

دراسة صفات الأشكال الهندسية المنتظمة في الصور الرقمية⁺
STUDY THE PROPERTIES OF REGULAR GEOMETRICAL SHAPES
IN THE DIGITAL IMAGES

كفاء هادي ذنون*

المستخلص:

في هذا البحث تم اعتماد خوارزمية للبحث في الصفات المميزة لمجموعه من الصور للأشكال الهندسية المنتظمة ، ومن ثم العمل على تصنيفها إلى مجاميع بالاعتماد على أربعة صفات يتم الحصول عليها من مصفوفة التواجد(الظاهر) وهي صفة (الطاقة، التباين ، الارتباط والتجانس).
دراسة الصفات الأربعة المذكورة أعلاه بشكل تفصيلي ومن ثم تقديم عرض كامل عن مدى تأثير كل منها على الصفات أليميزه للأشكال الهندسية المنتظمة ، والخوارزمية المعتمدة تبين ان الصفات الأربعة المذكورة أعلاه يمكن أن تكون صفات جديدة للأشكال الهندسية المنتظمة في الصور الرقمية .
نتائج التطبيق العملي للخوارزمية المقترحة تبين ان صفتي الطاقة والتجانس تعطي تمييز عالي مقارنة بباقي الصفات.

Abstract:

The present research has conducted so as to search for the new properties for a group of regular geometrical shapes of pictures, and to classify this group into categories depending on four features including energy, contrast, correlation and homogeneity all of which can be obtained from a co-occurrence matrix.

These four features have also been studied into details and then were vastly discussed and presented so as to show their effects respectively on the features characterizing the regular geometrical shapes. Besides, the algorithm applied has proved that these features can be extracted as new features for the regular geometrical shapes.

However, the experimental results of the proposed algorithm have proved that both energy and homogeneity features have given high recognition properties compared with the remaining other properties.

المقدمة:

ان العديد من خصائص الأجسام في عالمنا يمكن تحديدها بشكل كبير عن طريق الخصائص او المميزات الهندسية [1] . لذلك فان اكتشاف واستخلاص المميزات الهندسية للصور الرقمية من المسائل المهمة في تحليل الصورة والرؤية الحاسوبية [2] ، تطبيقات تحليل الشكل امتدت الى المجالات العلمية والتكنولوجية ، والغاية من تحليل الصورة في اغلب الأحيان لتمييز الأشكال مثل (الدائرة ، الشكل البيضوي) [3][4]، ان عملية كشف وتمييز الدوائر مهمة جداً

⁺ تاريخ استلام البحث ، تاريخ قبول النشر .

* مدرس مساعد/ المعهد التقني /الموصل

في تحليل الصورة للأجسام التي تحوي علامات معرفة ومسندة الى دوائر على سبيل المثال وثائق سرية مؤشرة او مختومة للإشارة على حالتها [5].

ان تقنية تحويل هوف (Hough Transform) يستخدم لكشف الدائرة بشكل كبير لكن هناك مشكلة في تطبيقها ، من هذه المشاكل هو تحديد حد العتبة الضروري لتخفيض قيم المراكز المستخدمة من قبل التحويل ، على سبيل المثال اذا حد العتبة للقيم المدخلة في مصفوفة المراكز واطئة جداً فان التحويل سيولد الكثير من القيم التي البعض منها تكون خاطئة ، واذا كانت قيمة حد العتبة عالية جداً فانه لا يستطيع ان يولد قيم كافية لاكتشاف الدائرة [5]. وبعدها طورت تقنية تحويل هوف لكشف (الأشكال البيضوية ، والاقواس الزائدية المقطع (hyperbolical curves) والأشكال غير المنتظمة (arbitrary shapes)) [6] ، لكنها تتطلب مساحة ذاكرة كبيرة او ضخمة لمعالجة البيانات ، ونتيجة لذلك يكون هناك الكثير من الوقت المهثور لحساب مواقع فضاء البيانات [2].

تمثيل الشكل :

يمكن ان نصنف تمثيل الشكل الى صنفين:

أ - الصنف الأول يمثل بطريقتين

Contour-based method

• طريقة الاعتماد على المحيط

Region- based method

• طريقة الاعتماد على المنطقة

طريقة الاعتماد على المحيط [7] من التطبيقات الأكثر شيوعاً وذلك بسبب انسجامه مع طبائع نظر الإنسان ، حيث انه يعرض فقط المعلومات المتوفرة عن محيط الجسم وبهذا يتطلب معلومات اقل للخرن . اما الطريقة الثانية تعتمد على حالة الشكل تعرضها بشكل كامل أو على شكل مقاطع .

ب - الصنف الثاني يمثل بأسلوبين هما :

Global approach

• الأسلوب العام

Structural approach

• الأسلوب الهيكلي

الأسلوب العام يستخدم خاصية التوجيه المشتقة من الحد التكاملي لوصف الشكل في طريقة الاعتماد على المحيط . الخصائص العامة المشتركة هي (المساحة، الاستدارة، الانحراف ، انحناء الطاقة ، دوائر متنوعة ، فيضوي متنوع ، تحذب) . اما الأسلوب الثاني يعتمد على العلاقات الهيكلية للخصائص .

يمكن تمثيل الشكل في الصورة الثنائية البعد بواسطة المميزات العامة مثل (المساحة ، المحيط، التمرکز، عزم القصور الذاتي ، واصف فورير) ، او بواسطة الصفة المحلية مثل (قطع الخط ، قطع القوس ، ونقاط النهاية، والى الخ) . لذا فان الصفة العامة لشكل الصورة يمكن ان توصف فقط شكل الصورة المرئية كلياً ، اما الصفة المحلية فهي متوفرة حصراً للأجسام المغلقة في الصور [8] [9] .

Shape features in the image

١- خصائص الشكل في الصورة

هناك العديد من الخصائص المتوفرة والمستخدمه في تصنيف الصورة واسترجاعها ، من أشهر هذه الخصائص

هي خاصية (اللون، البنية، خصائص الشكل) .

خصائص الشكل يمكن تقسيمها إلى مجموعتين أساسيتين هما :

- **النحوي (syntactical)** : الذي يستخدم أوصاف هيكلية ملائمة للأشكال المنتظمة مثل الأشياء المصنوعة من قبل الإنسان .
 - **الإحصائيات (statistical)**: والذي هو الأكثر ملائمة للأشكال الغير منتظمة أي الأشكال الموجودة طبيعياً .
الخصائص الإحصائية يمكن الحصول عليها حالياً باستخدام تقنيات المدرج التكراري والتي تكون شائعة لسهولة وأدائها المتقن [10] .
- بالإضافة إلى البنية والشكل ، توزيع ألوان الصورة (للمستويات الرمادية) ، والتي هي عبارة عن مميزات ضرورية في خاصية استخلاص المحتويات بالاعتماد على الصورة المسترجعة (content-based image retrieval (CBIR)) ، فالمدرج التكراري للصورة هو عبارة عن مقياس إحصائي من المرتبة الأولى والذي استعمل بشكل تقليدي في التوزيع العام للألوان في الصورة ، والفائدة من المدرج التكراري للصورة هو الكلفة الواطئة للحسابات ، على أية حال المدرج التكراري يصف فقط التوزيع العام للألوان مع إهمال التنظيم المكاني ، هذا له تأثير كبير على كفاءة استرجاع الصورة [11] . عموماً يجب ان نعرف مجموعة من الخصائص التي تميز كل جسم على حدى [12] .

-٢- استخلاص خصائص الصورة Image feature extraction

المواصفات المرئية مثل (الشكل، اللون، البنية)، يمكن استخلاصها لوصف الصور، كل واحدة من هذه الخصائص تمثل عن طريق استخدام واصف واحد او أكثر للخاصية [13] .
هناك تقنيتان فعالتان لاستخلاص الخصائص :

- **الأولى ASM نموذج الشكل الفعال (Active Shape Model)** : نموذج الشكل يلام الصورة الحقيقية عن طريق استخدام عمليات تشويه محلية متعلقة بالنموذج المحلي المتغير .
- **الثانية AAM نموذج الظهور الفعال (Active Appearance Model)**: تدمج صفة البنية العالمية لنموذج الأكثر مطابقة لكنه أبطأ من ASM وكذلك أكثر حساسية لاختلافات البنية وتحت شروط الإضاءة المختلفة ، إضافة إلى ذلك كلاً من ASM , AAM تعاني من التقارب الخاطئ عندما يكون النموذج يبدأ من مكان بعيد عن موقع الجسم الحقيقي [14] .

قسم من الأنظمة مهتمة في عملية استرجاع الصورة المطلوبة من مجموعة كبيرة بالاعتماد على الخصائص الأساسية التي يمكن استخلاصها أوتوماتيكياً من الصور ذاتها من هذه الأنظمة نظام CBIR ، الخوارزميات المستخدمة في هذه الأنظمة تقسم بشكل عام الى ثلاث مهام :

- **الاستخلاص extraction**
 - **الاختيار selection**
 - **التصنيف classification**
- المحتويات المهمة للصور الى خصائص المكونات المختلفة . اختيار الخصائص يخفض عدد الخصائص المجهزة لعملية التصنيف ، الخصائص التي لم يتم اختيارها سوف تهمل [15] ، هذه المهام الثلاثة خاصة الاستخلاص هي الأكثر حرجاً لأن هذه الخصائص بالتحديد تكون متوفرة للتمييز والتي تؤثر بصورة مباشرة على كفاءة مهام التصنيف [13] .
- يمكن اجراء تحسين بسيط على الصورة المسترجعة بالاعتماد على اللون (color-based image retrieval) باستخدام إحصائيات ثنائية المرتبة ، لان المقاييس الإحصائية الثنائية المرتبة تستخدم التنظيم المكاني بين أزواج النقاط المتواجدة أو الظاهرة في الصورة . لذا الطرائق المعتمدة على التباين (correlation)

استخدمت في تحليل البنية منذ عام ١٩٥٠ من قبل Kaiser والذي يعتبر أول من استخدم دالة التواجد الذاتي لقياس خشونة البنية .

مصفوفة التواجد (co-occurrence matrix) قدمت من قبل Haralick كأدوات معتمدة على التباين في تحليل البنية، دالة التباين استخدمت في حقل استرجاع الصورة، وكذلك Huang اعتمد على التباين اللوني (الطريقة التي يمكن من خلالها وصف التباين المكاني للألوان كدالة لمسافة المكان) [11].

تضمن البحث استخدام فكرة جديدة لاستخلاص خصائص للأشكال الهندسية بالاعتماد على مصفوفة التواجد والحصول على مواصفات هذه المصفوفة والمتمثلة بصفة الطاقة (energy)، صفة التباين (contrast)، صفة التجانس (homogeneity)، صفة الارتباط (correlation) .

مصفوفة التواجد (الظاهر):

مصفوفة التواجد (الظاهر) تستخدم بشكل أساسي لوصف قوام أو بنية المنطقة (region texture)، لكن يمكن أيضا ان يستعمل في خرائط الصورة (image maps) لقياس عدد مرات ظهور نقطتين معلمتين بعلاقة محددة [16]. يمكن ان نعرف r العلاقة المكانية مثل (على يسار ، فوق) وما الى ذلك ، مصفوفة التواجد C_r لهذه العلاقة r تحسب عدد المرات التي يتم بها ظهور النقطة التي قيمتها i مع النقطة التي قيمتها j حسب العلاقة r .

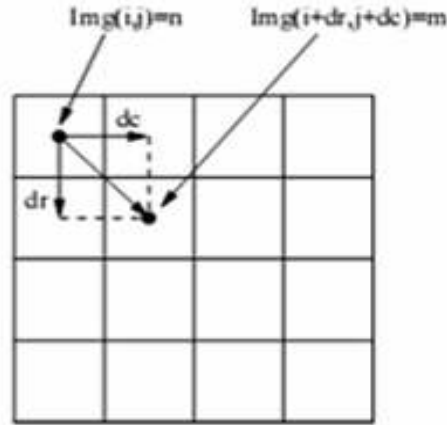
مميزات البنية لتواجد المستويات الرمادية تفترض بان معلومات البنية في الصورة تحوي ١٨ علاقة مكانية ما بين النقاط في الصورة، هذا يمثل بالمحدد الأول لمصفوفة التواجد للمستويات الرمادية، وهذا تخمين او تقدير لدالة الكثافة المحتمل من المرتبة الثانية للنقاط في الصورة . وان الخصائص يتم الحصول عليها كإحصائيات من مصفوفة التواجد ، ثم يتم تخمين مصفوفة التواجد GLCM ، هذه المصفوفة تعرف بالمعادلة (١)، له مدخلات GLCM(n,m) مساوية لعدد ظهور النقاط بالمستويات الرمادية n, m على التوالي مع فصل (dr,dc) للنقاط شكل (١) . أي عدد النقاط على هذا التقدير المحصل معطاة بالمعادلة (٢) . اذا مصفوفة التواجد طبعت (normalized) مع مراعاة R ، أنذاك مدخلاته تمثل احتمال تواجد لأزواج النقاط بالمستويات الرمادية n, m مع الفواصل (dr ,dc) وسوف نختار $dc=0$ ونغير dr ما بين ١ إلى ١٠ [17] [18] .

$$g_{lcm}(n, m) = \sum_{(i,j),(i+dr,j+dc) \in ROI} I_{\{Img(i,j)=n, Img(i+dr,j+dc)=m\}} \quad (1)$$

$$R_{g_{lcm}} = \sum_{(i,j),(i+dr,j+dc) \in ROI} I \quad (2)$$

$I=1$ عند تحقق العلاقة

$I=0$ عند عدم تحقق العلاقة



شكل (١) توليد مصفوفة التواجد GLCM(n,m)

• تكوين مصفوفة التواجد للمستويات الرمادية (GLCM)

لتكوين GLCM ، مصفوفة التواجد للمستويات الرمادية يحسب في اغلب الأحيان شدة النقطة (المستوى الرمادي) قيمتها n تظهر في علاقة مكانية لنقطة قيمتها m . بالأساس العلاقة المكانية معرفة كنقطة اهتمام والنقطة المجاورة لها أفقيا على اليمين مباشرة ، لكن يمكن تحديد علاقات مكانية أخرى بين نقطتين . كل عنصر (n,m) ناتج في مصفوفة التواجد ببساطة هو مجموع عدد المرات للنقطة التي قيمتها n ظهرت في العلاقة المكانية المحددة لنقطة قيمتها m في الصورة المدخلة .

لأن المعالجة تتطلب حساب مصفوفة التواجد للمدى المتغير الكامل في الصورة هذا غير محبب ، لذا استخدام المقاييس لتقليل عدد قيم الكثافة في الصور الرمادية من ٢٥٦ الى ٨ ، عدد المستويات الرمادية تحدد حجم مصفوفة التواجد .

مصفوفة التواجد للمستويات الرمادية يمكن ان تكشف بعض الخصائص حول التوزيع المكاني للمستويات الرمادية في بنية الصورة . على سبيل المثال، اذا معظم المداخل في مصفوفة التواجد مركزة على طول القطر، البنية الخشنة مع مراعاة المسافة المحددة .

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0	1	2	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1
7	2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0

شكل (٢) يمثل طريقة توليد مصفوفة التواجد GLCM

وصف مصفوفة التواجد الثنائية البعد .

مصفوفة التواجد الثنائية البعد المعتمدة على المستوى الرمادي اقترحت من قبل Haralick سنة ١٩٧٠ ، يستعمل عموماً في تحليل البنية لأنها قادرة على اخذ الاعتماد المكاني للقيم الرمادية في الصورة [19] . مصفوفة التواجد الثنائية P مصفوفة أبعادها (n,n) ، حيث ان n عدد المستويات الرمادية في الصورة . لأسباب الكفاءة الحسابية عدد المستويات الرمادية يمكن ان يخفض وبهذا يتم تخفيض حجم مصفوفة التواجد ، المصفوفة تمثل على شكل مراكم ، لذلك P(i,j) يحسب عدد أزواج النقاط التي تملك الشدة i و j . أزواج النقاط معرفة بالمسافة والاتجاه الذي يمكن ان يمثل من قبل موجه إزاحة $d=(dx,dy)$ ، حيث dx تمثل عدد النقاط التي تنتقل على طول المحور السيني x-axis و dy عدد النقاط التي تنتقل على طول المحور الصادي y-axis في شريحة الصورة .

لكي يتم تحديد الاعتماد المكاني لقيم المستويات الرمادية ، يجب حساب خصائص مختلفة للبنية الصورية حيث اقترح من قبل Haralick [19] [20] ، يتضمن ذلك (الطاقة (energy) ، الارتباط (correlation) ، التباين (contrast) ، التجانس (homogeneity))، وصيغ هذه الخصائص ووصفها موجودة في الجدول رقم (١) .

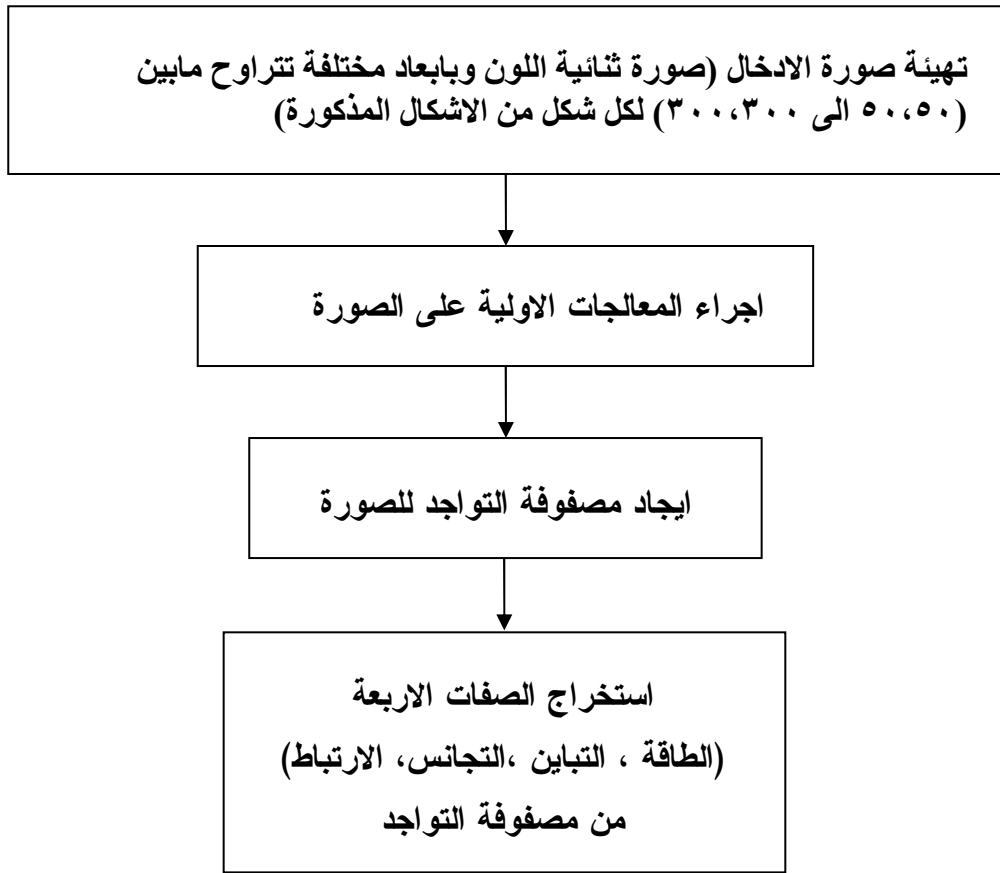
جدول (١) يمثل صيغ الخصائص ووصفها

Formula (صيغة)	Description (وصف)	Property (خصائص)
$\sum_{i,j} i - j ^2 p(i, j)$	إرجاع قدر من التباين بين كثافة بكسل وجارتها على الصورة كاملة.	'التباين'
$\sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j) p(i, j)}{\sigma_i \sigma_j}$ $\mu_i = \sum_i i \sum_j P(i, j)$ $\mu_j = \sum_j j \sum_i P(i, j)$ $\sigma_i = \sqrt{\sum_i (i - \mu_i)^2 \sum_j P(i, j)}$ $\sigma_j = \sqrt{\sum_j (j - \mu_j)^2 \sum_i P(i, j)}$	إرجاع قياس مدى ارتباط بكسل و جارتها على الصورة كاملة.	'الارتباط'
$\sum_{i,j} p(i, j)^2$	إرجاع مجموع العناصر في مربع GLCM.	'الطاقة'
$\sum_{i,j} \frac{p(i, j)}{1 + i - j }$	إرجاع القيمة التي يقيس القرب من توزيع العناصر في GLCM إلى GLCM قطري.	'التجانس'

الخوارزمية المقترحة :

نظمت الخوارزمية المقترحة امكانية إيجاد الصفات المميزة لأشكال هندسية متنوعة (الدائرة ، البيضوي ، المربع ، المعين ، المثلث) وبأبعاد مختلفة تراوحت من (٥٠،٥٠) ، (١٠٠،١٠٠) ، ٠٠ الى (٣٠٠،٣٠٠) لكل من الأشكال المذكورة ، حيث تعمل على استخلاص الصفات الأربعة المذكورة سابقاً لأجل الاحتفاظ بها ومن ثم تطبيق الخطوات ذاتها على أشكال جديدة من اجل استخلاص صفاتها الأربعة المعتمدة في البحث لينم مقارنتها بما تم الحصول عليه سابقاً لأجل تحديد الشكل الذي تم اختياره .

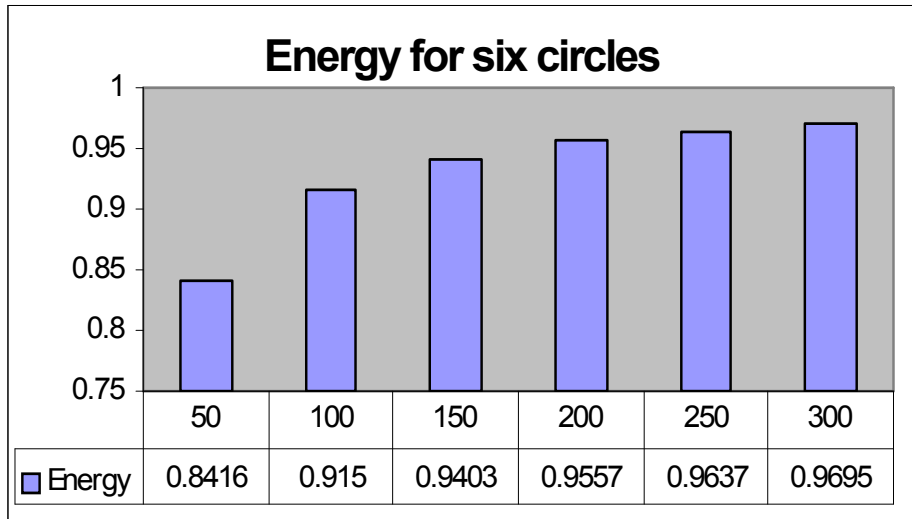
الشكل (٣) يمثل مخطط صندوقي لسير العمليات للخوارزمية المقترحة في هذا البحث .



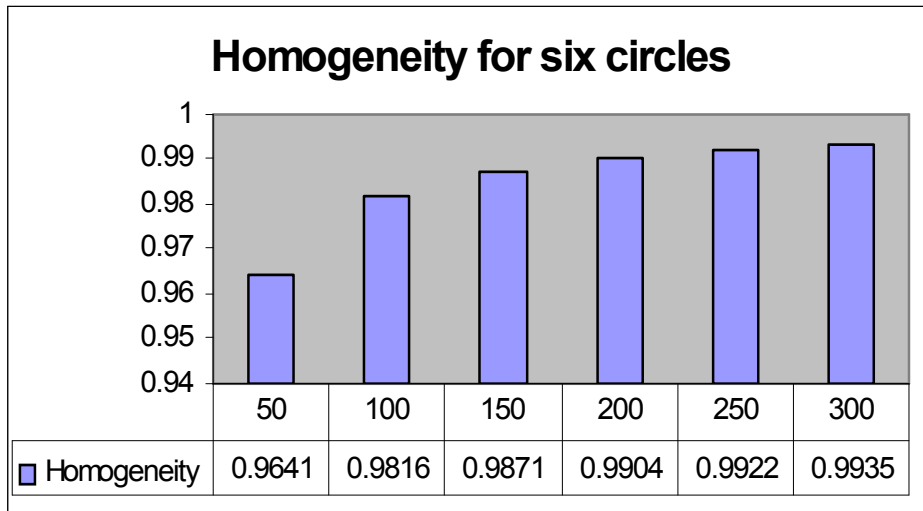
شكل (٣) يمثل مخطط صندوقي للخوارزمية المقترحة

مناقشة النتائج:

بتطبيق الخوارزمية المقترحة على أشكال هندسية وبأبعاد مختلفة ، تبين مدى تأثر كل خاصية من الخواص الأربعة بتغير الأبعاد، نلاحظ ان خاصيتي الطاقة والتجانس تعطي تميز عالي للشكل حيث انها تتغير مع تغير الأبعاد كما هو واضح في الشكل (٤) والشكل (٥) .

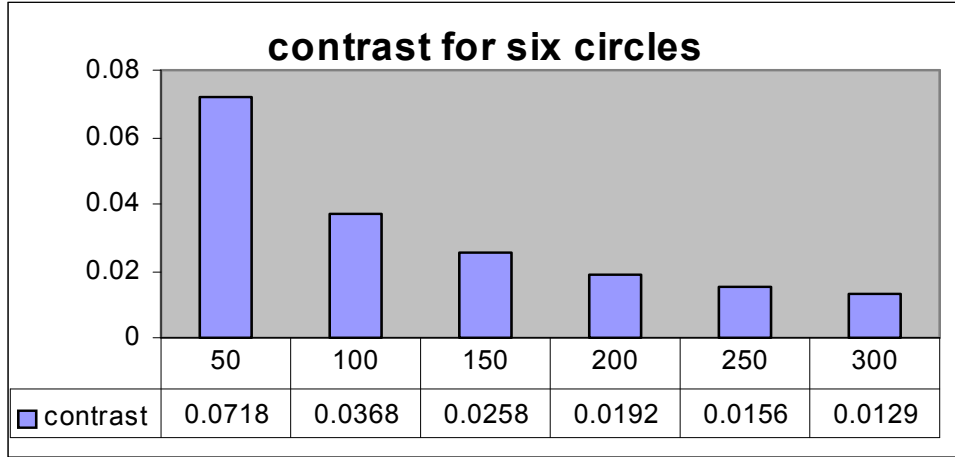


شكل (٤) يمثل صفة الطاقة

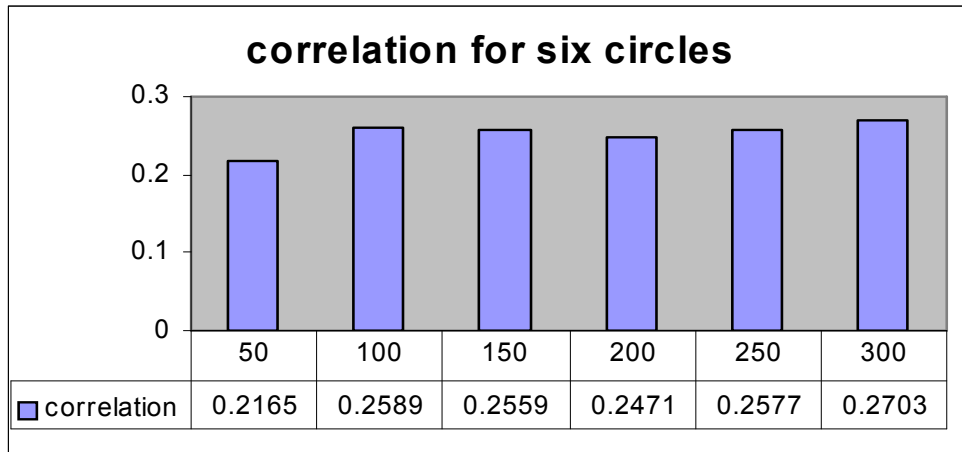


شكل (٥) يمثل صفة التجانس

لكن خاصية التباين تبدي تأثير عكسي أي تمييزها يقل مع زيادة الأبعاد وهذا ممثل في الشكل (٦) ، أما خاصية الارتباط والموضحة بالشكل (٧) فان تأثيرها يكون ضئيل مع تغير الأبعاد .

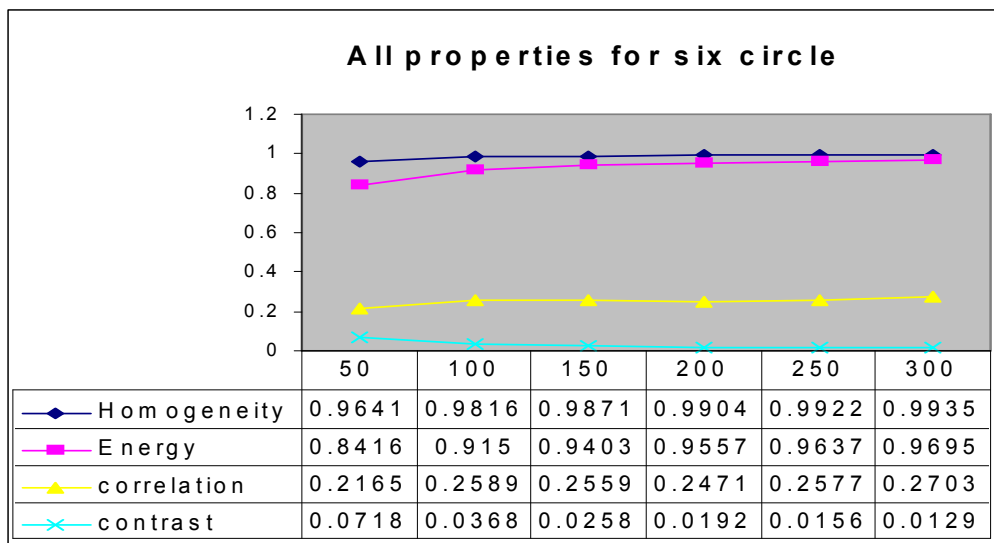


شكل (٦) يمثل صفة التباين



شكل (٧) يمثل صفة الارتباط

وبهذا يمكن ان نلخص الدراسة السابقة للصفات الأربعة للشكل بمخطط منحنى موضح في الشكل (٨) .



شكل (٨) يمثل الصفات الأربعة للشكل

من خلال المناقشة أعلاه نستنتج بان الخوارزمية المطبقة على الأشكال الهندسية المختلفة والموضحة في الملحق (A) تبين ان صفتي الطاقة والتجانس هما أفضل من الصفات الأخرى لأنهما تعطيان تمييز عالي للشكل مقارنة ببقية الصفات (التباين ، الارتباط) .

التوصيات والاعمال المستقبلية:

تبين من خلال مناقشة النتائج وايجابيتها امكانية اعتماد البحث في:

- ١- ربط الخوارزمية المعتمدة لتمييز الاشكال في تصنيف الخرائط المرسومة من خلال برامجيات AutoCAD
- ٢- امكانية توصيف الافكار المعتمدة لأجل التمييز الفيزيائي لبعض اجزاء الانسان مثل تمييز شكل الكف او شكل الوجه
- ٣- امكانية تطبيق فكرة اكتشاف الزوايا داخل الاشكال الهندسية لأجل قياسها بالاعتماد على العلاقات الرياضية

المصادر:

- 1-Robert M Haralick, K Shanmugam, Its'hak Dinstein , "Textural Features for Image Classification". IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics SMC-3 (6): 610–621,1973.
- 2-Yu,Wing Hong W., "Memory –Efficient Circle and Ellipse Detection Algorithm in Digital Images ", Dept.of Industrial and Manufacturing Systems Engineering / university of Hong Kong, 0-7803-2559-1/95 IEEE 4262, 1995 .
- 3-David M. Mount,Nathan S.Netanyahu,"Efficient randomized algorithms for robust estimation of circular arcs and aligned ellipses",Computational Geometry, Volume 19, Issue 1,Pages1-33, June 2001.
- 4-Teh-chuan and kuo-liang chung," An Efficient Randomized Algorithm for Detecting Circles",Department of Information Management, Institute of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University of Science, 4 March 2002.
- 5- patents ,"system and method for the detection of a circle image for pattern recognition", 1 February 2000
- 6-R.K.K.Y ip, P. K. S. Tam, D.N.K. Leung ,"modification of Hough transform for circle and ellipses detection a 2-dimensional array, Pattern Recognition 25 1007–1022, 1992.
- 7-S. Loncaric ,"A survey of shape Analysis Techniques", NEC Research Institute, 1998.
- 8-Kang, Lichun; Lim, Kah Bin; Yao, Jin," Image recognition of occluded objects based on improved curve moment invariants", Technology journals of Digital Information Management articles , 1 June 2009.
- 9-Dinesh Dileep Gaurav ,"Feature Extraction for Character Recognition ",1 Dec 2009.
- 10-R. Rout korpi, J.livarinen,"Conture co-occurrence matrix –Anovel Statistical Shape Descriptor", Helsink university of Technology, Laboratory of computer and information Science, P.O.Box 5400, FIN-02015 Hut, Finland, LNCS 3617.PP.253-260, 2005.
- 11-livari Kunttu1, Leena Lepistö1, Juhani Rauhamaa2, and Ari Visa1," Binary Co-Occurrence Matrix in Image Database Indexing" 1 Tampere University of Technology, Institute of Signal Processing, 2 ABB Oy, Paper, Printing, Metals &

- Minerals, Automation, P.O. Box 553, FIN-33101 Tampere, Finland, P. O. Box 94, FIN-00381 Helsinki, Finland, 2003.
- 12- Andrew Fitzgibbon , "Interactive vision binary image processing", the Department of Artificial Intelligence, University of Edinburgh, 2005.
 - 13-Ryszard S. Chora's, " Image Feature Extraction Techniques and Their Applications for CBIR and Biometrics Systems", International Journal of Biology and Biomedical Engineering, Issue 1, Vol. 1, 2007.
 - 14-Fei Zuo, Peter H. N., "Fast facial Feature extraction using a deformable shape model with haar-wavelet based local texture attributes", Eindhoven Univ. of Technol., Depart. EE, LogicaCMG/Eindhoven Univ.of Technol..5600MB Eindhoven, The Netherlands P.O.Box 7089, 5605JB Eindhoven, NL, 2004.
 - 15-IEEE computer , "Special issue on Content Based Image reterival" ,28,9, 1995.
 - 16-Clausi, David A. "An analysis of co-occurrence texture statistics as a function of gray level quantization," Can. J. Remote Sensing; Vol. 28, No.1, pp. 45-62, 2002.
 - 17-Rose F. Walker, Paul Jackway, I. D. Longstaff, "Improving co-occurrence matrix feature discrimination", proceedings of DICTA '95, pp.643- 648, 1995.
 - 18-Howard D., Mark B., "Neural Network Toolbox User's Guide", The MathWork, Inc, 2008.
 - 19-Roberto M. Cesar Junior, Luciano da Fontoura Costa , " Shape analysis and Classification",http://www.ime.usp.br/~cesar/shape_crc, 2001.
 - 20Haralick, R.M. and L.G. Shapiro, "Computer and Robot Vision", Addison-Wesley Publishing Co, 1992.

(A) الملحق

