$. (wikibooks.org) (Beezer, 2006)

ومن المفاهيم الأساسية في الموضوع هو مفهوم القيم الذاتية (eigen value) والمتجهات الذاتية (eigen vectors)، والتي تعرف بالشكل الآتي:

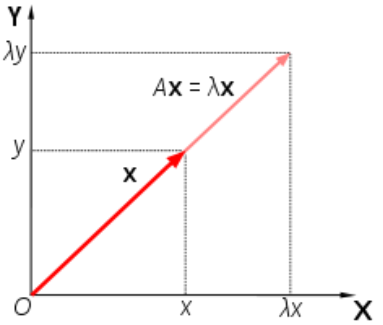
تعريف 2: يقال للمتجه غير الصفري $(V \ni x)$ بأنه متجه ذاتي (eigen vector) إذا وجد عدد $(F \ni \lambda)$ بحيث إن

$$T(x) = \lambda x$$

وتُسمى λ القيمة الذاتية للمتجه x.كما يقال عن x بأنه المتجه التابع إلى القيمة λ. (السبتي، 212:1988)

ان الوصف الهندسي لمعادلة القيمة الذاتية $(T(x) = \lambda x)$ يعني بالضبط ان المتجه الذاتي عندما يقع تحت تأثير التحويل T فإنه يتغير كماً وقد يحافظ على اتجاهه (عندنا تكون $\lambda > 0$) أو ينعكس اتجاهه بالاتجاه

المعاكس (عندما λ <0)، والشكل (3) يوضح تغير في مقدار المتجه من دون تغير في اتجاهه.



الشكل(3) تغير مقدار المتجه من دون تغير اتجاهه

وبذلك فإن القيمة الذاتية λ هي ببساطة تمثل كمية "الامتداد" أو "الانكماش" الذي يطرأ على المتجه x عندما يتحول بتأثير T فإذا كانت (λ=1) فإن المتجه يبقى من دون تغيير كمه او اتجاهه وإذا كانت (λ=-1) فان المتجه يتغير اتجاهه ويبقى مقداره من دون تغيير. أما إذا كانت (|λ|>1) فإن المتجه ينكمش مقداراً وإذا (|λ|<1) فإنه يمتد مقداراً، أما الاتجاه فيتبع إشارة λ. (Shilov, 1977)(wikibooks.org)

تعريف 3: يقال للتحويل المعرف بالشكل (Ix = x) لكل (V Ɔ x) بأنه تحويل الوحدة (Identity transformation)

ملاحظة: اذا كان كل من x,y متجهين ذاتيين فإن (x + y) متجهاً ذاتياً كما انه لكل (F Ɔ α) فان αx متجه ذاتي أيضا (wikibooks.org) (Roman, 2008)

هنالك بنية جبرية أخرى تدعى بالمصفوفات (Matrices) تتكون من عدد من الصفوف والأعمدة وتمثل أحيانا هذه الصفوف والأعمدة بمتجهات. ويمثل التحويل الخطي عادةً بشكل مصفوفة، فبدلاً من كتابة T(x)، مثلاً، نكتب M(v) حيث M هي مصفوفة وv هو متجه وهناك قواعد لاستخدام مصفوفة التحويل الخطي ترد في موضوع الجبر الخطي.

فاذا كان (Mv= λv)، بمعنى ان المتجه v بتأثير المصفوفة M يتغير امتداداً أو انكماشاً من دون تغير اتجاهه، يسمى v في هذا الحالة متجهاً ذاتياً تابعاً للقيمة الذاتية λ. وإذا تغير مقداراً واتجاهاً فيعدّ متجهاً ذاتياً تابعاً للقيمة الذاتية λ -.

تعريف 4: يقال للفضاء الذي يتكون من عدد من المتجهات الذاتية التابعة لنفس القيمة الذاتية بأنه فضاء ذاتي (eigen space)، أي أن Y يسمى فضاء ذاتي للقيمة الذاتية ($F \ni \lambda$) إذا كان

$$Y=\{y \in V: T(y) = \lambda y، y \neq 0\}$$

من الجدير بالذكر بان المتجهات في حقل الرياضيات يمكن أن تمثل عدد من المفاهيم الرياضية مثل الأزواج المرتبة، الدوال، الأنماط وغيرها.

اذا كانت المصفوفة M مصفوفة قطرية (جميع عناصرها أصفارا عدا عناصر القطر الرئيسي) فان القيم الذاتية لها هي أعداد القطر الرئيسي والمتجهات الذاتية التابعة لها هي متجهات القاعدة الأساسية ومثال لذلك، إذا كانت $M=\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix}$ فان 3 هو قيمة ذاتية للمصفوفة M والمتجه التابع لها هو (1,0). وكذلك فان (0,1) هو المتجه الذاتي التابع للقيمة الذاتية 0.5

لاحظ إن تأثير M على أي متجه انه يضاعف ذلك المتجه ثلاث مرات باتجاه المحور السيني (x-axis) ويقلص إلى النصف باتجاه المحور الصادي (y-axis). كما ان مضاعفات المتجه (1,0) تمثل الفضاء الذاتي للقيمة 3 ومضاعفات المتجه (0,1) تمثل الفضاء الذاتي للقيمة الذاتية 0.5 (wikibooks.org)

1-3 المعادلة المميزة

إذا كان ($T:V \longrightarrow V$) تحويلاً خطياً وكان x متجهاً ذاتياً تابعاً للقيمة الذاتية ($F \ni \lambda$)، أي أن ($Tx=\lambda x$) فإن هذا المعادلة تؤول إلى ($Tx-\lambda x =0$) وإذا مثلنا التحويل T بالمصفوفة A فان المعادلة الأخيرة تمثل بالمعادلة

$$Ax - \lambda x = 0$$
$$(A - \lambda I)\, x = 0$$

أو

والآن، لو كانت المصفوفة ($A - \lambda I$) قابلة للانعكاس، أي إن $(A - \lambda I)^{-1}$ معرف، فإنه باختزالها من المعادلة الأخيرة نجد أن ($x = 0$) وبذلك فان حل المعادلة هو الحل الصفري.

أما إذا كانت ($A - \lambda I$) غير قابلة للانعكاس فإن $\det(A - \lambda I) = 0$، وهذا يقودنا إلى التعريف الآتي.

تعريف 5: إذا كان ($T:V \longrightarrow V$) تحويلاً خطياً وكانت M هي المصفوفة التي تمثل التحويل T فان المعادلة

$\det(A - \lambda I) = 0$

تسمى المعادلة المميزة للتحويل T (Characteristic equation)
لاحظ أنه بحل المعادلة المميزة فإن جذور هذه العادلة ماهي إلا القيم الذاتية للتحويل T وبالتالي نجد المتجهات الذاتية التابعة لهذه القيم وكما موضح في المثال الآتي:

مثال: المصفوفة $M=\begin{bmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{bmatrix}$ تعرف التحويل الخطي لسطح ما، القيم الذاتية لهذا التحويل هي حلول المعادلة

$det\,(M - \lambda I) = 0$

أي إن $det\begin{pmatrix}2-\lambda & 1\\ 1 & 2-\lambda\end{pmatrix} = 0$

وبالتالي فإن $(2 - \lambda)^2 - 1 = 0$ وبحل هذا المعادلة البسيطة نجد ان قيم λ هي إما 1 أو 3 ولإيجاد المتجهات الذاتية التابعة نحقق $Mx = \lambda x$ ونجد أن

$$\begin{pmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix} = 3\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}$$

أي إن $\begin{pmatrix}2x+y\\ x+2y\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}3x\\ 3y\end{pmatrix}$

وذلك يؤول إلى النظام $2x + y = 3x$

$x + 2y = 3y$

وبحل هذا النظام نجد إن قيم x، y التي تحقق المعادلتين أعلاه هي القيم (x = y). لذا فعند اختيار (x=1) فان (y=1) وبالتالي فان المتجه (1,1) هو متجه ذاتي إلى القيمة الذاتية 3 كما أن الفضاء

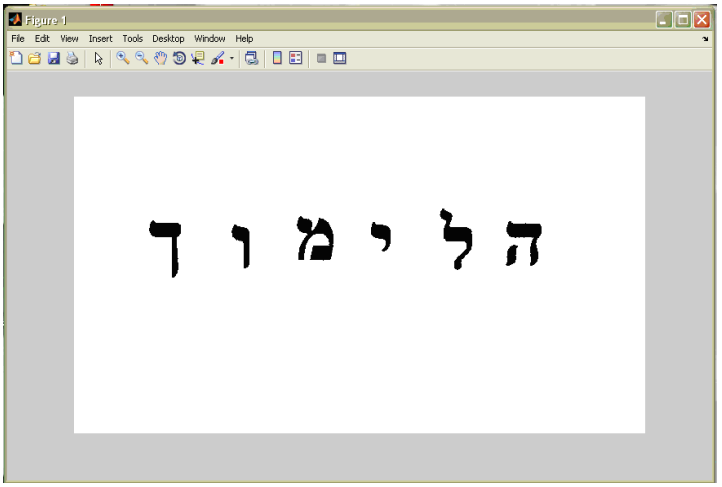
$Y = \{(x, y): x=y, (x, y) \neq (0, 0)\}$

يمثل الفضاء الذاتي إلى القيمة الذاتية 3.

وبالطريقة نفسها نجد أن المتجهات الذاتية التابعة إلى القيمة الذاتية (λ =1) هي التي تحقق أن (x=-y)، ومثال لذلك المتجه (1,-1). (wikibooks.org)

4- نظام تمييز الحروف العبرية باستخدام الشبكات العصبية

في هذه الفقرة سيتم شرح المراحل لتنفيذ نظام التمييز الصوري للحروف العبرية والشبكة العصبية المستخدمة كأداة لتمييز وكيفية تحويل صورة الوثيقة الى وثيقة نصية نستطيع التعامل معها والتغيير والتعديل عليها والصورة المستخدمة في هذا البحث وهي (bit map image) من نوع 8-bit code ومن ثم الانتقال الى مراحل نظام تمييز الحروف والشبكة العصبية ثم مرحلة تنفيذ البرنامج. والشكل (4) مثال لصورة الأحرف العبرية المستخدمة.



الشكل (4) مثال لصورة الأحرف العبرية المستخدمة

1-4 المسح الأفقي

في هذه المرحلة يتم إدخال الصورة ذات الامتداد (.bmp) من أي جهاز ماسح ضوئي وضمن كثافة نقطية 400dpi فتتم عملية المسح الأفقي للصورة (من الأعلى- إلى الأسفل) للتعرف على عدد الأسطر الموجودة في صورة الاختبار وقبل البدء بالمسح الأفقي يتم قلب محتويات الصورة أي عكس الألوان (bit inverse) حيث تكون الكتابة باللون الأبيض والخلفية باللون الأسود والخوارزمية الآتية توضح عملية المسح الأفقي.

** {HOREZENTAL SCAN ALGORITHM} **

%% Initializing accumulators%%

Line_number = 0 ** counter for lines **

i = 1 ** counter for rows **

Do while i < maximum-row

Do while sum of pixels in row (i) == zero

```
            i = i + 1
        End do
        Start_line = i
        i = i + 1
        Do while sum of pixels in row (i) <> zero
            i = i + 1
        End do
        End_line = i
        Line_number = Line_number + 1
        Line_array = copy the lines from the origin image between Start_line
                     and End_line
        Call procedure Vertical scan (Line_array)
        i = i + 1
End do % end of the horizontal scan algorithm%
```

2-4 المسح العمودي

بعد عملية المسح الأفقي تأتي عملية المسح العمودي التي تعني تقسيم الأسطر إلى حروف ليتسنى استخلاص خواص كل حرف على حدا وهي تشابه عملية المسح الأفقي حسب الخوارزمية الآتية:

```
** {VERTICAL SCAN ALGORITHM} **
%% Initializing accumulators%%
char_number = 0   ** counter for Character **
j = 1   ** counter for columns **
GET image (Line array): segmented lines from the origin image by using
                        horizontal scan algorithm
Do while j < maximum- column
        Do while sum of pixels in column (j) == zero
            j = j + 1
        End do
        Start_ Char = j
        j = j + 1
        Do while sum of pixels in columns (j) <> zero
            j = j + 1
        End do
        End_ Char = j
        Char _number = char _number + 1
        %% segment the Character & save in two dimension array Char%%
```

Char= copy the pixels from the Line_array image between Start_
Char and End_ Char

%% call feature extraction function to calculate the Eigen Values of the character %%
Call procedure EigenValue (Char)
j = j + 1
End do
no.of.character in one line =char_number

% end of the vertical scan algorithm%

والشكل (5) يوضح شكل الحرف العبري بعد عمليتي المسح الأفقي والمسح العمودي.

الشكل (5) شكل الحرف العبري بعد عمليتي المسح الأفقي والمسح العمودي

بعد عملية المسح الأفقي والمسح العمودي تم الحصول على القيم الآتية:

number of line in Image =1 number of letter in one line=6

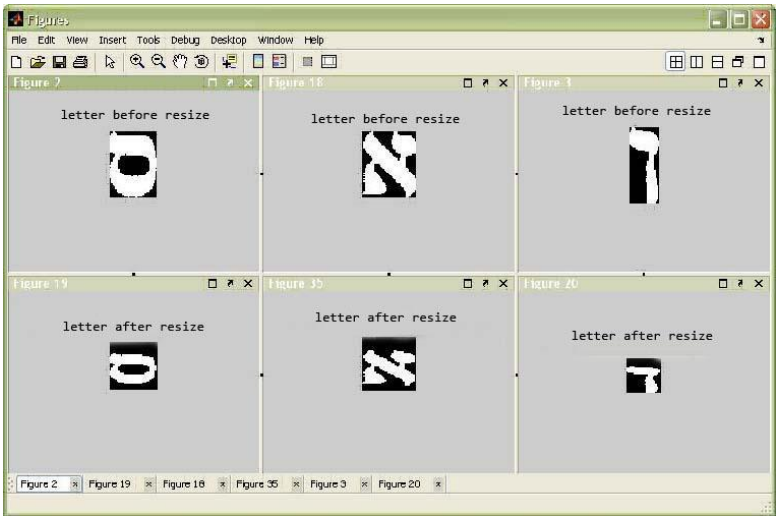
Col=1085 Row=83

font _size =82 num_line=1

3-4 حساب القيم الذاتية لصورة الأحرف العبرية

بعد اقتطاع صورة الحرف العبري بالاعتماد على المسح الأفقي والمسح العمودي نقوم بتغير صورة الحرف لتكون ضمن مصفوفة مربعة الأبعاد لحساب القيم الذاتية

لكل حرف حيث لايمكن حساب القيم الذاتية لمصفوفة المستطيلة والشكل(6) يوضح التغير الحاصل على شكل صورة الحرف بعد التغير في الحجم **(**resize**)** لحساب القيم الذاتية. وبما انه القيم الذاتية تحتوي على أعداد حقيقة وأعداد مركبة فعمدنا لتحرير العدد المركب من قيمة الجذر التخيلي للعدد -1(**0+0000.1i**) والاحتفاظ فقط بالقيم الحقيقة الناتجة منه بعد إهمال القيمة **i** والحصول على اثني عشرة قيمة تكون هي الإدخالات للشبكة العصبية أيلمان لغرض التمييز.



الشكل(6) يوضح تغير الحاصل على شكل صورة الحرف بعد التغير في الحجم ($n_x n$)لحساب القيم الذاتية

والجدول(3) يحتوي القيم الذاتية لكل الأحرف العبرية.

الجدول(3) يبين القيم الذاتية لكل حرف

Hebrew letter	eigenV 1	eigenV 2	eigenV 3	eigenV 4	eigenV 5	eigenV 6
ת	10.5748	-4.4906	-0.0842	-0.0000	0.0000 - 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
ש	10.5748	-4.7557	3.5829	-2.6223	1.3220	0.7041 - 0.8826i
ר	5.0000	0.0000	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 - 0.0000i	-0.0000	0.0000
ק	7.9821	-1.2550	0.5944 + 1.0655i	0.5944 - 1.0655i	-1.0000	0.4107
ץ	14.6970	-7.7528	2.9815	-1.2891 - 1.4966i	-1.2891 + 1.4966i	0.8846 - 0.9528i
צ	15.2935	1.9852 + 3.1123i	1.9852 - 3.1123i	-1.4454 - 0.3270i	-1.4454 + 0.3270i	-0.0335 - 0.9788i
ף	8.6569	-6.1997	-2.6569	-1.3505	0.6787	-0.5279
פ	12.9461	-1.3021	-0.3220 - 0.5022i	-0.3220 + 0.5022i	-0.0000	0.0000 - 0.0000i
ע	15.3142	-3.7250	0.0449 - 2.7528i	0.0449 + 2.7528i	1.1565	-1.0264 - 0.4491i
ס	11.7250	-2.0781	0.4453	-0.0922	-0.0000 - 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
ן	6.4599	3.0000	1.6610	-0.5605 - 0.2422i	-0.5605 + 0.2422i	0.0000 + 0.0000i
נ	9.0709	-1.6136	0.9667	-0.4240	-0.0000	0.0000 - 0.0000i
ם	12.3246	-0.3246	-0.0000	0.0000	0.0000 - 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
מ	10.5991	0.7112 + 2.7572i	0.7112 - 2.7572i	0.8549 - 0.6226i	0.8549 + 0.6226i	-0.7746 - 0.4449i
ל	8.1610	3.7323	3.5429	-3.1802	2.5911	1.6731
ך	6.0000	5.8284	0.1716	0.0000 + 0.0000i	0.0000 - 0.0000i	-0.0000
כ	11.0821	-0.3442	0.2621	-0.0000	0.0000 + 0.0000i	0.0000 - 0.0000i
י	4.0000	1.0000	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 - 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 - 0.0000i
ט	13.2514 + 0.0003i	-0.4775 + 1.6658i	-0.4775 - 1.6658i	0.7037	0.0003	0.0001
ח	6.3166	4.1819	-0.5884	0.4064	-0.3166	-0.0001 - 0.0001i
ז	8.1289	-2.5043	-0.0330 - 1.1887i	-0.0330 + 1.1887i	1.0000	0.6539
ו	3.7321	2.0000	0.2679	0.0000	-0.0000	0.0000 + 0.0000i
ה	6.3166	4.0000	1.0000	-1.0000 + 0.0000i	-1.0000 - 0.0000i	-0.3166
ד	6.6041	6.0000	-0.1652 - 0.7734i	-0.1652 + 0.7734i	0.7263	-0.0000
Hebrew letter	**eigenV 1**	**eigenV 2**	**eigenV 3**	**eigenV 4**	**eigenV 5**	**eigenV 6**
ג	10.0444	0.6553 - 3.0899i	0.6553 + 3.0899i	-1.8321	1.1312	-0.0491 + 0.8978i
ב	13.4833	-1.4833	-0.0000	0.0000 - 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
א	11.4926	3.9866	1.7620 - 1.2219i	1.7620 + 1.2219i	-1.3722 + 0.9960i	-1.3722 - 0.9960i

4-4 هيكلية العمل

يعتمد نظام تمييز الحروف العبرية على مجموعة بيانات مزودة لطبقة الإدخال والتي تم استخلاصها من صورة الحرف فيتم تدريب هذه الشبكة على البيانات وأخيرا يتم اختبار الشبكة وعلى هذا الأساس فإن الجانب العملي في بحثنا يبدأ

بتحضير بيانات الإدخال ومعالجتها ثم اختيار الخوارزمية المستخدمة في التدريب لتحديد قيم الأوزان فتخزن ومن ثم يتم الأختبار.

يقسم العمل إلى ثلاث مراحل:

الأولى: عملية استخلاص خواص الصورة.

الثانية: بالاعتماد على عدد الصفات المستخلصة وعدد المخرجات يتم تحديد معمارية الشبكة العصبية أيلمان (Elman NN).

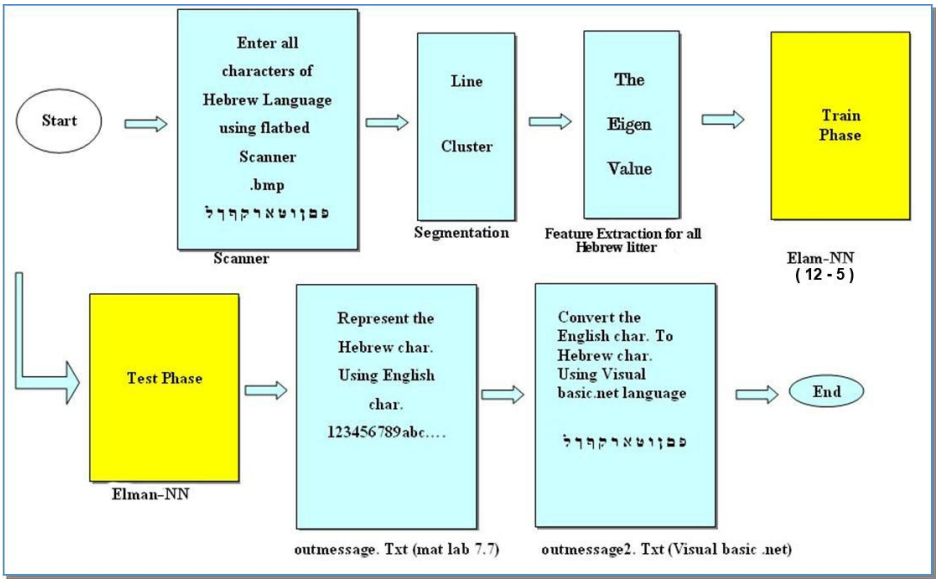
الثالثة: تكوين ملف نصي يحوي على النصوص التي تم تمييزها والشكل (7) يمثل المخطط الصندوقي للجزء العملي.

4-5 إعداد إدخال البيانات

إن البيانات المدخلة على نظام القيم الذاتية هي صورة الحرف، وتم الحصول عليها من خلال دراسة الصورة وتحليلها بعد تقسيمها كما ذكر في المسح العمودي والمسح الأفقي في الكبر ست قيم ذاتية لكل حرف يتم تكوين اثني عشر ثابتاً وذلك لاستخدامها لتدريب الشبكة، إن الثوابت التي يتم الحاجة لالتقاطها لتمييز الحروف ستوضح آلية النظام.

4-6 الحروف العبرية وترشيح البيانات

إن نظام التمييز الصوري للحروف العبرية يستطيع ترشيح البيانات الداخلة على الشبكة إذا كانت من ضمن الحروف العبرية أو إنها ليست من الحروف العبرية إذا كانت الحزمة الداخلة إليها هي بيانات مدرب عليها أو بيانات غير مدرب عليها أي غير معرف بالنسبة للنظام ويكون الإخراج بالنظام الثنائي



الشكل(7) المخطط الصندوقي للجزء العملي

7-4 هيكلية الشبكة العصبية

إن هيكلية الشبكة يجب أن تتلائم مع هيئة المشكلة المراد حلها، وتحتاج الشبكة إلى اثنتي عشرة عقدة التي تمثل متجه الإدخال والتي تمثل الصفات الناتجة من القيم الذاتية وخمس عقد تمثل متجه الإخراج للشبكة التي تكون كافية لتمثيل حالات الحرف المفحوصة إذ يتم إعداد وتهيئة الإدخال بما يلائم الشبكة المستخدمة أي شبكةELMAN.

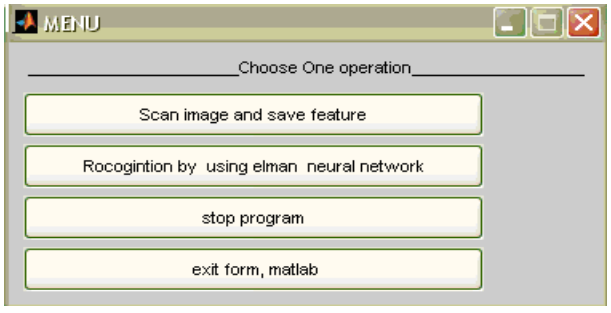
8-4 التمييز

بعد أن تم تدريب الشبكة وأصبحت جاهزة للعمل كأداة في نظام التمييز الضوئي للحروف العبرية يكون عملها مشابه لمرحلة التدريب ولكنه يدعى هنا بمرحلة الاسترجاع، وكذلك هيكلية الشبكة المستخدمة في مرحلة التدريب لا يجرى عليها أي تغيير ولكن الفرق إن البيانات المستخدمة في مرحلة التدريب لا تستعمل في هذه المرحلة بدلا من ذلك تستعمل الأوزان المخزونة بعد استقرار الشبكة والحصول على الأوزان المثالية. ستدعى على أنها أوزان ابتدائية وثابتة في الشبكة في هذه الحالة تستطيع الشبكة تحليل الإدخال لكي تميز الحرف من خلال صفاته المستخلصة هل الرمز من الحروف العبرية بالخطوات نفسها التي أجريت في مرحلة التدريب.

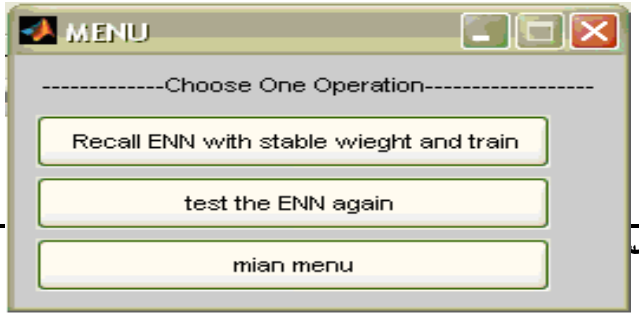
9-4 تنفيذ النظام

إن تنفيذ النظام كان أولاً باستخلاص الصفات من صورة الحرف بعد مرحلتي المسح العمودي والمسح الأفقي حيث يتم تدريب الشبكة العصبية وشبكة ELMAN حيث تم تدريب الشبكة باستخدام خوارزمية التعلم وهي خوارزمية (levenberg marquardt training).

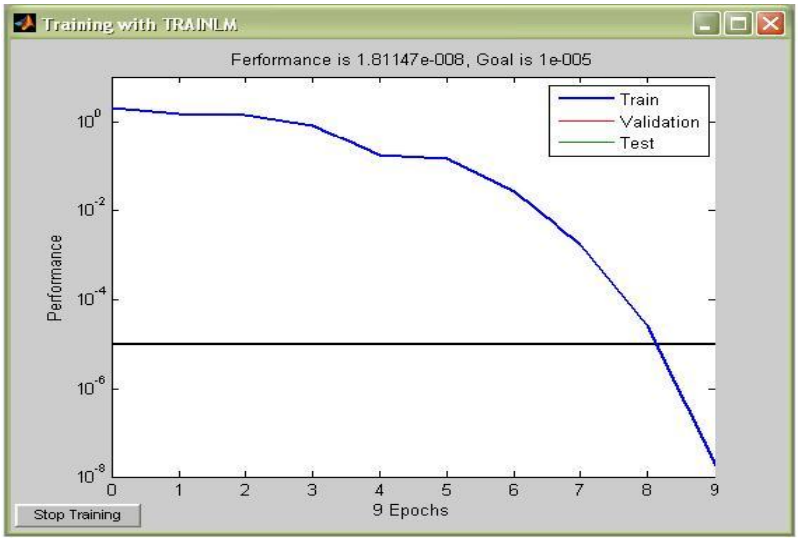
1. الواجهة الرئيسة: تتألف من أربعة حقول، الحقل الأول يقوم باختيار صورة الأحرف العبرية المراد تقطيعها ومن ثم استخراج القيم الذاتية للحروف العبرية جميعها والحقل الثاني يدخل إلى الواجهة الثانية التي تمثل استدعاء الشبكة العصبية للتمييز الحروف العبرية والحقل الثالث يمثل إنهاء البرنامج والحقل الرابع يمثل الخروج من بيئة Matlab
2. الواجهة الثانوية: وتتألف من ثلاثة حقول الحقل الأول يمثل تدريب الشبكة العصبية والشكل(10) يوضح تدريب الشبكة العصبية ايلمان (Elman NN) والحقل الثاني يمثل اختبار الشبكة والحقل الثالث يمثل العودة الى الواجهة الرئيسة كما هو موضح في الشكلين (8) و(9).



الشكل(8) واجهة البرنامج الرئيسة



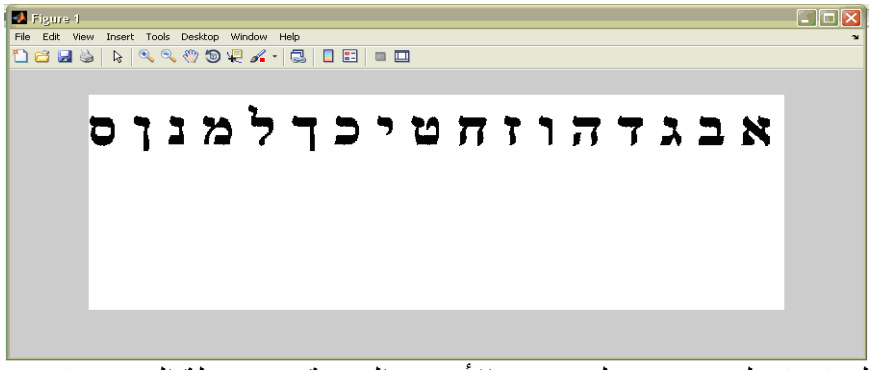
الشكل (9) واجهة البرنامج الثانوية



الشكل (10) تدريب الشبكة العصبية ايلمان

10-4 النتائج:

إن نتائج تنفيذ الواجهات السابقة يمكن ملاحظتها كما في الشكلين (11) و(12)



الشكل (11) ملف صوري لجزء من الأحرف العبرية في مرحلة الفحص (Test) Phase

א ב ג ד ה ו ז ח ט י כ ך ל מ ם נ ן ס ע פ ף צ ץ ק ר ש ת

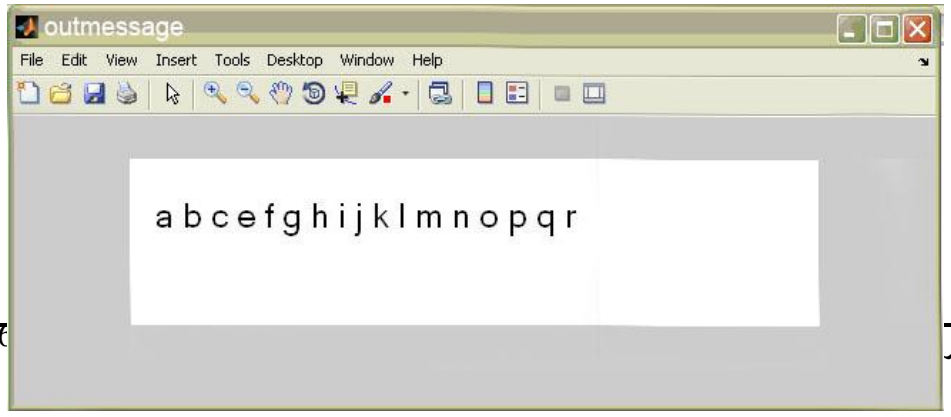
الشكل (12) ملف صوري لكل الاحرف العبرية في مرحلة التدريب (Train Phase)

وبعد تنفيذ النظام بالكامل على الصورة السابقة الشكل(11) كانت النتائج كالآتي:

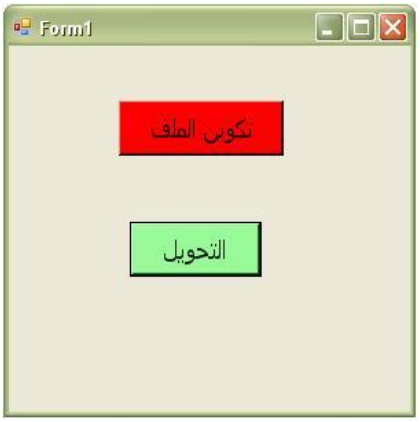
frist space in image =19	virtcal size of font=82
Space between line= 0	number of line in Image=1
row =83	col =1085
font_size =82	num_line = 1

number of letter in one line =17

تخزن النتائج في ملف خارجي outmessage موضحة في الشكل (13) وهذه القيم ناتجة من تدريب الشبكة للأحرف وعلى وفق تسلسلها في الشكل (12) وعينه الأحرف للفحص كما في الشكل (11) ومن ثم يتم استخدام هذا الملف في برنامج VisualBasic.net الذي يحول محتويات هذا الملف إلى ما يقابله بالحروف العبرية لصعوبة تعامل لغة Matlab مع اللغة العبرية بينما لغة VisualBasic.net تستطيع التعامل مع اللغة العبرية وخزن الناتج في ملف آخر outmessage2 الذي يمثل الحروف العبرية والشكل (14) يمثل واجهة برنامج **(**VisualBasic.net والذي يحوي خيارين الأول تكوين الملف وفيه الأرقام من 1 (حيث يقابل الحرف العبري ת) إلى 9 ثم الأحرف الانكليزية من الحرف **a** إلى الحرف **r** (والذي يقابل الحرف العبري א) بمجموع 27 حرفاً وينفذ لمرة واحدة في البرنامج أما الاختيار التحويل يتم تنفيذه بعد عمل OCR إذ تدخل الأحرف والأرقام الانكليزية ضمن حدود (1←→9) و (**a**←→ **r**) ويطبع في الملف outmessage2 ما يعادلها بالأحرف العبرية كما هو موضح في الشكل (15).



الشكل (13) محتويات الملف outmessage



الشكل (14) واجهة برنامج (Visual Basic.net)

الشكل (15) محتويات الملف النصي outmessage2

11-4 الاستنتاجات

إن النظام الحاسوبي الذي تم بناؤه في الـ Matlab يقوم بقراءة الملف الصوري للحرف العبري ثم تقطيع الحرف العبري (Segmentation) للحصول على حرف منفرد ثم استخلاص خواص الحرف العبري بالاعتماد على القيم الذاتية (Eigen value Feature Extraction) والتي تنتج قيم حقيقية (Real) وقيم تخيلية (Imaginary) فيتم معالجة القيم التخيلية وذلك باستدعاء الدالة imag() في لغة ماتلاب (Matlab) او قسمة العدد التخيلي على الجذر التربيعي للعدد (-1) وهو الجذر التخيلي i، بناء شبكة Elman لتمييز الحرف العبري (في طوريها التدريب والفحص) تزودنا بملف نوع text يحوي ما يعادل الحرف العبري ولكن بحروف وأرقام انكليزية للنص المراد تمييزه أي عمل له تمييز الحروف الضوئية (OCR) وحيث انه لا يمكن التعامل مع الأحرف العبرية باستخدام لغة الـ Matlab ولمعالجة هذه المشكلة تم بناء الجزء المكمل للنظام الحاسوبي بلغة Visual Basic.Net

للتعامل مع الحرف العبري إذ يقوم باستقبال الملف الناتج لتمييز الشبكة العصبية للحرف العبري ولكن ضمن الأرقام والحروف الانكليزية ومقارنتها مع جداول التي تم بناؤها أنفاً فتنتج لنا ما يعادلها في الحرف العبري ويتم طباعة الناتج على الشاشة وكذلك في ملف من نوع text وكان التمييز باستخدام الشبكة العصبية Elman NN بنسبة جيدة وصلت غالى 95% وهي تمتاز بوصولها إلى الحل الأمثل لأنها تعيد إخراج الطبقة المخفية إلى طبقة الإدخال مما يزيد من سرعة تدريب وضبط أوزان الشبكة.

المصـــادر

المصادر باللغة العربية

1. اسماعيل، خالد (2000)، **فقه لغات العاربة المقارن**، اربد، الاردن.
2. التونجي، محمد (1974)، **اللغة العبريـة وآدابهـا**، منشورات جامعة بنغازي، ص9-10، ص37.
3. السبتي، جوزيف ضايف (1988)، **"الجبر الخطي"**، جامعة البصرة، دار الحكمة، ص212.
4. الفغالي، الخوري بولس(2003)، **المحيط الجامع في الكتاب المقدس والشرق القديم**، بيروت، لبنان، ص810.
5. راشد، سيد فرج (1993)، **اللغة العبرية قواعد ونصوص**، دار المريخ للنشر، السعودية، ص17.
6. صبري، سناء عبد اللطيف (2000)، **"القواعد الأساسية في اللغة العبرية"**، كلية الآداب/ جامعة حلوان، مكتبة مدبولي، ص13، ص33.
7. عبد الجواد، ابراهيم نصر الدين، التأثيرات الاجنبية في اللغة العبرية، ص1، ص2، مقال عن الانترنيت.
8. ولفنسون، أ. (1980)، **تاريخ اللغات السامية**، دار القلم، لبنان، ط 1، ص20.

المصادر باللغة الاجنبية

9. Beezer, Robert A. (2006), **a first course in linear algebra, Free online book under GNU license**, University of Puget Sound, http://linear.ups.edu/.
10. Duda R. O. & hart P. E., (1973), **"pattern classification and scene analysis"**, John Wiley & Sons, Inc.
11. Mantas J. (1986), **"An Overview of character recognition methodologies"**, Pattern recognition, Vol.19, No.6, PP. 425 _ 430.
12. Roman, Steven (2008), **advanced linear algebra** (3rd Ed.), New York, NY: Springer Science + Business Media, LLC, ISBN 978-0-387-72828-5.
13. MATLAB/R2007b/help/toolbox/nnet/help/histori4.html
14. MATLAB/R2007b/help/toolbox/nnet/help/histori5.html.
15. MATLAB/R2007b/help/toolbox/nnet/help/histori6.html.
16. http://en.wikibooks.org/wiki/Eigenvalues_and_eigenvectors.