تمييز الصور باستخدام المطابقة القالبية المعتمدة على معامل الارتباط

هدية صالح عبد الله

قسم علوم الحاسبات / كلية علوم الحاسبات والرياضيات

جامعة الموصل

الاستلام	القبول
2008 / 05 / 18	2009 / 04 / 06

Abstract

In this research it has been using template matching to images recognition, after saving some templates for images as like geometrical shapes English characters and numbers and then input the template which is to be recognized after normalizing it to template size if not equal size templates saved inside machine to recognizing pixel by pixel for binary and gray images. This method given good results, as well used template matching depend on correlation to recognition and this method has given best and strong recognizing.

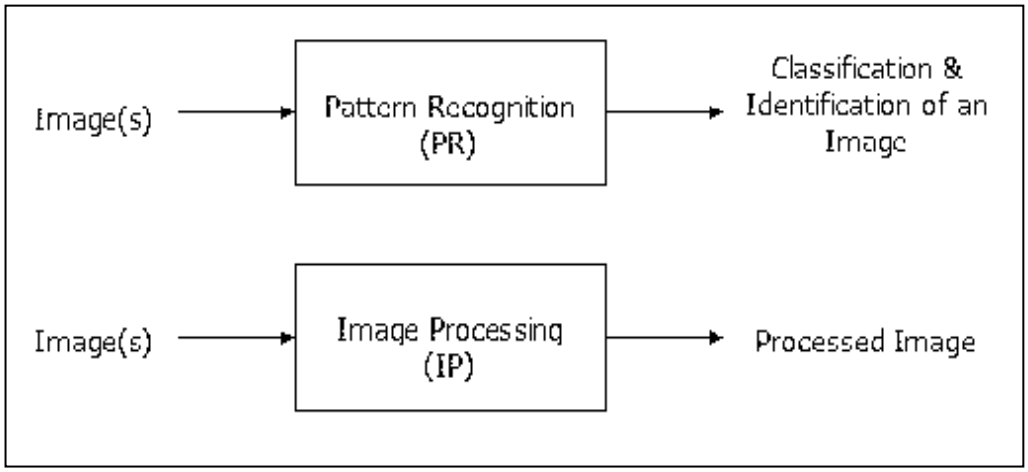
الخلاصة

تم في هذا البحث تطبيق المطابقة القالبية في تمييز الصور، إذ تم اخذ صور لقوالب متعددة للحروف والأشكال والأرقام وخزنها في الحاسبة وإدخال القالب المراد تمييزه بعد إجراء عملية تعيير (Normalization) له إن لم يكن بحجم القوالب المخزونة أو المعرفة بالحاسبة. إن عملية المقارنة في تمييز الصور كانت pixel by pixel والصور التي تم تمييزها كانت أسود وأبيض (Binary) أي قيمة البيانات صفر وواحد كما تم استخدام صور تدرجات اللون الرمادي (Gray) وقد أعطت هذه الطريقة نتائج جيدة. كما تم استخدام المطابقة القالبية المعتمدة على معامل الارتباط في عملية التمييز لهذه الصور وقد أعطت نتائج أفضل وإمكانية تمييز قويةً.

مقدمة في تمييز الأنماط ومعالجة الصور

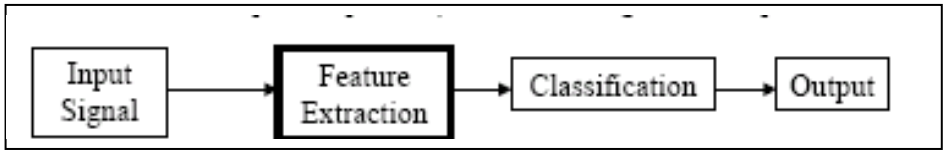
Introduction to Pattern Recognition and Image Processing

وهو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي، ومعنى تمييز الأنماط ومعالجة الصور كما موضح بالرسم الأتي أو الشكل رقم (1)



شكل (1): يمثل تمييز الأنماط ومعالجة الصور

حيث يمكن تعريف تمييز الأنماط بأنه تصنيف بيانات الإدخال إلى أصناف تحدد هويتها عن طريق استخلاص الخواص والمعالم أو الهيئات المهمة للبيانات. بمعنى إن أي برنامج لتمييز الأنماط يعامل الصورة فيعطي تصنيفاً أو تعرفاً للصورةكما في الشكل (2)، وأي برنامج للعمليات على الصور يستقبل الصورة فيعطي صورة بعد تطبيق العمليات عليها.



شكل (2): يمثل تمييز الأنماط

إن أي طريقة للتعرف على الأنماط في العالم لابد من أن تسبقها مرحلة تعلم لهذه الأنماط ، إذ إن التعرف على أي نمط يمر بمرحلتين :-

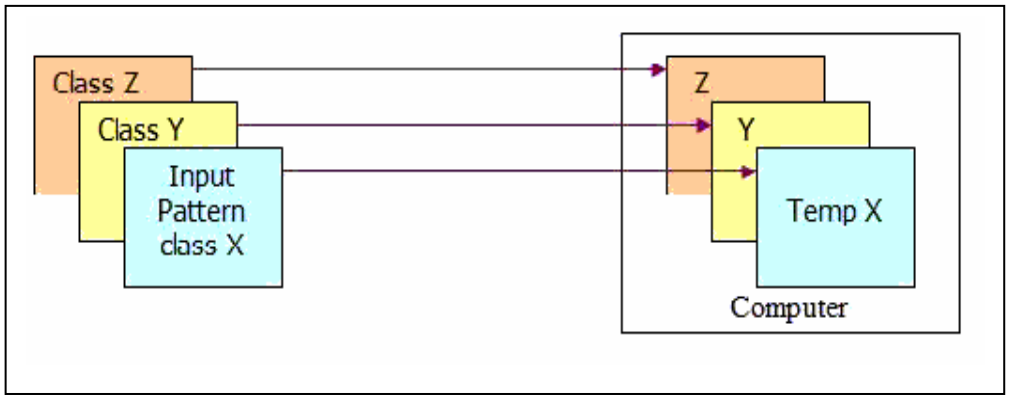
- مرحلة التعلم (**learning**) والتي تضمن إدخال المعلومات بعد تحويلها إلى الشكل الملائم لاستعمالها والمعالجة الأولية التي تشمل إزالة الضوضاء، واختيار الخصائص المؤثرة في عملية التمييز.
- مرحلة التمييزأو التصنيف (**classification or recognition**) إن هذه المرحلة تعتمد على دوال القرار.

هنالك أربعة طرائق أساسية مستخدمة في تمييز الأنماط Pattern Recognition Approaches or Methods، ألا وهي:

1. Template-Matching and Correlation Method.
2. Statically Approach.
3. Syntactic and Structural Approach.
4. Neural Networks Approach.

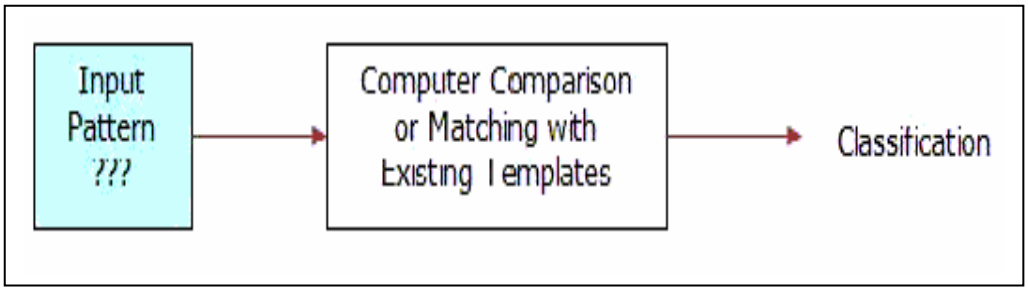
طريقة المطابقة القالبية (Template-Matching and Correlation Method)

مرحلة التعليم في هذه الطريقة تقوم على تخزين مجموعة من القوالب (templates) أو النماذج (prototypes) قالب من كل صنف في الحاسوب ويوضح الشكل رقم (3) القوالب المدخلة المراد تمييزها مع القوالب المصدر المخزونة داخل الحاسبة [3] .



شكل (3): يمثل القوالب المدخلة المراد تمييزها مع القوالب المخزونة داخل الحاسبة

في مرحلة التصنيف تقارن الصورة الداخلة (input pattern) مع كل صنف (template) فإن كانت نتيجة مقارنتها مع الصنف X أكبر من نتيجة مقارنتها مع الصنف Y فإنها تصنف ضمن الصنف X حيث تحسب درجة الاختلاف بين الصورتين وتقارن بقيمة محددة سلفا تسمى قيمة العتبة (threshold value). وإذا تجاوزت درجة الاختلاف قيمة العتبة، فهذا يعني إن الصورتين غير متشابهتين وبعكسه يعني إن الصورتين متشابهتان أو متطابقتان. وقد تم استخدام هذه الطريقة في تمييز الحروف المطبوعة وقراءة صكوك البنوك وهكذا [9]. يوضح الشكل رقم (4) علمية التصنيف بالحاسبة.



شكل (4): يمثل عملية التصنيف بالحاسبة

تتم عملية المقارنة بإدخال صورة الحرف على شكل مصفوفة ذات بعدين وتقارن مع القوالب المخزونة في ملف بالحاسبة pixel by pixel فإذا كانت نسبة الخطأ ضمن منطقة مدى العتبة (threshold value) (1,-1) فان الحرف يطابق هذا الحرف أما إذا كانت اكبر فان الحرف لا يتطابق. أما المطابقة بالنسبة للصور فتؤخذ الصورة المقطع وتقارن مع الصورة الكبيرة وكما في الإشكال (4,3) حيث تجري عملية تمرير الصورة المقطع على الصورة الكبيرة ومن البداية إلى النهاية باستخدام اللافوف الرياضي إلى إن يتم إيجاد منطقة مشابهه للمقطع أو لا. وتتم عملية المقارنة ببساطة بخزن الصورة الداخلة على شكل مصفوفة ثم تقارن مع القوالب الموجودة في الحاسوب وتعطي قيمة للمقارنة [2,3,7]. تعد هذه الطريقة طريقة سهلة جداً، والصعوبة الوحيدة في هذه الطريقة هي الاختيار الجيد للقوالب من كل صنف فضلاً عن تحديد معايير المقارنة وخصوصاً لو كانت الصورة الداخلة تحمل تشوهات! فمثلاً لو استخدمنا هذه الطريقة للتعرف على المجرمين، لابد أن نأخذ لكل مجرم عدة لقطات كي تخزن على جهاز الحاسوب لقطتان جانبيتان واحدة من كل جهة، لقطة أمامية، ولقطتان بزاوية نظر 45 درجة عن الكاميرا. ولكم أن تتخيلوا المساحات التخزينية اللازمة لكل هذه القوالب !.

الترابط (correlation)

لمعرفة أو تحديد ما إذا كانت الصورة تحتوي على منطقة مشابهة لمنطقة ما، فان الترابط هو إحدى الطرق المستخدمة. فمثلاً لدينا صورة رقمية F(x,y) ذات مقياس M*N وإننا نريد أن نحدد ما إذا كانت هذه الصورة تحتوي على منطقة مشابهة لمنطقة ما W(x,y) ذات قياس J*K حيث J<M و K<N سنستخدم الترابط بين هاتين المنطقتين F(x,y), W(x,y) كما في المعادلة الآتية:

$$R(m,n)= \sum_{x}\sum_{y} f(x,y).w(x-m,y-n) \quad .....(1$$

حيث

n=0,1,2….N-1, m=0,1,2……M-1

من اجل أية قيمة لـ (m,n) داخل F(x,y) نطبق المعادلة رقم (**1**) للحصول على قيمة واحدة لـ R ومع تغير n,m تتحرك W(x,y) في أرجاء منطقة الصورة باستخدام اللافوف الرياضي ونحصل عندئذ على الدالة R(m,n) بعدئذ تدل القيمة العظمى لـ R(m,n) على الموضع الذي تطابقت فيه الصورتان W(x,y) مع F(x,y) وان عملية المسح تكون كما في الشكلين التاليين رقم (**5,6**) حيث يوضحان عملية المسح للصورة باستخدام اللافوف الرياضي [**1,6,8**]. على الرغم من إن دالة الترابط في معادلة (**1**) سهلة في طبيعتها إلا أن هناك دالة (**2**) وهي أكفأ في استعمالها وهي على النحو الآتي:

$$R(m,n)\ \frac{\sum_x\sum_y [f(x,y)-\overline{f}(x,y)].[w(x-m,y-n)-\overline{w}]}{\sum_x\sum_y [f(x,y)-\overline{f}(x,y)]^2.\sum_x\sum_y [w(x-m,y-n)-\overline{w}]^2]^{1/2}} \quad \text{.....(2}$$

حيث

n=0,1,2….N-1,m=0,1,2……M-1

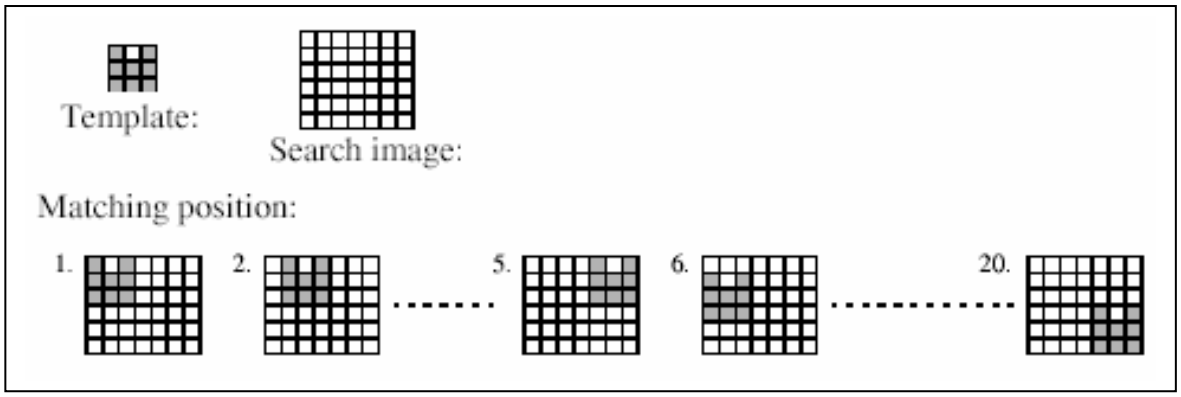
W هو متوسط الشدة للقالب (تحسب هذه القيمة مرة واحدة)

f (x,y) هي متوسط القيمة لـ f(x,y) في المنطقة المتطابقة مع w(x,y)

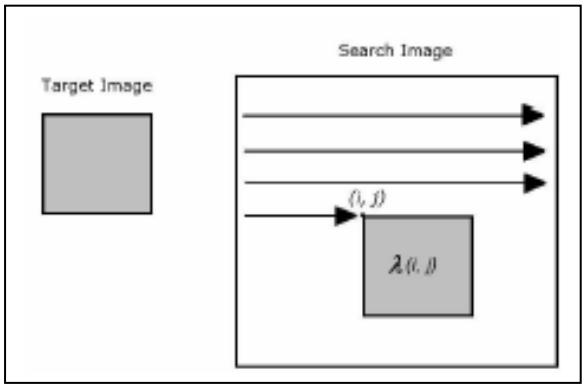
إن قيمة R(m,n) تكون ضمن المدى (-1 ،1) حيث القيم الموجبة العالية تدل علـى أن الترابط موجب وعال بين الصورتين والقيم السالبة العالية تدل علـى أن التـرابط سـالب وعال بين الصورتين في حين إن القيم القريبة من الصفر تدل علـى انعـدام التـرابط بـين الصورتين. يتم حساب قيمة R(m,n) لنافذة معينة من صورة الـ Source إذ تكـون هـذه النافذة بحجم صورة الـ template وبعدها يتم تزحيف صورة الـ template على صورة الـSource وتحسب قيمة R(m,n) كما في الشكل (7) .

اللافوف الرياضي (convolution)

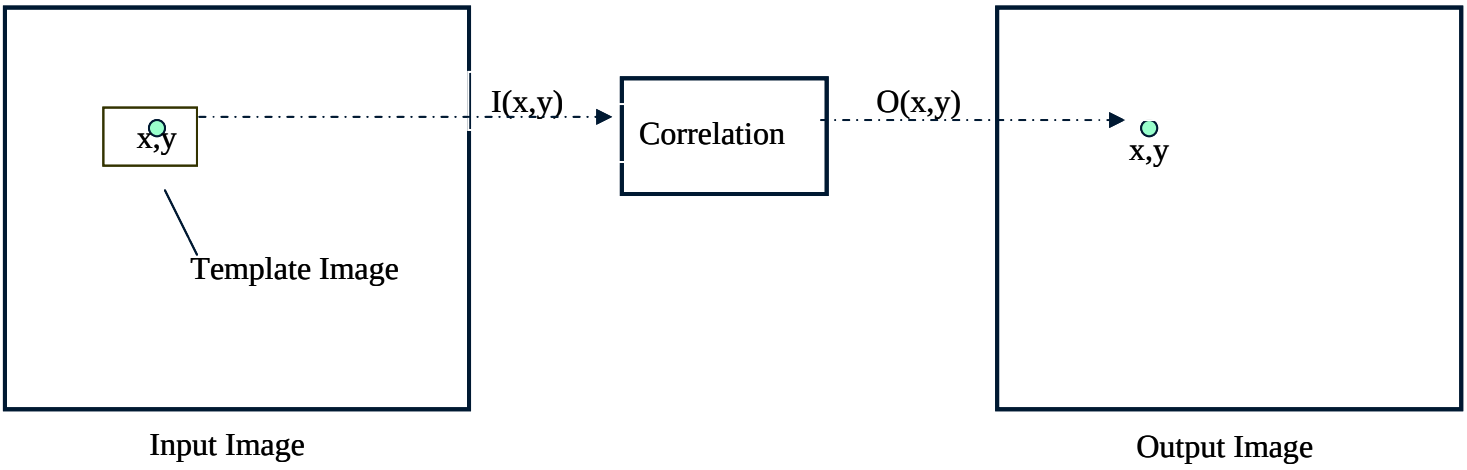
حيث يتم تحديد إطار للصورة من الصف الأول والأخيـر والعمـود الأول والأخيـر ووضع النافذة على الصورة ابتداء من العنصر الأول كما في الـشكلين التـاليين **(6,5)** أي إن الطريقة تقوم بمطابقة ثنائية بين عناصر الصورة الكبيرة وعناصر الصورة الصغيرة أو النافذة .ثم نتقدم بالنافذة إلى اليمين وبمقدار عنصر واحد فقط وتعاد عملية مقارنة عناصر النافذة مـع عناصر الصورة الكبيرة وهكذا حتى نهاية الصف ، بعدها يتم الانتقال إلى الصف التالي لتعاد العملية ، وهكذا إلى نهاية الصورة الكبيرة [**4,5**].



شكل (5): يمثل عملية المسح للصورة باستخدام اللافوف الرياضي



شكل (6): يمثل المسح للصورة باستخدام اللافوف الرياضي



شكل (7): يمثل المسح للصورة باستخدام correlation

طريقة العمل

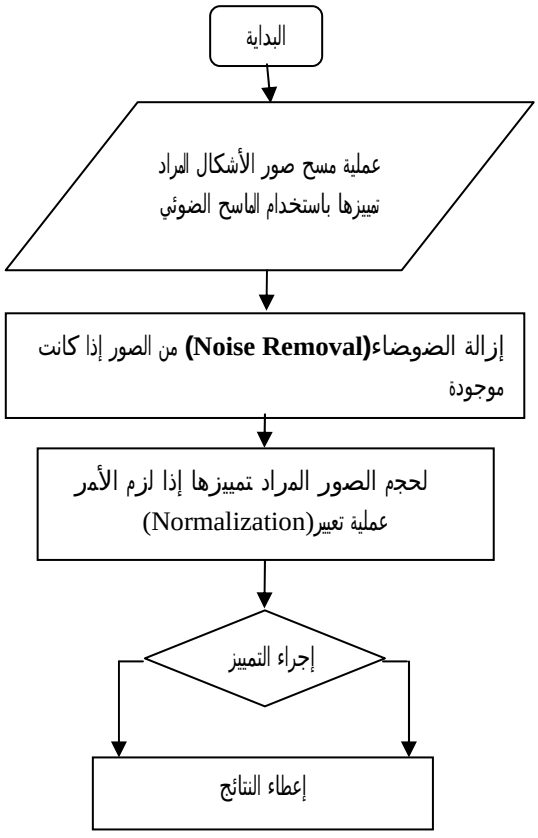
تم الاعتماد على برامجيات Matlab V6.5 في تكوين كل البرامج الخاصة في عملية المطابقة القالبية لصور الحروف الإنكليزية وصور الأشـكال، إزالـة الـضوضاء (Noise Removal)، عملية تعيير (Normalization) للحجم، عملية المـسح للـصور باسـتخدام اللافوف الرياضي، عمليـة التـرابط فـي تمييـز الـصور وكمـا فـي الأشـكال الآتيـة **(8,9,10,11,12)** حيث تم اخذ عدد من الصور للحروف الإنكليزية وللإشكال حيـث تظهـر صورة المصدر Source وصورة القالب Template المراد تمييـزه وخريطـة الارتبـاط Correlation map بإظهار القمم لصور المصدر إذ إن أعلى قمة تمثل التـشابه بالمـصدر وكانت النتائج جيدة جداً في حالة إذا كان الشكل موجوداً أي أعطى نسبة تمييز **100%** أمـا إذا ما كان الشكل موجوداً فإنه يعطي الشكل المقارب له وكانت النتائج جيدة .....

تم تطبيق خوارزمية صممت لهذا البحث تضمنت ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: إزالة الضوضاء (Noise Removal) إذا كانت الصور المأخوذة فيها شـوائب ناجمة من أجهزة الإدخال يتم إزالتها أي تم تصميم فلتر ذو نافذة بأبعاد (3*3) لتحويل النقاط المعزولة المضائة والتي قيمتها واحد إلى صفر.

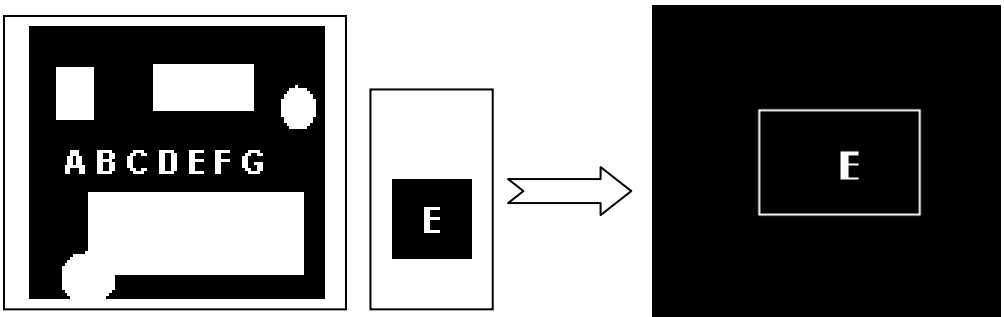
المرحلة الثانية: إذا كانت قوالب الصور المراد تمييزها تختلف في حجمها لذا جاءت الحاجـة إلى معالجة مسبقة للصور وتم عمل تعيير (Normalization) للحجم في هذه المرحلة، وتوحيد الحجوم لصور القوالب لغرض التمييز.

المرحلة الثالثة: إجراء عملية التمييز باستخدام المطابقة القالبية أو المطابقة القالبية باسـتخدام الارتباط كما في شكل المخطط الانسيابي رقم (13) الذي يوضـح العمليـات الأنفة الذكر.



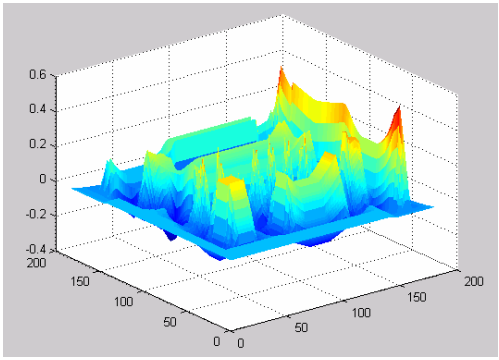
شكل (13): المخطط الانسيابي للعمليات المجراة على الصور لتمييزها

نتائج التمييز



Source Template

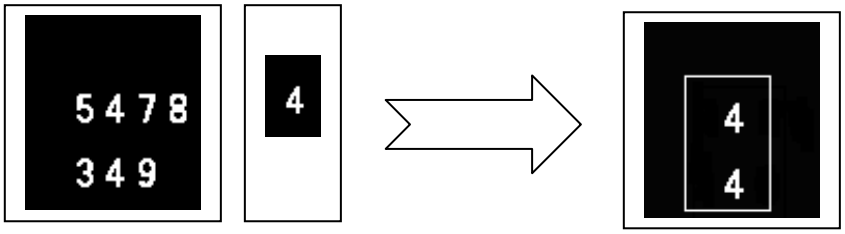
نتيجة التمييز



خريطة الارتباط مع القمم للـSource

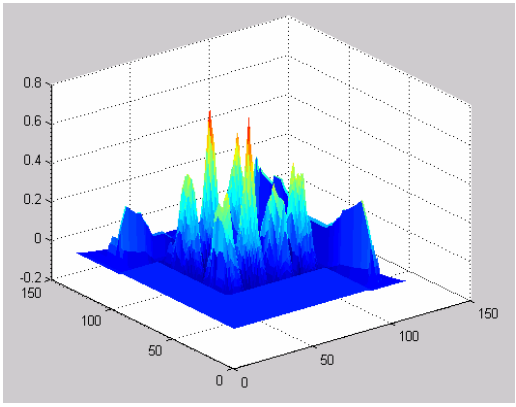
شكل (8): يوضح نتيجة تمييز حرف الـ E مع خارطة الارتباط له

نتيجة تمييز حرف الـ(E) فكانت النتيجة مطابقة مئة بالمئة مع خارطة الارتبـاط لـه حيث تمثل أعلى قمة قمة الحرف الذي تم تمييزه في المصدر.



Source Template

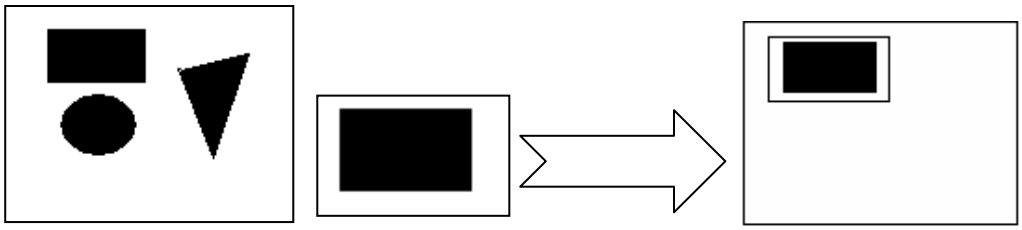
نتيجة التمييز



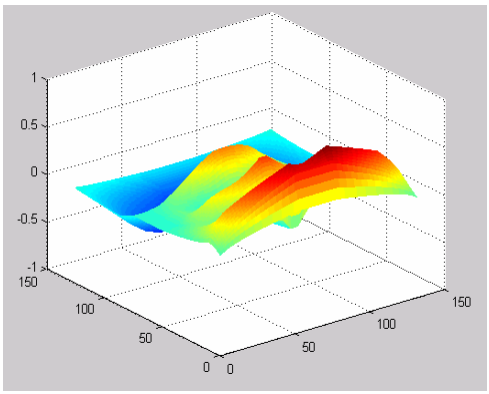
خريطة الارتباط مع القمم للـSource

شكل (9): يوضح نتيجة تمييز الرقم الـ 4 مع خارطة الارتباط له

نتيجة تمييز الرقم أربعة (4) وكانت النتيجة مطابقة مئة بالمئة مع خارطة الارتباط له حيث تمثل أعلى قمة قمة الرقم الذي تم تمييزه في المصدر.



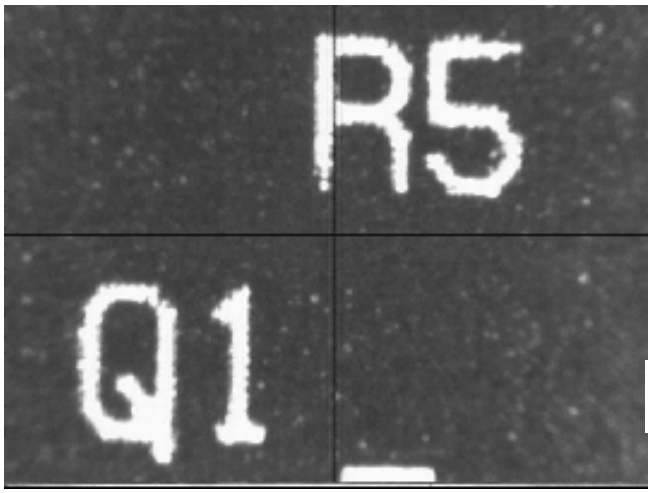
Source **Template** **نتيجة التمييز**



خريطة الارتباط مع القمم للـSource

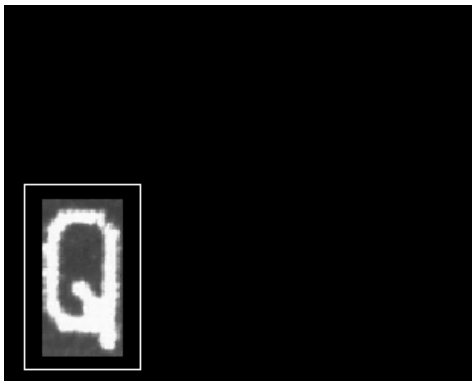
شكل (10): يوضح نتيجة تمييز شكل المستطيل مع خارطة الارتباط له

نتيجة تمييز شكل المستطيل وكانت النتيجة مطابقة مئة بالمئة مع خارطة الارتباط لـه حيث تمثل أعلى قمة قمة الشكل الذي تم تمييزه في المصدر.

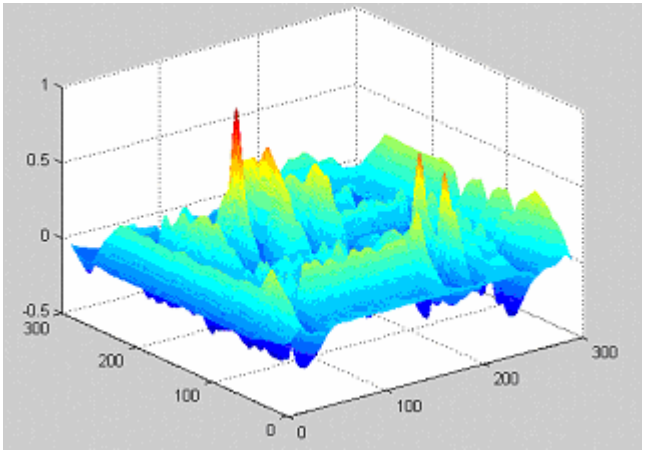


Source

Template



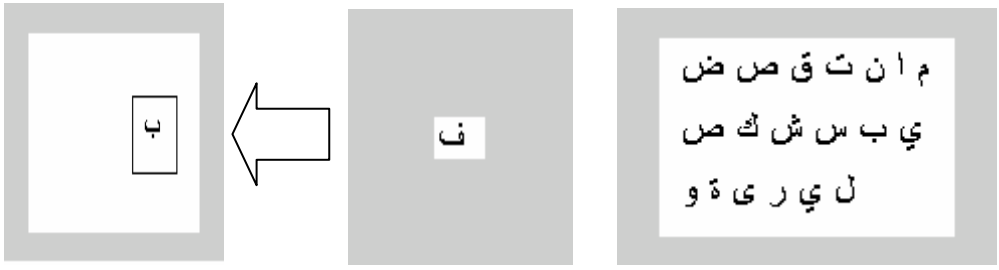
نتيجة التمييز



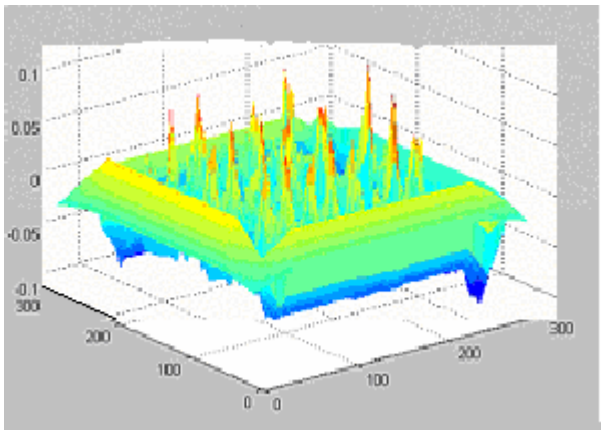
خريطة الارتباط مع القمم للـSource

شكل (11): يوضح نتيجة تمييز حرف الـ Q مع خارطة الارتباط له

هنا الصورة كانت بالتدرج الرمادي صورة حرف الـ (Q) بالإنكليزي وكانت النتيجة مطابقة مئة بالمئة مع خارطة الارتباط له حيث تمثل أعلى قمة قمة الحرف الذي تم تمييـزه في المصدر.



نتيجة التمييز **Template** **Source**



خريطة الارتباط مع القمم للـSource

شكل (12): يوضح نتيجة تمييز حرف الفاء مع خارطة الارتباط له

نتيجة تمييز حرف ألفاء (ف) ولأنه لم يكن ضمن حروف صورة المصدر اخذ اقرب شكل مقارب له وكان حرف الباء هو نتيجة التمييز مع خارطة الارتباط له حيث تمثل أعلـى قمة قمة الحرف الذي تم تمييزه في المصدر.

الاستنتاجات

1) إن طريقة المطابقة القالبية الاعتيادية في عملية التمييز تعطي نتائج جيدة جداً إذا كانـت القوالب متشابهة أي لا يوجد فيها ضوضاء.
2) عند تعرض القالب إلى تزحيف أو تدوير فانه لأيتم تمييز القالب أو إذا كان حجم القالب المخزون المصدر غير متساوي مع حجم القالب المراد تمييزه.
3) لذلك تم استخدام طريقة المطابقة القالبية المعتمدة على معامل الارتبـاط لتفـادي هـذه المشاكل التي أعطت نتائج جيدة.

المصادر

1) Gonzales, R. C. and Wintz, (1987) "Digital Image processing", Addison Wesley publishing company.

2) Sinha A., (May 1999) "An Improved recognition module for the identification of handwritten digits". Unpublished, M. Sc., Thesis, Department of Electrical engineering and computer Science, M.I.T.

3) Trier I. D.; Jain A. K. and Taxt T., (1996) "Feature extraction methods for character recognition –A survey", Pattern recognition, Vol.29, No.4, PP.641-662.

4) Gause1 J., Cheung1 P. Y. K., Luk W., (2002) "Reconfigurable Shape-Adaptive Template Matching Architectures", Department of Electrical and Electronic Engineering, Imperial College, London SW7 2BT, England.

5) Takei R., (July 2003) "A New Grey-Scale Template Image Matching Algorithm Using the Cross-Sectional Histogram Correlation Method", Fuchu-City, Fuchu-cho, 1-12-7, Tokyo, Japan.

6) Lewis J. P., (1995), "Fast Normalized Cross-Correlation", Industrial Light & Magic.

7) Yi Su, Richard A. Robb, (2004), "Seed Image Reconstruction Using a Template Matching Technique", Biomedical Imaging Resource, Mayo Clinic College of Medicine, Rochester, MN, USA 55905 .

8) Latecki L. J., (1999), "Template Matching", Temple University CIS 601, Based on a project by Roland Miezianko.

9) www.c4arab.com, "Artificial Intelligence", (2007).

10) Tool box Mat lab V .7, (2004).