Use Artificial Neural Network Neococcontron in Distinguishing Handwritten Arabic Numerals

Laheeb Mohammad Ibrahim **Hanan H. Ali**
College of Computer Sciences and Mathematics
University of Mosul, Iraq

Received on: 21/09/2008 **Accepted on: 04/12/2008**

ABSTRACT

Artificial Neural Networks have wide applications now a day, Among these are in the field of pattern recognition and image processing. This is due to the fact that it has a good performance and advanced mathematical computation power particularly its flexible adaptation to parallelism technique. That is why this research is conducted for the recognition of hand written Arabic numbers (0 - 9). Recognition artificial neural network is simulated the human eye for tracking the property of entered image (Feature extractor).

The systems examined on samples of Arabic numbers its performance was found to be balanced in spite of the variations in position and direction of the recognized number.

Keywords: Artificial Neural Networks, pattern recognition, Neococcontron Artificial Neural Networks.

استخدام الشبكة العصبية الاصطناعية نيوكوكنترون في تمييز الارقام العربية المكتوبة يدوياً

لهيب محمد ابراهيم **حنان حامد الدليمي**
كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٨/09/٢١ **تاريخ قبول البحث: 04/١٢/٢٠٠٨**

الملخص

ان الشبكات العصبية الاصطناعية ذات استخدامات واسعة جدا" في تمييز الأنماط ومعالجة الصور وذلك لما تقدمه من كفاءة عالية في العمليات الحسابية وأسلوب عملها المتوازي لذلك تم في هذا البحث تصميم منظومة تمييز صورية للأرقام العربية (0_9) المكتوبة يدوياً وباستخدام النموذج العصبي الاصطناعي النيوكوكنترون (Neocognitron) وذلك بعمل محاكاة للعين البشرية، اذ تقوم هذه الشبكة بمرحلة اقتباس خواص الصورة المدخّلة دون الحاجة إلى إجراء أي عمليات معالجة أولية عليها ثم مرحلة إظهار شفرة تمييز خاصة بالصورة المدخّلة .

اختُبر النظام على نماذج صورية للأرقام العربية وكان أداء النظام متوازناً بالرغم من التغير في موقع الرقم المراد تصنيفه ودورانه وكانت نسبة التمييز جيدة.

الكلمات المفتاحيه: الشبكات العصبيه الاصطناعيه، تمييز الانماط، الشبكه العصبيه الاصطناعيه نيوكونكترون

1 – المقدمة

لقد بدأ الاهتمام بحقل تمييز الأنماط منذ حقبة طويلة وأول حالة تمييز مسجلة عام (1929) تم الحصول عليها بواسطة العالم الألماني Tauschech ، اذ استخدم طريقة مطابقة القوالب(Template Matching) والتي اعتمد فيها على فكرة بسيطة من خلال مرور الضوء اذ يستخدم كاشف ضوئي للحصول على أقنعة (Masks) معينة، وعندما يكون هناك تطابق كامل للحرف عندها لا يوجد ضوء يمر خلال القناع (mask) وبالتالي لا يصل ضوء للكاشف الضوئي، استمر العمل بهذه الفكرة لاكثر من (70) سنة، تبع هذه الطريقة فيما بعد طريقتين أخرتين في التمييز هما تحليل الهياكل (Structural Analysis) وطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية(ANN) وبشكل عام تم استخدام طريقة مطابقة القوالب في تمييز الصور المتمثلة في تمييز الحروف المطبوعة بينما تم استخدام

طريقة تحليل الهياكل والشبكات العصبية الاصطناعية في تمييز الصور المتمثلة بالحروف المكتوبة يدويا". [2] [3]

ان غالبية الأساليب المتبعة في عملية تمييز الصور تعمل على مبدأ اقتباس أولي لخواص الصورة المدخلة ثم يتم بعدها تصنيف هذه الخواص لتوليد شفرة خاصة لصورة معينة، ان الغاية الأساس من مرحلة اقتباس الخواص(Feature Extractor) هو أيجاد علامات للصورة ذات صفة عمومية يمكن من خلالها وصف الصورة، أي يمكن وصف الصورة بعدد محدد من العلامات وعلى أساس هذه الصفات العامة يمكن تصنيف عدد كبير من الصور.

بعض الباحثين استخدموا طريقة تكوين الفضاء الوهمي [3] لإيجاد الصفات الأساسية للصورة ثم تصنيف الصور على أساس تجميع ما تحمله من صفات مخزونة كنقاط في ذلك الفضاء ومن ثم إعطاء شفرات خاصة بنوع تلك الصور، اما مجموعة أخرى من الباحثين فقد أفادوا من الكفاءة التي أظهرتها الشبكات العصبية الاصطناعية في معالجتها للمعلومات ووظفوا هذه الكفاءة في مجال معالجة الصور اذ تم استخدام الشبكات العصبية كمصنف للمعلومات ومنها الصور وذلك بعد استخدام إحدى طرق اقتباس الخواص للحصول على صفات الصورة ومنها استخدام مرشح كابور (Gabor Filter) [8] او استخدام حيز التردد (Frequency Domain) [4] او استخدام تحويل الموجة (Wavelet).

هذه الطرق السابقة هي طرق هجينه تستخدم مع الشبكات العصبية الاصطناعية اذ يتم بهذه الطرق الحصول على خواص الصور ثم تدخل على الشبكات العصبية الاصطناعية لتصنيفها على أساس تكوين شفرة خاصة لكل صورة بعد تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية. بعد ذلك تم تطوير بعض النماذج للشبكات العصبية الاصطناعية لتكون متكاملة من ناحية اقتباس الخواص ومن ثم تصنيف هذه الخواص ومنها شبكة النيوكوكنترون اذ أول من طبق هذه الشبكة بشكل عملي هو مصممها العالم الياباني فوكوشيما ويتم التعرف بواسطتها على الحروف المكتوبة يدويا" والأرقام العربية(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) وهدف الشبكة هو جعل استجابتها غير حساسة للاختلاف في موضع او نمط الكتابة للأرقام .[2][7]

2- هدف البحث

ان عملية تمييز الصور تعد عملية غاية في الصعوبة اذ تكون هذه العملية متأثرة باحتمالية إزاحة الصورة عن موقعها او حدوث دوران بسيط للصورة نتيجة اخذ صورة جانبية لذلك فغالبية أنظمة التمييز تحاول حل هذه المشاكل بأن تكّون قاعدة بيانات كبيرة بحيث تشمل غالبية الاحتمالات التي قد تكون عليها وضعية الصورة المراد تمييزها، ولكن هذا الأسلوب يأخذ الكثير من الوقت ومساحة خزنية كبيرة لذلك تم استخدام أسلوب أخر في هذا البحث وهو استخدام شبكة النيوكوكنترون (Neocognitron Artificial neural Network) وذلك من خلال محاكاة الخلية البايولوجية العاملة في عين الإنسان. ان استخدام شبكة النيوكوكنترون(Neocognitron) التي تمثل شبكة عصبية اصطناعية لتعمل كنظام تمييز صوري لتمييز الصور الداخلة اليها التي تمثل شكل ارقام ليتم تصنيفها حيث يتم التعرف على الصفات الاولية للصورة المدّخلة الى الشبكة ذات الطبقات المتعددة وبعدها يتم إعطاء شفرة خاصة للصورة المدّخلة وبذلك يتم تصنيفها، اذ ان النيوكوكنترون تمتلك من الصفات ما يمّكن الباحثين من تنفيذها عمليا" كمنظومة تمييز متكاملة ومن اهم هذه الصفات هي إمكانية تطبيق الصورة المراد تمييزها مباشرة" لذلك فالهدف من هذا البحث هو تصميم نظام تمييز صوري بالإفادة من مميزات علم الشبكات العصبية الاصطناعية واستخدمت شبكة النيوكوكنترون لأنها قادرة على التمييز الصوري بين صور تنتمي لأصناف مختلفة،

وقدرة هذه الشبكة على تصنيف اكبر عدد ممكن من الصور إلى الصنف الذي تنتمي إليه بشكل صحيح حتى إذا ما ظهرت هذه الصور بظروف صورية مختلفة عن النماذج الأصلية، لذلك تم التركيز على عامل مهم هو اختيار شبكة عصبية اصطناعية مناسبة التي تكون قادرة على التدرب على الصور الأصلية فقط دون الحاجة الى استخدام صور ذات إزاحة صغيرة عن الصورة الأصلية او تغيير في حجم الصورة اذ تكون هذه الشبكة قادرة على التغلب على اغلب المشاكل آنفة الذكر اذ تمتلك هذه الشبكة صفة التغذية الأمامية (feed forward) وهي ذات طبقات متعددة يجعلها تمتلك إمكانية عالية في التصنيف لذلك تستخدم بشكل واسع في تمييز الصور والكتابة اليدوية، أي ان شبكة النيوكوكنترون حاملة لعدة صفات منها عدم التأثر بدوران الصورة، عدم التأثر بالإزاحة البسيطة للصورة، عدم التأثر بالتغيرات على الإضاءة، عدم التأثر الكبير بالتشويه في الصورة الحاصل نتيجة حركة الجسم أثناء اخذ الصورة.[11][13]

3- الشبكة العصبية الاصطناعية النيوكوكنترون

تعرف الشبكات العصبية على انها العلم الذي يهتم بدراسة الأساليب الرياضية التي يمكن صياغتها بالاعتماد على المحاكاة للخلايا البايولوجية في الكائنات الحية ، اذ تتميز الخلايا العصبية بالسرعة العالية في معالجة البيانات كما تتميز بقدرتها على التعلم والتعامل مع أنماط مختلفة من البيانات التي قد يكون جزء منها خاطئا مما جعلها مناسبة لكثير من التطبيقات مثل تمييز الصور والكلام ، معالجة الإشارة، تمييز الصوت ...الخ. الشبكات العصبية الاصطناعية عبارة عن هيكل ذو بناء متوازي المعلومات، يتكون هذا الهيكل من وحدات معالجة تقوم بمعالجة المعلومات وتدعى بالعصبونات او عناصر الحساب، وتمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط ، وكل خلية عصبية تمثل ذاكرة محلية (Local Memory) كما يرفق كل خط ربط بوزن(Weight) عددي معين يضرب مع الاشارات الداخلة للعصبون ثم يطبق على كل عصبون دالة تفعيل (Activation Function) على دخل الشبكة الذي يمثل مجموع اشارات الدخل الموزونة ليتم تحديد اشارة الخرج الناجمة عنه [5][6] .

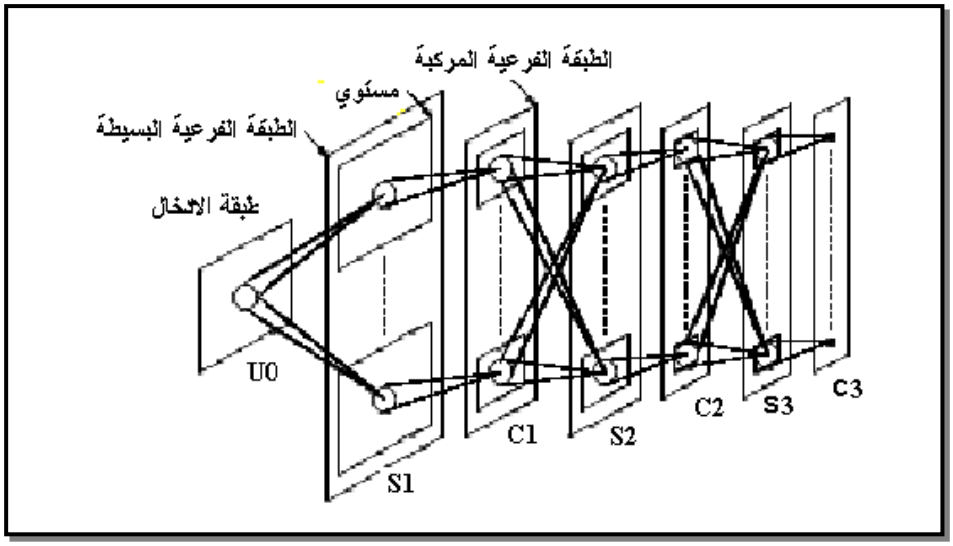
تعد شبكة النيوكوكنترون تطويرلشبكة بدائية اطلق عليها اسم "Cognitron" وهي نوع من شبكات التنظيم الذاتي، اذ أول من استخدم هذا النوع من الشبكات وكما تقدم هو العالم الياباني فوكوشيما عام (1975) وتعد هذه الشبكات مثالا" للشبكة الهرمية التي تتكون من طبقات عدة وباتصالات محلية متفرقة ما بين الطبقات، وفي عام (1983) طورت شبكة النيوكوكنترون ذات التدريب الموجه عن الشبكة الاصلية الـ"Cognitron" ، [2][7][10] اذ تتألف البنية الهندسية لشبكة النيوكوكنترون من اربع طبقات زوجية اضافة" الى طبقة الدخل (U0) ويرمز لهذه الطبقات بـ U1(S1,C1),U2(S2,C2),U3(S3,C3),U4(S4,C4) اذ تنقسم كل طبقة الى طبقتين فرعيتين الطبقة الفرعية البسيطة S تتبعها الطبقة الفرعية المركبة C وتترتب الوحدات في كل طبقة وفق مصفوفات مربعة اذ يتم تدريب المصفوفات في (S) للاستجابة لعينة خاصة او مجموعة من العينات . اما الطبقة (C) فتقوم بتجميع النتائج الخاصة بها من العلاقة التي تربطها مع مصفوفات الطبقة (S) السابقة لها وبشكل آني يتم التقليل من عدد الوحدات في كل مصفوفة الى ان نصل الى طبقة الاخراج (Output Layer) اذ يؤخذ الاخراج من الطبقة C4 ،لاحظ الشكل (1). ان شبكة النيوكوكنترون تعد من الشبكات المتعددة الطبقات وذات تغذية امامية كما انها تدرب باستخدام موجه.[2][7][9][10][13]

3-1 تصميم شبكة النيوكونترون

ان تصميم شبكة النيوكونترون مكون من طبقة الدخل (Input Layer) اذ يتم ترتيب طبقة الدخل وفق مصفوفة مربعة مكونة من (19x19) عنصر والطبقة الاولى (S1) التي بعد طبقة الدخل تتكون من (12) مصفوفة كل واحدة من هذه المصفوفات مكونة من (19x19) وحدة يليها وفي نفس الطبقة النوع الثاني من الخلايا أي طبقة الخلايا المركبة (C1) حيث تتكون من (8) مصفوفات حجم الواحدة منها (11x11) ،وبشكل عام يتقلص حجم المصفوفات كلما تقدمنا نحو طبقة الإخراج ، لاحظ الشكل (1). [9][11][12]

اما الطبقة الثانية بطبقتيها الفرعيتين البسيطة والمركبة (S2,C2) تتكون من المصفوفات التالية، في S2 يوجد (38) مصفوفة ذات حجم (11x11) اما C2 فتتكون من (22) مصفوفة ذات حجم (11x11) ، اما الطبقة الثالثة (S3,C3) فتتكون الطبقة الفرعية البسيطة فيها من (32) مصفوفة بحجم (7x7) اما الطبقة الفرعية المركبة فتتكون من (30) مصفوفة ذات حجم (7x7) واخيرا" الطبقة الرابعة (S4,C4) تتكون الطبقة الفرعية البسيطة فيها من (16) مصفوفة ذات حجم (3x3) اما الطبقة الفرعية المركبة والتي تمثل طبقة الاخراج تتكون من عشر خلايا ، لاحظ الشكل (1) .

في الحقيقة تستقبل كل وحدة في المصفوفات التابعة للطبقة الفرعية المركبة (C1) من الطبقة الاولى اشاراتها من وحدات من الطبقة السابقة لها وهي الطبقة الفرعية البسيطة في الطبقة الاولى(S1) وحسب حجم حقل الرؤيا، ولكن بما ان عدد المصفوفات مختلف ما بين الطبقتين اذ تتكون S1 من (12) مصفوفة في حين C1 تتكون من (8) مصفوفات لذلك يجب اختصار اربع مصفوفات من S1 لتكوين C1 وكما في الجدول (1). [9][11][12]



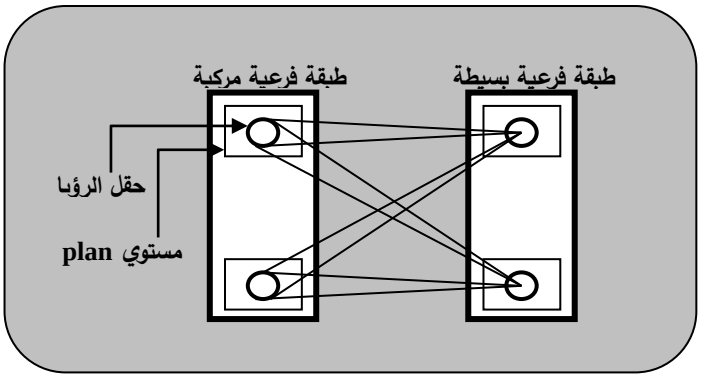
الشكل (1) تصميم شبكة نيوكونترون

الجدول (1) الترابطات القادمة من S1 الى C1

S1(1)	→	**C1(1)**
S1(2),s1(3)	→	**C1(2)**
S1(4)	→	**C1(3)**
S1(5),s1(6)	→	**C1(4)**

S1(7)	→	**C1(5)**
S1(8),s1(9)	→	**C1(6)**
S1(10)	→	**C1(7)**
S1(11),s1(12)	→	**C1(8)**

ان جميع ما تقدم كان يمثل الارتباطات القادمة من الطبقة الفرعية البسيطة (S) الى الطبقة الفرعية المركبة (C) لجميع الطبقات أما الارتباطات القادمة من (C) الى (S) مثلا" من (C1) الى (S2) أي من الطبقة الفرعية المركبة من الطبقة الأولى الى الطبقة الفرعية البسيطة من الطبقة الثانية فأن الارتباطات للوحدة الواحدة في المصفوفة الواحدة تأتي من جميع مصفوفات الطبقة الفرعية المركبة وحسب حقل الرؤيا، لاحظ الشكل (2) .



الشكل (2) ارتباطات طبقة فرعية مركبة الى طبقة فرعية بسيطة

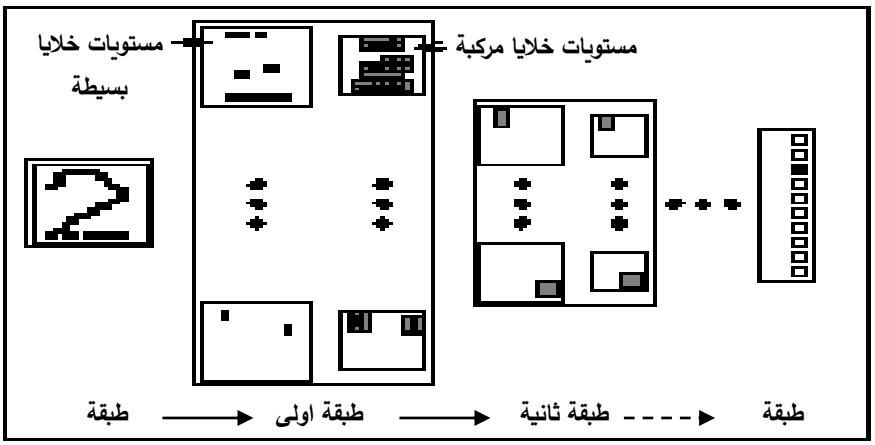
3-2 حقل الرؤيا

ان حقل الرؤيا (Receptive Field) يطلق عليه أيضا" مجال الإدخال او نافذة الإدخال (Input Window) ، ويكون في الطبقة الأولى اقل من الطبقة التي تليه، اذ ان حقل الرؤيا يتحدد اما (3x3) او (5x5) ومن ملاحظتنا لهيكل الشبكة الشكل (1) فأن حجم المصفوفات يقل كلما اقتربنا من طبقة الإخراج ، وبمعنى أخر ان مجال الإدخال يأخذ مساحة اكبر من حجم المصفوفة وهذا يفسر ان كل خلية في طبقة الإدخال الأولى والتي تمثل الصورة الأولية سوف تؤثر بشكل او بأخر على تحفيز أي خلية ضمن طبقة الإخراج .[9][11]

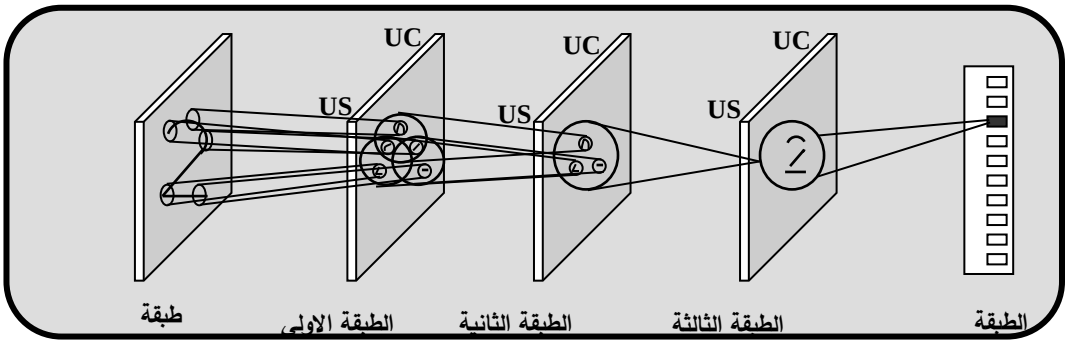
3-3 آلية عمل النيوكوكنترون في تمييز صور الأرقام العربية

سيتم تطبيق عمل النيوكوكنترون على تمييز صور الأرقام العربية (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) اذ يتم تطبيق الكتل الصورية المتمثلة بالأرقام على طبقة من الشبكة لتدريب تلك الطبقة على الخواص الموجودة في تلك الصورة، وبذلك وبعد الانتهاء من عملية التدريب تكون الطبقة قد تعرفت على الصفات المميزة التي تتكون منها الأرقام وهي الأكثر أهمية، أي ان كل خلية من خلايا الطبقة ستحمل صفة معينة . في الحقيقة يوجد عدة مستويات في كل طبقة وكل مستو مكون من عدد متساوي من الخلايا، كل خلية في المستوي الواحد يكون لها أوزان (Weights) هذه الأوزان هي ذاتها للخلية الأخرى في المستوي ذاته وذلك لكي يتم تمييز الصفة او الخاصية ذاتها اذا ما وردت في مكان او زاوية أخرى من الصورة أي ان كل مستو مخصص لكشف صفة معينة عند ظهورها في أي موقع من الصورة.ولفهم آلية عمل الشبكة سنأخذ مثالا" وليكن صورة الرقم العربي'2' ليتم تمثيله على الشبكة لاحظ الشكل (3)

سيتم إدخال الرقم من طبقة الإدخال (Input Layer) الى الطبقة الأولى المتمثلة بالطبقة الفرعية البسيطة والمركبة (S1,C1) اذ يتم هنا اقتباس الصفات الأولية للصورة وبما انه يوجد عدة مستويات فأن كل مستوي سيكشف صفة معينة فمثلا" المستوي الأول للطبقة الفرعية البسيطة S1 سيتم اقتباس الجزء العلوي من الرقم وهو ( ) وذلك لان الخلية التي في الجزء العلوي ستقتبس هذه الصفة وكما في الشكل(4).



الشكل (3) الهيكل العام لشبكة النيوكوكنترون لكشف الرقم " 2 "

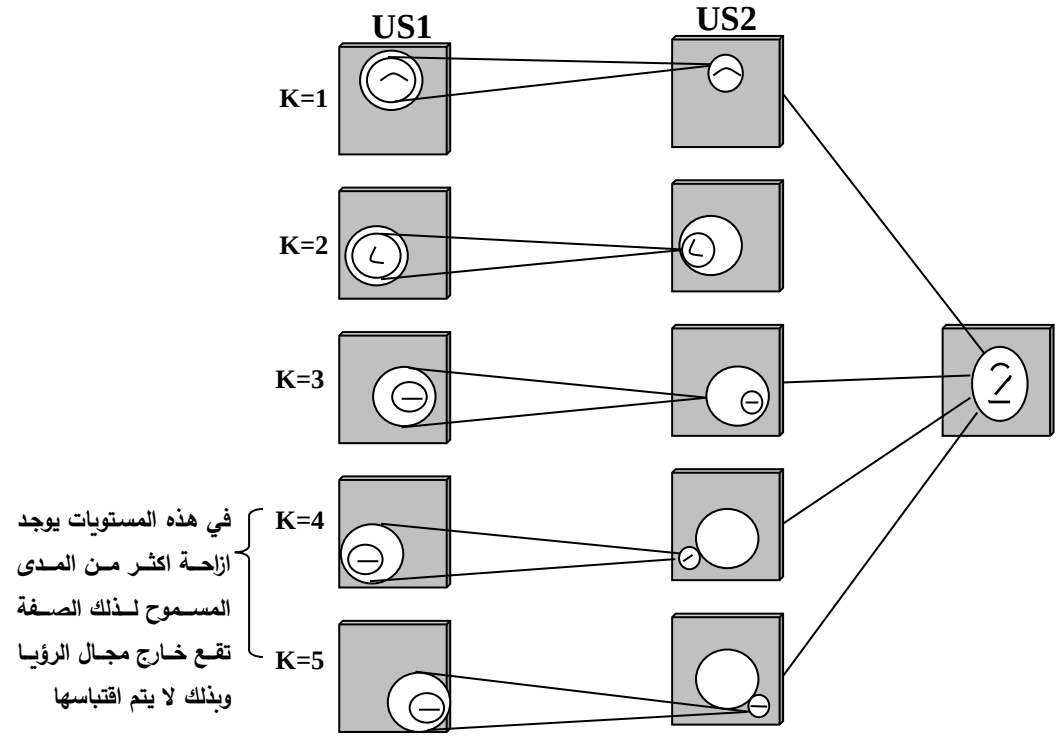


الشكل (4) عمل النيوكوكنترون

ثم المستوي الثاني يأخذ صفة اخرى ( ) والمستوي الثالث يأ خذ الصفة ( ) وهكذا مع ملاحظة انه اذا ما كانت الصورة فيها إزاحة اكثر من المدى المسموح أي ستقع خارج مجال الرؤيا والمتمثل هنا في هذا الجزء من الطبقة بـ (3x3) ، عند ذلك سيتم إعطاء صفات مختلفة عن الصورة الأصلية كما في بعض مستويات الشكل (5).

اما الخلايا المركبة في C1 فسيكون الإدخال لها متمثلا" بالإخراج القادم من الخلية البسيطة S1 وفقط التي تقع ضمن حيز مجال الرؤيا وهي هنا (5x5) فأذا ما تحفزت إحدى خلايا الطبقة البسيطة فسوف تتحفز الخلية المقابلة في الطبقة المركبة أي ستستجيب لذات الصفة اذا ما ظهرت في مجال الرؤيا لها أي مجال الإدخال، ثم تأتي الطبقة الثانية متمثلة بالخلايا البسيطة والمركبة (S2,C2) وعلى ذات المبدأ ستعمل كما عملت الطبقة السابقة لها أي الأولى اذ سيكون الإدخال لهذه الطبقة يمثل إخراج الطبقة الأولى ولكن هنا ستكون الصفات التي يتم كشفها تكون اكثر تعقيدا" من الصفات المكتشفة في الطبقة السابقة كأن تكون ( ) وبنفس الأسلوب يتم تدريب الطبقة الثالثة ايضا" والتي تكون قادرة على كشف الصفات المعقدة مثلا" ( ) وهكذا الى ان يتم تمييز الرقم (2) بأكمله

في ما لو ظهر في أي موقع ضمن الإدخال وبذلك تخرج النتيجة ضمن الطبقة الرابعة والتي يكون كل مستوي فيها عبارة عن خلية واحدة تتحفز لتظهر نتيجة التمييز، لاحظ الشكل (4) .



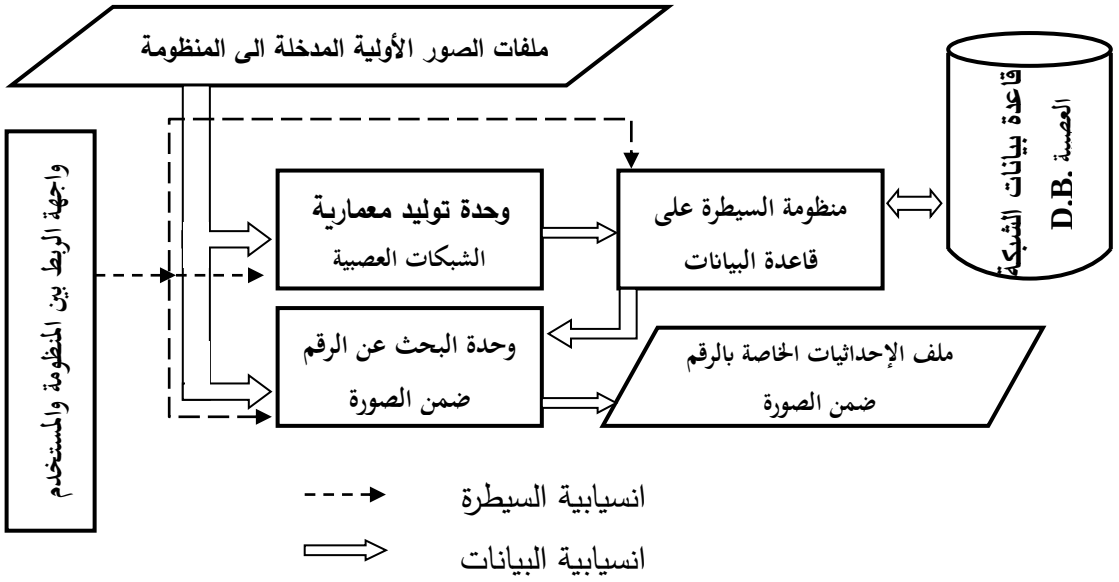
الشكل (5) عمل النيوكوكنترون ضمن وخارج المدى

4- هيكلية بناء نظام التمييز باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية

عند بناء نظام يقوم بعملية تمييز صوري باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية عليه ان يأخذ بنظر الاعتبار تكوين الشبكة العصبية الاصطناعية ولكن أي نظام عليه ان ينجز او يحقق العمليات التالية: لاحظ الشكل (6)

1- يجب ان يحتوي على عدد من النماذج (samples) للصور التي يمكن ان تحمل او تقارن معها من معمارية قاعدة بيانات (data base) منجزة سابقاً إضافة" إلى الأوزان التابعة لهذه النماذج.

2- المعلومات المطلوبة عن معمارية الشبكة العصبية في قاعدة البيانات يجب ان تتضمن معلومات عن حقل الرؤيا للطبقة كما يتضمن خزن قيم الأوزان الخاصة بالوحدات خصوصاً الطبقات s لأنها هي التي تتدرب وبالتالي تتعلم.



الشكل (6) هيكلية نظام برمجي للتمييز

5- التطبيق العملي والنتائج

ان عملية تعليم شبكة النيوكوكنترون تمر بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: اختيار أرقام عشوائية صغيرة لاوزان الارتباط Wi,j بواسطة دالة تولد الأرقام العشوائية.

الخطوة الثانية: تحديد زوج التدريب من متجه الإدخال (input vector) ومتجه الإخراج المتوقع (Target vector).

الخطوة الثالثة: يتم حساب إخراج الوحدات في الطبقة الفرعية البسيطة S (Simple cells) من الطبقة الواحدة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$x = \frac{1+e}{1+h} - 1$$

$$e = \sum_i c_i . w_i$$

$$h = v . w_o$$

e: تمثل مجموع الإدخالات بعد ضربها بأوزانها، h الإدخال الكبحي الوحيد الموجب للخلية[1]

Ci : الخرج القادم من الوحدة (C) من complex Layer، Wi: الوزن القابل للتعديل والقادم من الوحدة (C) إلى الوحدة S، V: الخرج القادم من الوحدة V التي تمثل الإدخال الكبحي، Wo: الوزن القابل للتعديل والقادم من الخلية الكبحية إلى S.

ثم يتم إدخال هذا الإخراج (X) على دالة التفعيل لتعطي إشارة الخرج للخلية (S) وفق العلاقة:

$$F(x) = \begin{cases} X & \text{if } x \geq o \\ o & \text{if } x < o \end{cases}$$

مع ملاحظة ان (Ci) في معادلة حساب قيمة e بالنسبة للطبقة الفرعية البسيطة (S1) للطبقة الأولى يمثل طبقة الإدخال .

الخطوة الرابعة: يتم حساب إخراج الوحدات في الطبقة الفرعية المركبة C (complex cells) للطبقة الواحدة باستخدام المعادلة التالية:

$$x = \frac{1+e}{1+h} - 1$$
$$e = \sum_i S_i . W_i$$

Si الخرج القادم من الوحدة S من Simple Layer، Wi الوزن الثابت القادم من الوحدة (S) إلى الوحدة (C). ثم يتم إدخال هذا الإخراج (X) على دالة التفعيل والتي هنا تكون مختلفة عن دالة التفعيل في الطبقة الفرعية البسيطة S لتعطي إشارة الخرج وفق العلاقة

$$F(x) = \begin{cases} \dfrac{e}{a+e} & \text{if } x \geq o \\ o & \text{if } x < o \end{cases}$$

وتكون قيمة المعامل (a) على الطبقة اذ تكون قيمتها (0.25) بالنسبة للطبقة (3.2.1) وبقيمة (1) للطبقة (4) .[2]

الخطوة الخامسة: يتم مقارنة الإخراج الحقيقي مع الإخراج المطلوب واذا يوجد فرق بين الاخراجين يتم تغيير أوزان الشبكة باستخدام المعادلة التالية:

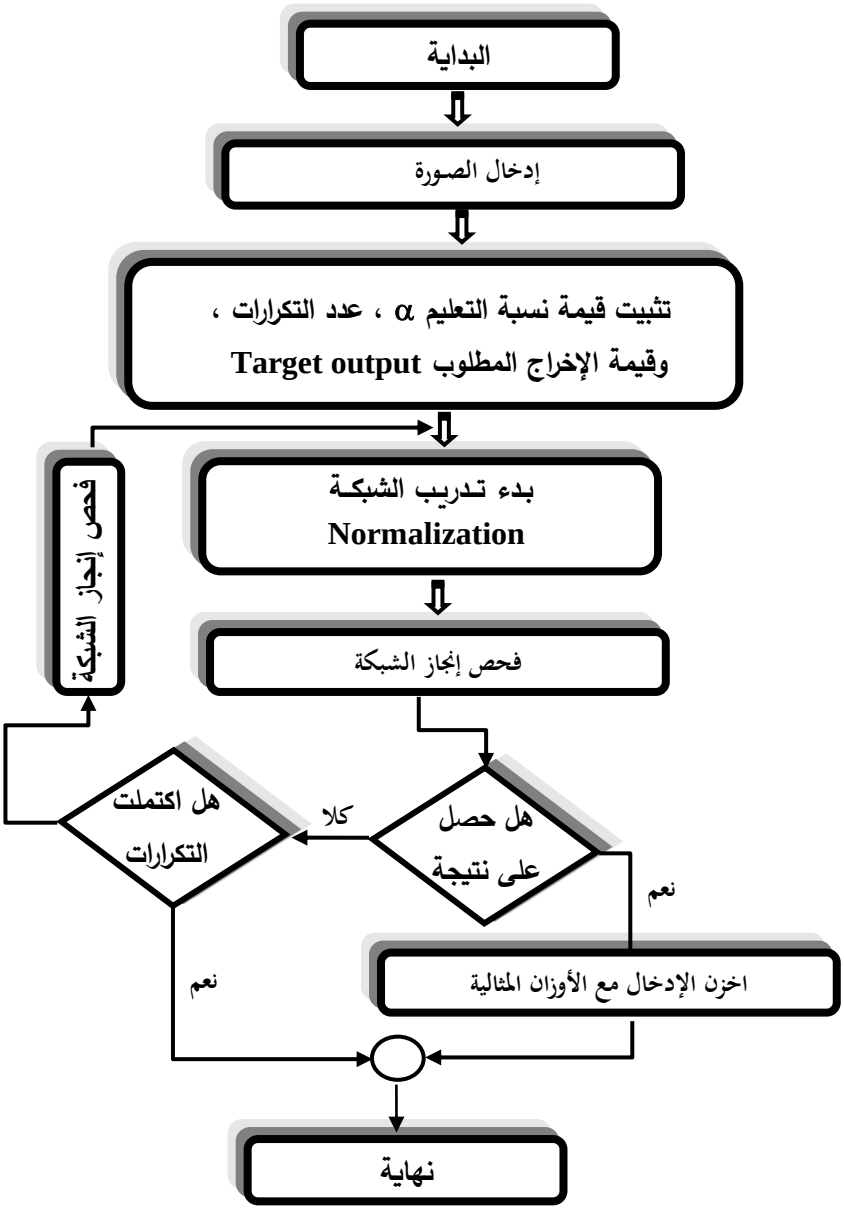
$$\Delta w\ (I_{i+k,j+h}; S_{i,j}) = \alpha . w(I_{i+k,j+h}; S_{i,j}) . C_{i+k,j+h}$$

اذ ان C تمثل الطبقة السابقة وتكون W قيمة الوزن السابق وقيمة α تمثل قيمة نسبة التعلم وقيمتها اكبر من الصفر.

الخطوة السادسة: يتم الرجوع إلى الخطوة الثالثة عند حدوث تغير بالاوزان .

اما مرحلة تصميم الشبكة يتم فيها إدخال الصورة المطلوب تمييزها الى طبقة الإدخال (U0) وبعدها يتم عمل تعيير للصورة (Normalization) كي تكون ذات حجم ثابت ، إن ملف الصورة التي يتم إدخالها على الشبكة يكون من نوع (BMP) Bitmap لأن هذا النوع من ملفات الصور ذات استخدام واسع أي يمثل صيغة قياسية للنوافذ (Windows) و يتم تحويل الصورة الأصلية الى الصورة الثنائية (Binary Image) .

لقد تم جمع عينات قاعدة البيانات والتي تمثل الصور التي تتدرب عليها الشبكة من خلال تكوين صور تحمل شكل الأرقام من (0 - 9) ، إذ تم سحب نماذج لهذه الأرقام المكتوبة من خلال المّاسح الضوئي يتم إدخال الرقم على الشبكة وبذلك يكون هذا الرقم على شكل صورة من نوع (BMP) ، إذ يتم قراءة هذه الصورة داخل نظام التمييز المصمم ليتم بها تحديد حجم هذه الصورة بـ (19× 19) نقطة صورية لتتلاءم وحجم الشبكة المصممة في هذه المنظومة .لاحظ المخطط الانسيابي الموضح في الشكل (7) يبين مراحل العمل:



الشكل (7) المخطط الانسيابي لتصميم شبكة النيوكونترون

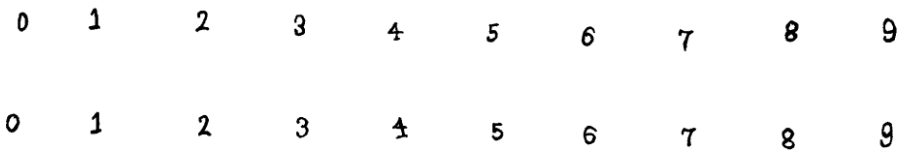
6- نسبة تمييز شبكة النيوكونترون

ان نسبة تمييز الشبكة تُحسب من خلال عدد الصور غير المصنفة بشكل صحيح الى الصور الكلية وكما في المعادلة التالية:

نسبة التمييز Recognition-Rate =(1-عدد الصور غير المصنفة\عدد الصور الكلية)* 100%

وقد تم اختبار عمل النظام على صور ارقام عربية مكتوبة باليد (100 صورة تمثل ارقام عربية بواقع 20 وثيقة قام بكتابتها 5 اشخاص) ، لاحظ الشكل (8). لقد كانت نسبة التمييز التي تم الحصول عليها من خلال مجموعة الصور الداخلة في عملية الاختبار 95% ولم تظهر صور مرفوضة الا في حالة الإزاحة الكبيرة بالموقع عندما يقع الرقم ضمن الصورة خارج مدى حقل الإدخال كأن يكون في احد زوايا الصورة او في أسفلها تماما"، او عندما يكون الرقم به دوران كبير لا يؤدي الى تمييزه. عند الاستمرار في عملية التدريب يبدأ الخطأ بالتناقص تدريجيا" ما بين

الإخراج الفعلي للشبكة والهدف المنشود وبذلك تكون الشبكة قد تمكنت من الحصول على قدرة تمييزية تمكنها من الفصل بين الأصناف المختلفة.



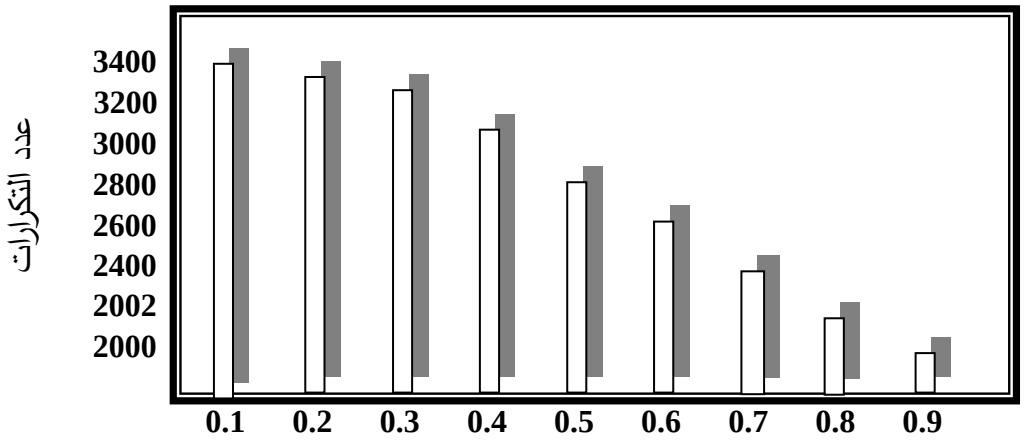
الشكل (8) يمثل بعض نماذج الأرقام المكتوبة بخط اليد

7- الاستنتاجات

ان الغاية الاساسية من هذا البحث هو تصميم نظام تمييز صوري بالإفادة من مميزات علم الشبكات العصبية الاصطناعية (شبكة النيوكوكنترون) في التمييز ومن خلال التجارب التي قمنا بها وجدنا ان شبكة نيوكوكنترون قادرة على التمييز الصوري بين صور تنتمي لأصناف مختلفة، وقدرة هذه الشبكة على تصنيف اكبر عدد ممكن من الصور إلى الصنف الذي تنتمي إليه بشكل صحيح حتى إذا ما ظهرت هذه الصور بظروف صورية مختلفة عن النماذج الأصلية،كما انها قادرة على التدرب على الصور الأصلية فقط دون الحاجة الى استخدام صور ذات إزاحة صغيرة عن الصورة الأصلية او تغيير في حجم الصورة اذ تكون هذه الشبكة قادرة على التغلب على اغلب المشاكل آنفة الذكر وهي ذات طبقات متعددة يجعلها تمتلك إمكانية عالية في تمييز الصور والكتابة اليدوية، أي ان شبكة النيوكوكنترون حاملة لعدة صفات منها عدم التأثر بدوران الصورة، عدم التأثر بالإزاحة البسيطة للصورة، عدم التأثر بالتغيرات على الإضاءة، عدم التأثر الكبير بالتشويه في الصورة الحاصل نتيجة حركة الجسم أثناء اخذ الصورةكما وجد ان عدد الخطوات التي تحتاجها الشبكة تزداد عندما تكون قيمة نسبة التعلم قليلة وتكون عدد الخطوات قليلة عندما تكون قيمة نسبة التعلم كبيرة فاذا كانت مثلا" (0.9) تزداد سرعة عمل الشبكة وتصل الى الحل بعدد أقل من الخطوات في حين تحتاج الى خطوات اكثر عندما تكون القيمة مثلا" (0.1) , لاحظ الجدول (2) ،والشكل (9) يوضح العلاقة ما بين قيمة نسبة التعلم مع عدد خطوات شبكة النيوكوكنترون في تمييز الارقام.

الجدول (2) تأثير قيمة نسبة التعلم على عدد خطوات الشبكة

عدد الخطوات	قيمة نسبة التعلم	عدد خلايا الاخراج	عدد خلايا الادخال
3311	0.1	10	361
3280	0.2	10	361
3207	0.3	10	361
3081	0.4	10	361
2771	0.5	10	361
2562	0.6	10	361
2351	0.7	10	361
2100	0.8	10	361
1820	0.9	10	361



الشكل (9) العلاقة بين نسبة التعلم وعدد خطوات الشبكة

كما ان اختيار عدد دورات التدريب (Iteration) والذي يمثل زمن التدريب لتدريب الشبكة يجب ان يكون ملائماً لتطبيق كل النماذج المراد تدريبها فالزيادة الكبيرة بعدد دورات التدريب لن تكون ذا فائدة كبيرة وانما استهلاك للجهد والوقت كما ان اختيار عدد دورات التدريب قليل قد يؤدي الى عدم تدريب الشبكة ومن ثم عدم قدرتها على التمييز. ومن ملاحظة الجدول (3) يتبين مدى تأثر نسبة التمييز بعدد دورات التدريب عند التدريب فعندما تكون نسبة التمييز كبيرة نلاحظ ان عدد دورات التدريب كان اكبر من سابقه.

الجدول (3) علاقة نسبة التمييز بعدد التكرارات

عدد دورات التدريب	2000	2500	3000	3311
نسبة التمييز	%85	%87.5	%90	%95

المصادر

[1] الدليمي، حنان حامد علي ، (2003) ،" استخدام الشبكة العصبية الاصطناعية نيوكوكنترون في تمييز الأرقام العربية المكتوبة يدويا " ، أطروحة ماجستير ، جامعة الموصل.

[2] عيسى ، علام زكي ، (2002) ،" الشبكات العصبية – البنية الهندسية – الخوارزميات – التطبيقات " ، شعاع للنشر والعلوم ، سوريا.

[3] ياسين ، شفاء عبدالرحمن داؤد ، (2002) ،" تمييز الوجوه باستخدام الشبكة العصبية النيوكنترونية"، اطروحة ماجستير، جامعة الموصل.

[4] Gonzalez , Rafael C , (1977) , " Digital Image Processing " , Addison – Wesley Publishing Company .

[5] Kinnebrock , Werner , (1995), " Neural Networks Fumdoman tals , Application , example ' , Galgotia publications , prt . ltd. , New Delhi .

[6] Luger G. F. and stubble field W. A. (1998) , " Artificial Intelligence structures and strategies for complex problem solving " , Addison Wesley longman , Inc. , USA .

[7] Wasserman , P. D. , (1989), " Neural computing theory and practice " , Van Nostramd Reinhold , New York .

[8] Chan , Khue-Hiang , " Feature Extraction for Hand with Character Recognition", *www.icsat.com/papers/* 102 *mfi.pdf*. Singapore .

[9] Lovell , D.R. , & Tsoi Ah C. , (1992) , " The performance of the Neocognitron with Various S-cell and C-cell Transfer Functions " , citeseer.nj.com/ Lovell 92 performance . html .

[10] Lovell , D.R. , Downs , Tom , & Tsoi , chc . , " An Evaluation of the Neocognitron", *www.eng.cam.ac.uk* /~drl/publications/ieeeTnn 95.abstract.html.

[11] Ooyen , A.van & Nienhuis , B. , (1993) , " pattern Recognition in the Neocognitron is Improved by Neuronal Adaptation", *http://www.GNC.ed.ac.uk*/ people / arjen . html .

[12] SADYKHOV , R.Kh. & VATKIN , M. E. , (2001), " Algorithm for Image processing of integrated circuits basis of the Neocognitron Neural Network " , *www.iie.uz.zgora.pl/archire/desdes01*/files/ref/r-3.pdf.

[13] SATOH, S. , Kuroiwa J. , ASO,H.and Miyake,S.,"Recognitier of SATOH, S. , Kuroiwa J. , ASO,H.and Miyake,S.,"Recognitier of rotated patterns using neocognitron ", *www.aso.ecei.tohoku.ac.jp/~shun/pdf/icoip97.pdf*.