نموذج حساس يجيد التمييز

PERCEPTRON THAT RECOGNIZE PATTERNS

ماجدة علي عبيد د. صباح عبد العزيز علي

قسم الحاسبات / جامعة البصرة

نموذج حساس يجيد التمييز

١.١ المقدمة

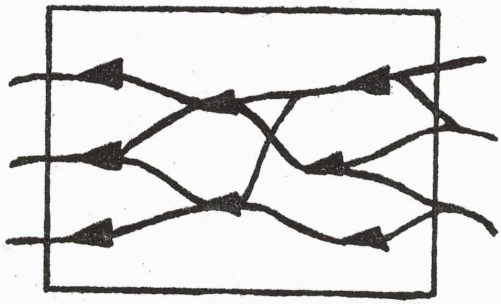
لدماغ الانسان عدد من الفعاليات الاساسيه كالتذكر والنسيان والتمييز والتعليم . وتعد عمليتا التمييز والتعليم من الفعاليات الاساسيه التي يدرسها المختصون بالحاسبات الالكترونيه وذلك لعلاقه دراستهما بحاجه الانسان لتصميم وتصنيع وتطوير الحاسبات التي تقرأ الكتابه المطبوعه او المخطوطه باليد او الحاجه للحاسبات التي يمكن ايعازها بالكلام والمحاوره . تقترح هذه الدراسات شبكات اصطناعيه تسمى الحساسات (Perceptrons) لها بعض خواص ومواصفات دماغ الانسان . ثم تقوم بدراسه وتقييم عمل تلك الشبكات ومدى نجاحها في تنفيذ عمليتي التمييز والتعلم .

وهذا البحث يقترح حساس يقوم بتنفيذ عملية التمييز اعتمادا على فرضيه حول الصفات التبولوجيه للدماغ الانساني وضعها زيمان (1) . وقد بيّنا في البحث الاسس النظريه والعلميه للحساس المقترح كما قمنا بتقييم سلوكه في تمييز المعارف والارقام .

٢. الحساسات Perceptrons

وضع روزنبلات (2) في عام ١٩٥٨ اول نموذج للحساس كمثال لشبكه دماغيه اصطناعيه بالاعتماد على بحوث ماكلوخ ويتز (4) حول سلوك الدماغ الانساني في تحقيق علاقات الادخال بالاخراج . وكذلك استفاد من بحوث البايولوجي هب Hebb (5) حول فسلجه الجمله العصبيه . وقد وضع روزنبلات (3) الاسس النظريه والعلميه لتنفيذ عمليتي التمييز والتعلم . ومنذ ذلك الوقت تم بناء ودراسة العديد من الحساسات (5,6,8) وجرى تقييم عملها في اداء بعض الفعاليات الدماغيه .

وقد برهن ماكلوخ ويتز " انه بالاعتماد على عناصر ثنائيه بسيطه (on - off elements) بناء شبكه عصبيه (network) تعطي مخرجات (outputs) مرغوبه لعدد من المدخلات (inputs) وكما في الشكل (١) .

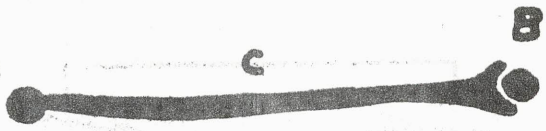


شكل (١)
شبكة ماكلوخ وبتز

من الجانب الاخر وضع هب Hebb (انظر ـ 5) فرضياته عن تركيب الجمله العصبيه بما يلي :

١ـ تتكون الجمله العصبيه من مجموعه كبيره جدا من عناصر سماها النيرونات (neurons) ترتبط فيما بينها بكل طريقه يمكن ان نتصورها . وهذه الارتباطات العصبيه بين النيرونات هي مناطق تخزين المعلومات وليست النيرونات .

٢ـ اذا كان النيرون A يرتبط بالنيرون B بالارتباط العصبي C واذا كان كل نشاط للنيرون A يؤدى دائما الى نشاط في النيرون B فان الارتباط C ينمو وينمو ويقوى . شكل (٢)



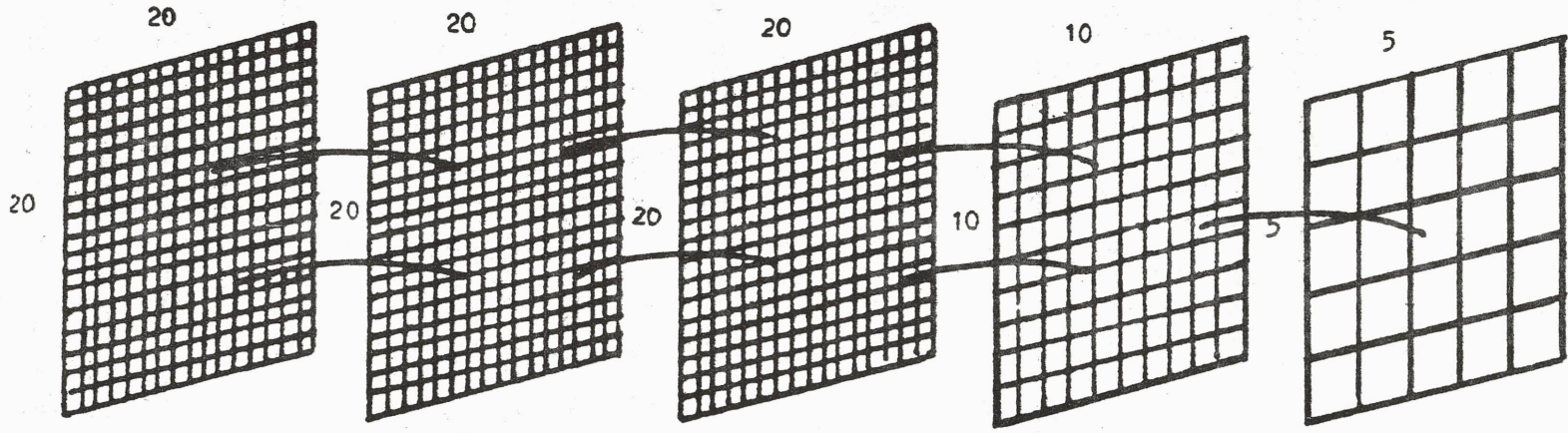
شكل (٢)

النمو يحدث في منطقة ارتباط

B مع C

يتكون الحساس كما يوضح الشكل (٣) من مجموعه الطبقات (Layers) المتعاقبه تسمى الاولى منها شبكيه (Retina) النموذج والطبقه الاخيره طبقه الارجاع او القرار (Response Layer) كما تسمى الطبقات الوسطيه الطبقات التجميعيه (Associative Layers) كل طبقه تتكون من مجموعه من الخلايا التي لها نشاط او تهيج نمثله بقيمه عدديه من الفتره (x: 0 x 1) = (1 , 0) . تتصل خلايا اية طبقه مع خلايا الطبقه اللاحقه بعدد من الارتباطات (connections) تنتقل بواسطتها نشاطات وتهيجات خلايا الطبقات الى الطبقات اللاحقه . لكل ارتباط من هذه الارتباطات قدره في نقل التهيج النيروني نمثلها بقيمة عدديه من الفتره العدديه (1 , 0) ايضا . شكل (٣) .

الانموذج المقترح



شكل (٣)

وتختلف الحساسات بعضها عن البعض الاخر بطرائق التمثيل العددى لنشاطات الخلايا وقدرات ارتباطاتها في نقل المعلومات (7 , 6 , 5 , 2) . كما وتعتبر داله تجميع المعلومات في كل خليه من الخلايا من العوامل الاساسيه المهمه في قدرات الحساسات وامكانية تقييم قدرتها في تنفيذ عمليات التمييز والتعليم (5) .

٣.١ النموذج المقترح

يقترح هذا البحث نموذج لحساس كما موضح في الشكل (٣) يتكون من خمسة طبقات وكما يلى :-

١- تتكون كل طبقه من الطبقات الثلاثه الاولى من 400 خليه وعلى شكل مصفوفه 20 x 20

٢- الطبقه الرابعه تتكون من 100 خليه كمصفوفه 10 x10

٣- طبقه الارجاع تتكون من 5x5 = 25 خليه .

تعريف (١)

فى كل طبقه من طبقات النموذج نعرف نشاط الخلايا بالداله (1 , 0) $f : x \longrightarrow$

حيث $f(x)$ القيمه العدديه العشريه التي تمثل مقدار هياج ونشاط الخليه x فى الطبقه X . عندما يكون $f(x) = 0$ تكون الخليه x خامله وعندما $f(x) = 1$ تكون الخليه x نشطه جدا .

تعريف (٢)

لكل خليه x من الطبقه X ولكل خليه y من الطبقه اللاحقه لها Y نعرف قيمه ارتباط (x ، y) كعدد عشوى من الفتره (0 , 1) بالداله .

$$c : X \times Y \longrightarrow (0, 1)$$

بعد حدوث نشاط او تهيج في خلايا الطبقه X تقوم الارتباطات بنقل تلك النشاطات الى خليه في الطبقه اللاحقه Y ويكون حساب تهيج خلايا الطبقه Y بواسطة داله افتراضيه تسمى داله التجميع . وتختلف الحساسات بعضها عن البعض الاخر بهذه الداله . لاشتقاق داله التجميع للنموذج المقترح نستعين بالشكل (٤) ونفرض ان x_1 ، x_2 خليتان من الطبقة X ترتبطان بالخليه y من الطبقه اللاحقه Y .
نفرض ان نشاط الخليتين x_1 ، x_2 على التوالى $f(x_1)$ ، $f(x_2)$.

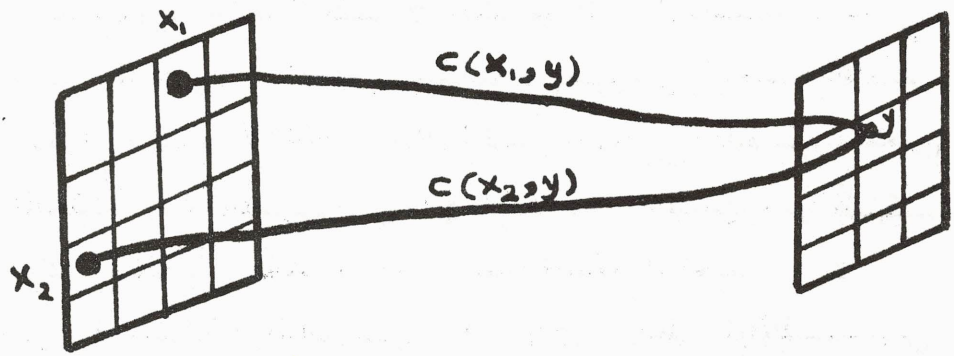
نفرض $a = f(x_1) * c(x_1, y)$, $b = f(x_2) * c(x_2, y)$

نعرف ونحسب نشاط الخليه y بالقانون التالي :

$$g(y) = a + b - a * b$$
$$= 1 - (1 - a - b + a * b)$$
$$= 1 - (1 - a) * (1 - b)$$
$$= 1 - [1 - f(x_1) * c(x_1, y)] [1 - f(x_2) * c(x_2, y)]$$

نفرض x_1 ، x_2 ، ..... ، x_n خلايا من الطبقه X ، ترتبط بالخليه y من الطبقه Y . نعرف نشاط او تهيج الخليه y كما يلي :

$$g(y) = 1 - [1 - f(x_1) * c(x_1, y)] * \ldots * [1 - f(x_n) * c(x_n, y)]$$



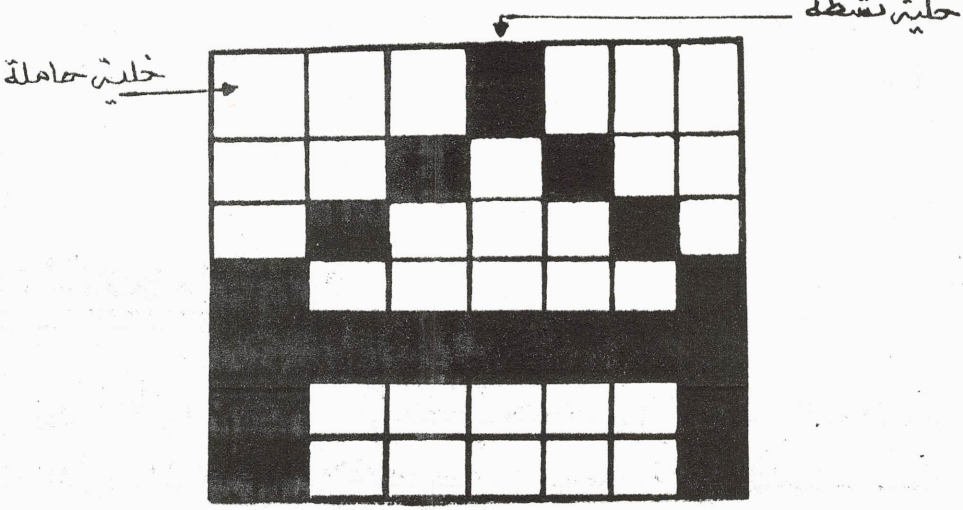
حساب دالة التجميع

شكل (٤)

٤. التمييز والتعلم

يولد الانسان مزودا بالوراثه بمجموعه من القدرات والمفاهيم التي تكون مخزونه بأرتباطاته العصبيه . ونتيجه لتأثره بالمحيط يطور تلك الموروثات لبناء مجموعات اخرى من القدرات والمفاهيم وهذا يسمى بالتعلم (Learning) وبالنسبه للحساسات نفترض ابتداء ان الارتباطات الموجوده بين خلايا الحساس قد حصلت على نشاطات (موروثه) كقيم عدديه تمثل قدرتها في نقل تهيج الخلايا . ولتعليم الحساس على المفاهيم الجديده نعرض على شبكيه الحساس مجموعه من الصور المطلوب تمييزها كالارقام صوره بعد صوره . وعند استلام صوره من هذه الصور تتهيج بعض خلايا الطبقه الشبكيه بينما يبقى بعضها الاخر خاملا كما في الشكل (٥) . وعند اكتمال هياج خلايا الطبقه الشبكيه تنتقل تلك النشاطات والهياجات الى خلايا الطبقه التجميعيه الاولى فالثانيه فالثالثه ... وهكذا الى خلايا طبقه القرار . وبأستعمال داله التجميع (في البند ٣) نحسب نشاط وهياج خلايا الطبقات التجميعيه الاولى فالثانيه فالثالثه ثم خلايا طبقه القرار الخمس والعشرون .

بمعنى اخر يمثل الحساس ماكنه او داله تقوم بنقل اية صوره تسقط على شبكيته الى متجه (Vector) بياني يتكون من ٢٥ عدد حقيقي تمثل احداثياته في الفضاء الاقليدى R^{25}



صورة الحرف A على شبكية الحساس

شكل (٥)

عليه عندما تكون لدينا عشرة صور للارقام 9 ,.. ,2 , 1 , 0 يكون لدينا عشرة متجهات V_0,... ,V_8 , V_9 مخزونه وحيث كل متجه منها يتكون من ٢٥ عددا حقيقيا . نفرض ان هذه المتجهات :

$$V^i = (v^i_1 , v^i_2 , \dots , v^i_{25})$$

حيث $i = 0 , 1 , \dots , 8 , 9$

تسمى هذه المرحله مرحلة التعلم حيث بعد اسقاط اية صوره على شبكية الحساس نعطي للحساس اسم او رمز الصوره الساقطه كي يخزن ذلك الاسم مع متجهه الذى يتكون من ٢٥ عدد حقيقي .

أما مرحلة التمييز فتتم بأسقاط الصوره المراد تمييزها ومعرفتها على شبكية الحساس . وكما هو الحال مع مرحلة التعلم يحسب

الجهاز نشاطات الخلايا في الطبقات المتعاقبه حتى الخامسه بأستخدام داله التجميع في البند (٣) ليحصل على المتجه البياني الذى يمثل نشاط خلايا طبقه الارجاع . في طبقة الارجاع . نفرض ($U = (U_1 , U_2 , \dots , U_{25})$ المتجه المطلوب معرفته . نحسب المسافه الفيثاغوريه بين اعداد هذا المتجه واعداد كل متجه من المتجهات المخزونه التي تعلمها الحساس وكما يلي :

$$d_i = d(U, U^i) = \sqrt{\sum_{j=1}^{25} (U_j^i - U_j)^2}$$

نأخذ اسم الصوره المخزونه U^i التي تعطي اقل مسافه d مع الصوره الساقطه غير المعروفه U كجواب للتمييز .

٥ . برامج ونتائج

لغرض التحقق من ان النموذج المقترح يسلك السلوك المقترح تم كتابة ثلاثة برامج تحاكي (Simulate) تركيب وعمل الحساس . وهذه البرامج :

١ـ برنامج الولاده BIRTH

٢ـ برنامج التعلم LEARN

٣ـ برنامج التمييز RECOG

وقد استخدمت لغه فورتران FORTRAN في كتابة هذه البرامج على حاسبه جامعة البصره NEC - 800S وهذه البرامج موثقه تفصيليا في (10) .

٥ ـ ١ برنامج الولاده ـ BIRTH

مهمه هذا البرنامج ان يبدأ من العدم ويخلق ارتباطات بين خلايا الحساس ويجرى تنفيذه مره واحده في بدايه التجربه . وفي خلق هذه الارتباطات العدديه نستند على ما طرحه زيمان (1) في تبولوجيه الدماغ حيث برهن ان مفهوم تجاور النيرونات ليس تبولوجيا بمعنى المسافه وانما بمعنى الاثر على النيرونات اللاحقه كما يوضح شكل (٦) . ان هذا يعني ان الارتباطات العشوائيه هي الاساس في ترابط نيرونات الدماغ الانساني . وخوارزميه هذا البرنامج كما يلي :ـ

١ ـ نأخذ i = 1

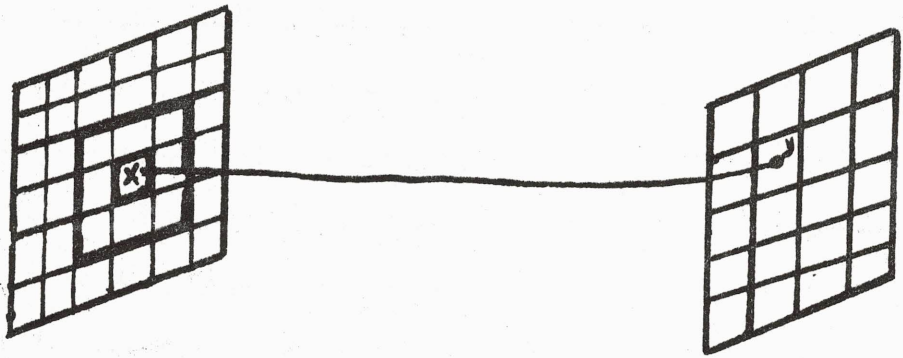
٢ـ نأخذ الطبقه (i)

٣ـ لكل خليه من الطبقه (i)

(٣ـ١) نستعمل داله لتوليد خمسه اعداد صحيحه عشوائيا لتمثل خمسة خلايا من الطبقه اللاحقه (i + 1) .

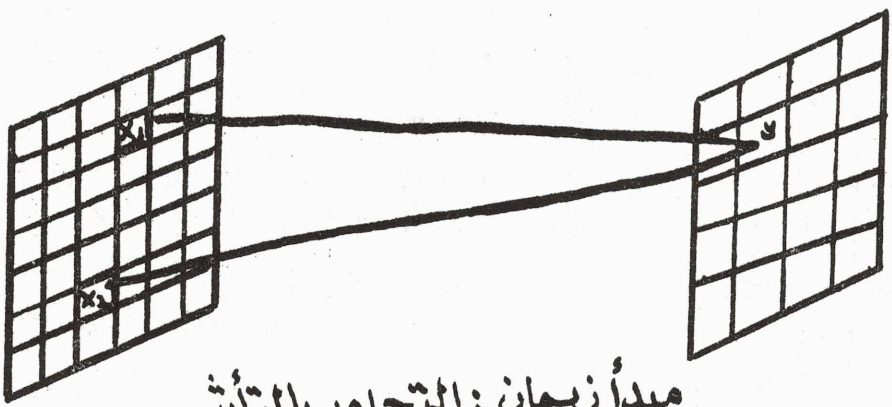
(٣ـ٢) نستعمل داله لتوليد خمسة اعداد حقيقيه لتمثل قيم أرتباطات الخليه من الطبقه (i) مع الخمسة خلايا من الطبقه اللاحقه (i + 1) .

٣ـ نضيف 1 الى (i) ونرى ان كان اقل من 5 لنبدأ من الخطوه الثانيه اعلاه .



التجاور التبولوجي

الخلية x ومجاوراتها الثمانية تؤثر في نشاط الخلية y



مبدأ زيمان : التجاور بالتأثير

الخلية x1 تجاور الخلية x2 لان نشاط أي منهما يؤدي لنشاط y

شكل (٦)

وقد استملنا الداله المكتبيه (X) RANDT لتوليد الاعداد العشوائيه في الفتره العدديه (0 , 1) .
بسبب الاختيار العشوائي للارتباطات احصينا خلايا الطبقات الثانيه والثالثه والرابعه والخامسه والتي ترتبط بخليه الطبقه التي قبلها بعدد صفر ، ١ ، ٢ ، ٠٠٠٠ ، ١٥ من الارتباطات . وقد حصلنا على الجدول التالي :

جدول بعدد خلايا طبقة ترتبط بخلية من طبقة لاحقة

الطبقه	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
١ – ٢	٣	١٢	٣٧	٥٣	٧٢	٦٢	٥٦	٤٢	٢١	١٨	٧	٣	٠		
٢ – ٣	٠	١٤	٢٩	٥٨	٦٢	٧٢	٦٢	٣٧	٢٥	١٧	٩	٢	٠	٠	٠
٣ – ٤	١٢٢	١٢٣	٩٤	٣٤	١١	٤	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٤ – ٥	٣٢	٢٢	٢٤	٦	١	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

من متابعه الجدول نلاحظ من الخلايا التي :

١ـ لا ترتبط بها اية خليه من خلايا طبقه سابقه وهي اذن خلايا يجب ان تضمحل . وهذا متطابق مع مفاهيم هب Hebb في اضمحلال الخلايا التي لا تنشط. (مجموع الخلايا السطرين ١ و ٢ اقل من ٤٠٠) .

٢ـ ترتبط بها خليه واحده (اذاً ستقوى مع الزمن حسب نظريه هب) لانها المصدر الوحيد للمعلومات . وهو ايضا متطابق مع مبدأ هب Hebb في التعلم .

٣ـ ترتبط بعدد من الخلايا ... اذ ستمثل نقطة الالتقاء لتجميع المعلومات المتفرقه من الخلايا المتباعده وهو مبدأ زيمان في التجاور التأثيرى وليس التبولوجي .

٥ـ٢ برنامج التعلم LEARN

وهذا البرنامج بسيط هو الاخر اذ يفترض وجود مصفوفه من الخلايا بأبعاد تناسب ما موجود في الشكل (٣) . ويبدأ لكل بأسقاط الصوره على شبكية الحساس ويقوم بحساب نشاط خلايا الطبقات المتقاربه بواسطة دالة التجميع . وهذا يكون بالتعاقب حتى الطبقه الخامسه فيحصل على خمسة وعشرين عدد حقيقي يخزنها مع اسم الصوره في متجه وخوارزميه البرنامج كما يلي :

١ـ نأخذ i = 1

٢ـ لكل خلية من خلايا مصفوفه الطبقه (i + 1) نأخذ خلايا مصفوفه الطبقه i التي ترتبط بها ونحسب

نشاط تلك الخليه في الطبقه (i +1) بدلاله نشاط الخلايا المرتبطه بها بأستعمال داله التهيج . (في البند ٣) .

٣- نضيف 1 الى i ونفحص ان كان اقل من 5 فنعين الخوارزميه من الخطوه ٢ اعلاه .

٤- نخزن نشاط خلايا مصفوفه الارجاع مع اسم ذلك الرمز او الصوره الداخله .

وفي الشكل (٧) حرف A وارقام خلايا الطبقه الخامسه مع قيمه تهيجها مرتبه بطريقه تنازليه حسب نشاطها .

٥-٣ برنامج التمييز RECOG

يعمل برنامج التمييز بذات الخوارزميه التي يعمل عليها برنامج التعلم في احتساب المتجه البياني المتكون من خمسة وعشرين عددا حقيقيا لايه صوره ساقطه على شبكية الحساس . ثم يحسب داله المسافه الفيثاغوريه بين متجة الصوره الساقطه المطلوب تمييزها مع كل متجه تعلمه الحساس. وبمقارنه تلك القياسات مع بعضها يأخذ البرنامج اسم المتجه المخزون الذى يعطي اقل مسافه عدديه عن قيد الصوره الداخله كاسم مرشح للتمييز . ومن بعض التجارب التي تم تنفيذها على الحساس قدمنا :

اولا

ـــ صور للحروف التي سبق للحساس وان تعلمها في مرحلة التعلم وكانت نتيجه التمييز وكما متوقع ١٠٠٪ .

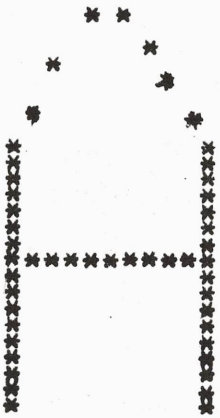
ثانيا
ـــ ادخلنا بعض التشويهات (Noise) على الحروف التي تعلمها الحساس وكانت النتيجه ١٠٠٪ للصور التي وصل التشويه في بعضها الى ٣٠٪ . وتعتبر هذه النتيجه مشجعه بالنسبه لقدرة الحساس في تمييز الرموز المطبوعه حيث قد يحدث التشويه فيها بسبب حبر الشريط الطباعي او الضوب غير المنتظم لعتلات الطابعه .

ثالثا
ـــ قمنا بتزحيف (Displace) الحروف عن اماكنها بمسافات قليله فكانت النتائج غير مشجعه ... ومنها استنتجنا ان الجهاز غير قادر على التعرف (الجيد) على الحروف الزاحفه عن اماكنها . وهذه ليست من المساوئ أذ يمكن وضع الرموز في موقع ثابت ومحدود باستخدام طريقه التطبيع (Normalization) (٩) .

رابعا
ـــ جربنا ايضا حروف بأحجام تختلف عن الحروف التي تعلمها الجهاز فكانت النتائج غير مشجعه هي الاخرى . وطبعا فأن مسأله تطبيع الحروف المشار اليها في (٩) تعيد الحروف الى حجمها وموقعها الطبيعي المطلوب .

٦ـ الخلاصـــــه

يهـدف البحث بشـكل اسـاسي للتحقـــق من مقولـه زيمـان حـول الارتباطـات العصبيـه في الشـبكـات الاصطناعيـه وانهـا تأثيريـه غير تبولوجيـه • وقد اسـتطـــاع النمـوذج المقتـرح اداء عملية تمييـز الحـروف الثابتـه الاشـكا ل (اى احـرف الطابعـات وما شـابههـا) مع احتمال وجـــود بعض التشويهـات (Noise) الطباعيـه الى درجـــة معقولـه • فأذن اسـتنتجنـا ان الربـط والفرضيـات المتعلقـة بعمـل الجهاز قد اعطـت السـلوك المرغـوب في عمليـة تمييـز الاشـكال • ومع ذلك لم يسـتطع النمـوذج تمييـز الرمـــوز الزاحفـه او ذات الاحجـام المختلفـه وهذا متوقـع لان ارتباطات الجهاز عشـوائيـه غير تبولوجيـه • والتطبيـع يقـرب تلـــك الاشـكال الى الصيـغ الثابتـه التي تعلمها الحســـاس • لم نناقـش في البحـث مسـالة التعلـم كمـا وضعهـا هـــب H e b b وانما تمـت معالجتهـا في البحـث بأبسـط اشـكالها وسـتكون موضـوع بحـث لاحـق • كما لـم يناقـش البحـــث تمييـز الرموز المكتوبـه باليـــد (Hand - Written) •



THE ORDERED ACTIVITION VALUE

22	14	24	23	19
11	21	0	1	0
20	10	9	4	17
3	16	5	25	18
13	2	15	7	12

THE RESPONSE LAYER CELLS ORDERED IN VALUE

.6453	.7990	.7811	.7417	.6886
.6653	.6557	.6273	.6043	.5835
.5796	.5774	.5568	.5509	.5280
.5258	4796	.4782	.4141	
.4119	.4084	.3938	.3019	.2074

شکل (۷)

1. Zeeman, E.C.(1962) "The topology of the Brain and visual perception" in topology of 3 manifolds, (Ed.M.K.Fort). Englwood Cliffs. N.J.Prentice-Hall.

2. Rosenbiatt, R.(1958), "The perceptron: A probabillstic model for information storge and organization in the Brain "Psycholoical Reviews, Vol.65, PP. 386 - 407.

3. Rosenblatt, R.(1962), "Principles of Neurodynamics: Prceptrons and theory of Brain mechanism" Washington D.C.,: Spartan Books.

4. McCuloch, W.S. and Pitts (1943), "A logical Calculus of the Ideas Immanent in Neruons Activity" Bult Math. Biophs. Vol.5, PP. 115.

5. Block, H.D. (1962), "The perceptron: A Model for Brain Functioning I, Revs. of Modern Phys. Vol. 34, No.1, PP.123-135.

6. Anderson, J.A. (1983), "Cognitive and Psychological computation with Neural Models "The transations on systems, Man, and Cybernetics Vol. SMC-13, No. 5, PP. 799-804.

7. Minisky, M. and Papert, S. (1969) "Perceptrons" MIT Press, Camb.

8. Fukushima, K. (1980), "Neocognitron: A synthesis Neural Network model for amechanism of pattern recognition unaffected by shift in position" Biological cybernetics, Vol. 36, No.4, PP. 193-201.

9. Ullmann, J.R. (1973), "pattern recognition techniques "Butterworths, London.

١٠ ـ ماجدة علي عبيد " أنموذج حساس يقوم بعمليات التمييز والتعلم " اطروحة ماجستير / قسم الرياضيات / كلية العلوم / جامعة البصرة .