المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (13) 2008
ص ص [71-88]

خوارزميات جينية كفوءة لتنعيم الصور

بان احمد حسن متراس* داليا عبد الله أنور**

الملخص

تم في هذا البحث اقتراح أربع خوارزميات جينية لتنعيم الصور ثلاث منها تعمل في المجال الحيزي والرابعة تعمل في المجال الترددي، فالخوارزمية الجينية الأولى تستخدم مرشحات التنعيم المعروفة (الوسيط، والمعدل، والتصغير) كدالات هدف للخوارزمية الجينية كل مرة، كما تم اقتراح أسلوب لتحسين مرشح المعدل. أما الخوارزمية الجينية الثانية فتستخدم عمليات علم الأشكال في التنعيم، والخوارزميتان الجينيتان الثالثة والرابعة تستخدمان مرشح كاوس دالة هدف ولكنهما يختلفان في كون الخوارزمية الثالثة تعمل في المجال ألحيزي فيما تعمل الرابعة في المجال الترددي.

Qualified Genetic Algorithms for Images Smoothing

Abstract

Four types of algorithms are suggested in this paper to smooth images; three of them work in the special domain and the fourth works in the frequency domain. The first genetic algorithm uses smoothing filters which are called the median, mean or minimum as an objective function for the genetic

---

*استاذ مساعد/كلية علوم الحاسبات والرياضيات/قسم الاحصاء.

**مدرس مساعد/جامعة صلاح الدين/كلية التربية.

تاريخ التسلم : 2007/4/23 ـــــــــــــــــــــــــتاريخ القبول : 2007/8/22

algorithm each time. A style has been proposed to enhance the mean filter. The second genetic algorithm uses processes of morphology to perform smoothing operation, while the third and fourth ones utilize Gaussian filter as an objective function, but they differ in that the third genetic algorithm works in the special domain and the fourth in the frequency one.

1. مقدمة Introduction:

لقد قاد ازدياد الصعوبات التقنية وتعقيدها وعدم قدرة الحلول البرمجية التقليدية على استيعابها الباحثين إلى التعمق في أيجاد خوارزميات كفء تساعد في أيجاد الحلول المناسبة والمثالية للمسائل المعقدة وفي سرعة الوصول إلى الحلول وخزنها واسترجاعها، ومن ثم التوصل إلى هيكلية مترابطة لبنية برمجية ذكية ومن هذه الخوارزميات الكفء هي الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm GA [1].

اكتشف الخوارزمية الجينية عام 1975 العالم جون هولاند John Holland في جامعة ميشكان، وفكرة الخوارزمية الجينية هي أن تولد جيلاً وتختار منه الوليد الأفضل من عملية التداخل الإبدالي Crossover والطفرة Mutation لتكوين مجتمع جديد. إذ يبدأ الحل بمجتمع ذي قيم عشوائية تمثل مجموعة الحلول، وكل حل له دالة لياقة معينة ترتبط مباشرة بدالة الهدف للمسألة المعينة وبعد ذلك يتم تعديل هذا المجتمع وتوليد جيل آخر جديد من خلال تطبيق مجموعة من العمليات الجينية منها الانتقاء Selection والتداخل الإبدالي Crossover والطفرة Mutation وبصورة متكررة وبالتتابع على أفراد الجيل لحين تحقق شرط التوقف. وقد استخدمت الخوارزمية الجينية بصورة واسعة في مجالات عديدة منها: معالجة الصور Image Processing وبحوث العمليات Operations Research وغيرهما وقد لاقت نجاحاً كبيراً وعناية واسعة [2].

تعد الصورة الرقمية Digital Images مصفوفة يحدد دليلا صفها وعمودها مكان النقطة في الصورة، وقيمة عنصر المصفوفة الموافق يحدد قيمة

السوية الرمادية عند تلك النقطة. وتقسم الصور الرقمية بالاعتماد على الألوان إلـى ثلاثة أنواع : [1][5]

الصور الثنائية Binary Images، الصور ذوات التدرج الرمادي Cray Level Images، الصور الملونة Color Images.

يمكن تقسيم أساليب معالجة الصور الرقمية إلى صنفين أساسيين هما طرائق المجال المكاني Spatial Domain وطرائق المجال الترددي Frequency Domain.

إن النقاط الرئيسة في حقل معالجة الصورة الرقمية تشمل المجالات الآتية:

1. كبس الصورة Image Compression:[3][5].
2. تجزئة الصورة Image Segmentation: [6].
3. العتبة Threshold: [2][3][8].
4. استعادة الصورة Image Restoration: [3][5][6].
5. تحسين الصورة Image Enhancement:[5].

2. تنعيم الصورة Image Smoothing:

يستخدم التنعيم لغرضين أساسيين: الأول لأجـل إعطـاء تـأثير خـاص لمكونات الصورة والثاني لأجل التخلص من التشويش (الضوضاء) الموجود فـي الصورة، إذ تستعمل عمليات التنعيم في الأصل لإضعاف الآثار الزائفة التي يمكـن أن تكون موجودة في الصور الرقمية نتيجة لنظـام معاينـة Sampling System رديء أو قناة اتصال غير دقيقة [3][6].

ومن أهم أنواع الضوضاء:

* ضوضاء من نوع كاوس Gaussian Noise: [4] :
* ضوضاء حبات الملح والفلفل Salt and Pepper Noise: [6].

1.2 مرشحات التنعيم Smoothing Filter :

المرشح بصورة عامة مصفوفة ذات حجم (3*3)، (5*5)، (7*7) أو اكبر وان تحديد حجمه وعناصره يعتمد على التطبيق الذي من أجله يستخدم

المرشح، وتستخدم المرشحات في معالجة الصور في مختلف مجالاته إذ توجد مرشحات خاصة لتجزئة الصور و تنعيمها و تدور هذه المرشحات بعملية اللاف الرياضي Convolution على المعلومات المكانية للصور. ومن أكثر أنواع مرشحات التنعيم استخداماً:
مرشح المعدل Mean Filter، **مرشح الوسيط** Median Filter، **مرشحا التصغير والتكبير** Min and Max Filters، **مرشح كاوس** Gaussian Filter [4][5][7][3][2].

2.2 تحويل فوريير Fourier Transform:

يعد تحويل فوريير أحد التحويلات المهمة بسب المدى الواسع لتطبيقاته لمجال معالجة الصور التي أوجدها الباحث الرياضي الفرنسي Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) لتوضيح توزيع درجات الحرارة وشروطها. بفرض أن لدينا صورة بأبعاد N*N فان تحويل فوريير المتقطع يعطى بالمعادلة الآتية : [5][7]

$$F(u,v)=\frac{1}{N}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\exp[-j2\pi(ux+vy\ /N)]; \quad (1)$$
$$v=0,1,...N-1;\ \ u=0,1,...,,N-1$$

3.2 معالجة الصور بواسطة علم الاشكال: Morphological Image Processing

إن الرياضيات المتعلقة بعلم الأشكال Mathematical Morphology تستخدم كأداة لانتزاع مركبات الصورة التي تكون مفيدة في تمثيل مناطق الأشكال ووصفها كالحدود والمناطق المحدبة وغيرها في الصورة. [6].

تعد عمليتا التمدد Dilation والتقلص Erosion أساسيتين في معالجات علم الأشكال Morphological Processing والكثير من عمليات علم الأشكال يعتمد على هاتين العمليتين [4][9].

إن الطريقة الوحيدة للحصول على أفضل تنعيم تكون بتطبيق عملية الفتح Open متبوعة مباشرة بتطبيق عملية الغلق Close.[8]

3. خوارزميات جينية مقترحة لتنعيم الصور

تتضمن هذا الفقرة عرض خطوات الخوارزميات الجينية المقترحة لتنعيم الصور في المجالين الحيزي Spatial Domain والترددي Frequency Domain وإجراء مقارنة للنتائج التي تم الحصول عليها من جراء تطبيق الخوارزمية لاختبار مدى كفاءة طرائق التنعيم لتحسين صورة شوهت بنوعين من الضوضاء وهما:

- حبات الملح والفلفل Salt and Pepper بنسبة 0.05.
- كاوس Gaussian بانحراف قياسي 0.01.

4. الخوارزميات الجينية المقترحة في المجال ألحيزي:

خطوات الخوارزميات الجينية التي تم اقتراحها لتنعيم الصورة في المجال الحيزي.

نشير هنا الى عملية التداخل الابدالي المقترحة من قبلنا والتي تم استخدامها في الخوارزمية المقترحة الثانية وكالآتي: في هذه الخطوة تم إجراء عملية التداخل الإبدالي على الآباء لإنتاج نوعين جديدين من الأبناء وقد تـم اقتـراح معـادلتين ساعدتا على تسريع الحل هما:

$$\left(\frac{F_1 \cdot P_1 + F_2 \cdot P_2}{F_1 + F_2} \right) \cdot \text{Ratio} + (1 - \text{Ratio}) \cdot (K \cdot P_1 + (1 - K) \cdot P_2) \quad \textbf{(2)}$$

(3)(Ch1

$$\textbf{Ch2} = \text{Ratio} \cdot \left(\frac{P_1 + P_2}{2}\right)$$

إذ أن:

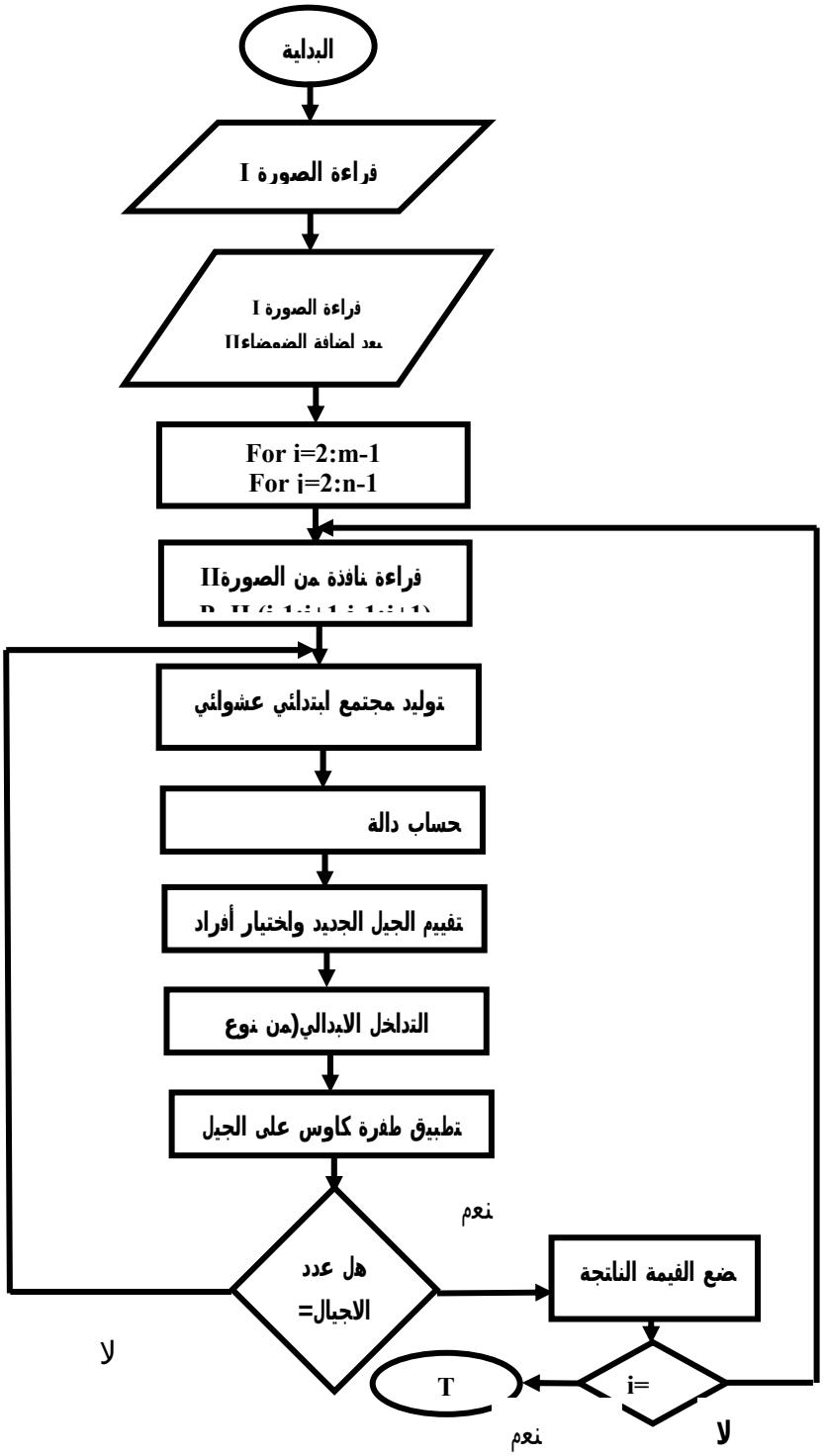
$$F_1 = Fitness\ function(1); \quad F_2 = Fitness\ function(2)$$

$$P_1 = Parent(1); \quad P_2 = Parent(2)$$

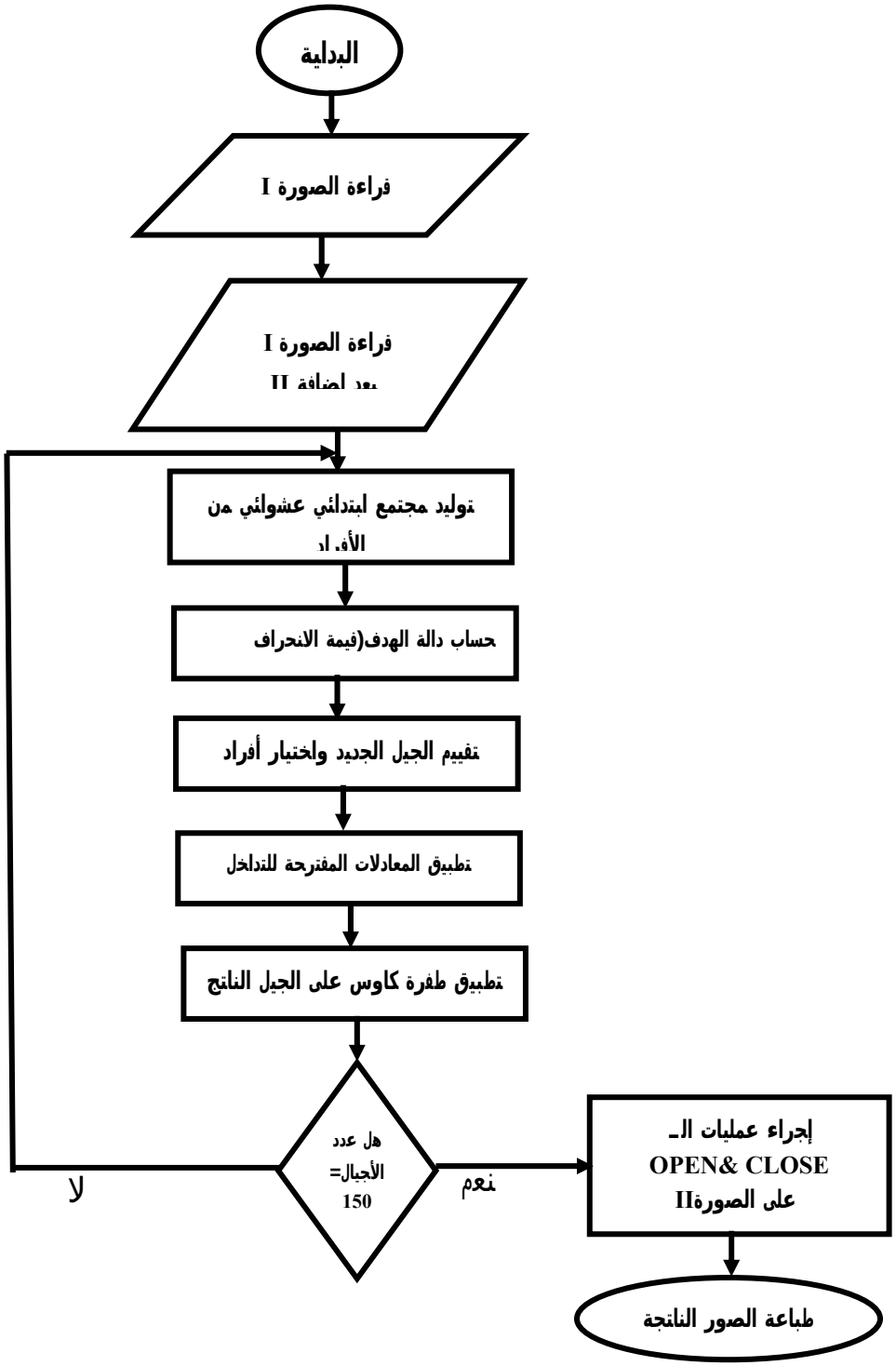
$$K = Fitness\ function(1) - Fitness\ function(2)$$

وقد تم اختيار **Ratio** مساوياً لـ 0.7.

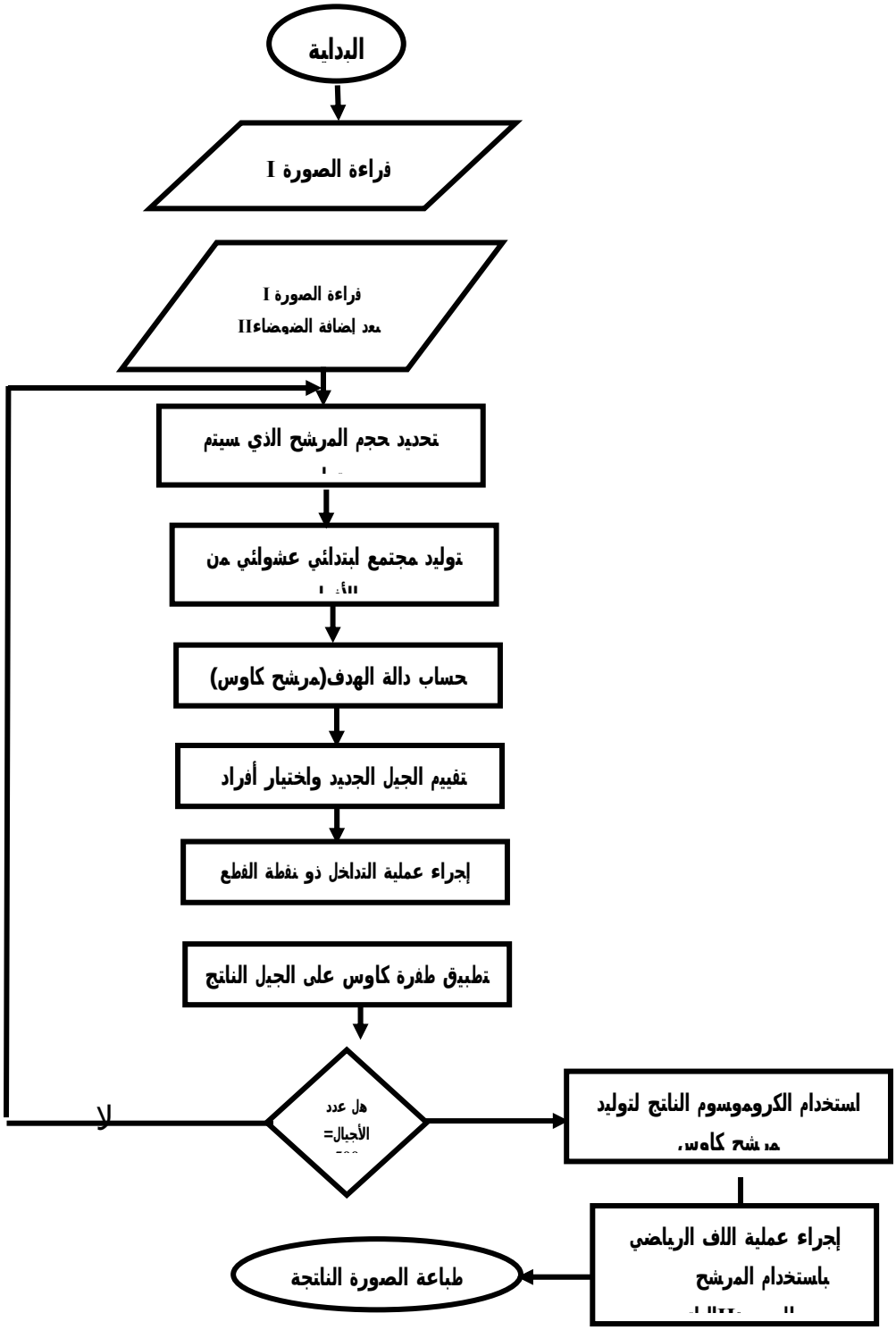
المخطط الانسيابي للخوارزمية الجينية المقترحة الاولى



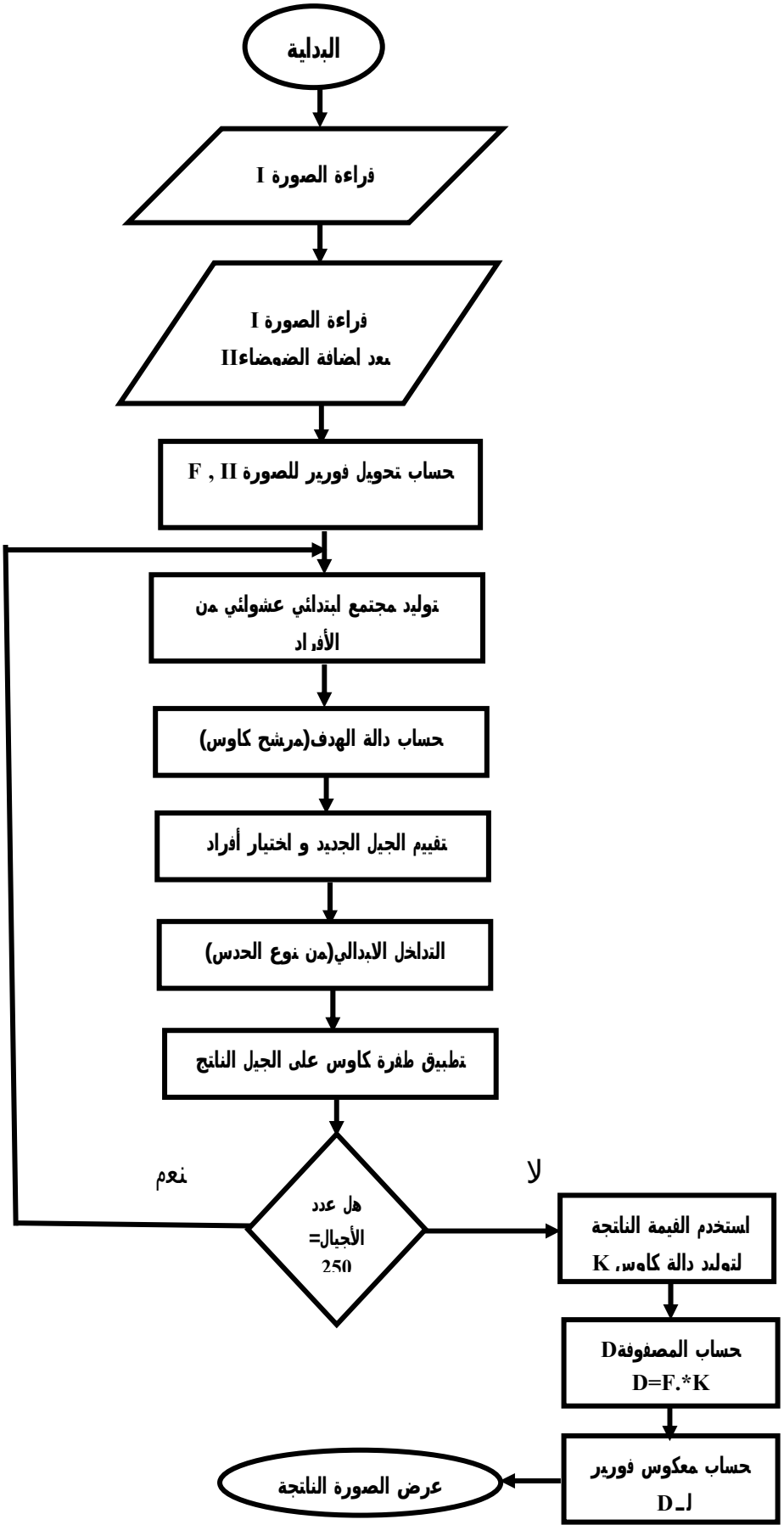
المخطط الانسيابي للخوارزمية الجينية المقترحة الثانية



المخطط الانسيابي للخوارزمية الجينية المقترحة الثالثة



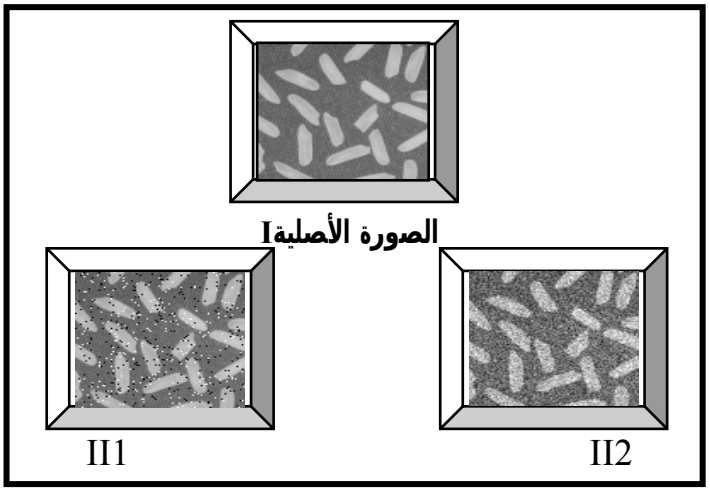
المخطط الانسيابي للخوارزمية الجينية المقترحة الرابعة في المجال الترددي



5. مثال تطبيقي:

لقياس أداء الخوارزميات الجينية المقترحة في المجالين الحيزي والترددي بهدف تنعيم الصورة لتخليصها من الضوضاء فقد تم تطبيق هذه الخوارزميات على صورة حبات الرز وبأبعاد 100*100 وبنافذتين بأبعاد 3*3 و5*5 لأغلب الطرائق، ولمعرفة مدى تأثير الضوضاء في الصورة فقد قمنا بحساب قيم الانحراف القياسي والمعدل للصورة التي تتم معالجتها قبل إضافة الضوضاء وبعدها والجدول **(1)** يبين هذه القيم، والشكل **(1)** يوضح الصورة قبل إضافة الضوضاء وبعدها.

فالصورة الأصلية من دون ضوضاء المشار اليها في الشكل (1) بالرمز I. أما الصورة بعد إضافة ضوضاء من نوع Salt and pepper فمشار اليها بالرمزII1 بنسبة 0.05. ويشار إلى الصورة بعد إضافة ضوضاء من نوع Gaussian بالرمـ زII2 بنسبة 0.01.



الشكل (1): الصورة قبل إضافة الضوضاء وبعدها

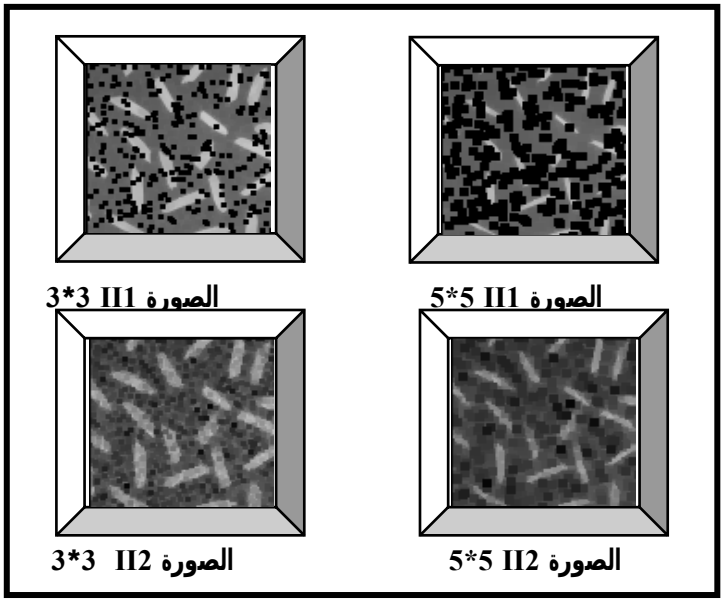
الجدول(1): قيم الانحراف القياسي والمعدل للصورة قبل إضافة الضوضاء وبعدها

المقاييس / الصور	الانحراف القياسي STD	المعدل Mean
I	37.1163	133.2646
II1	46.6173	132.5939
II2	45.0854	133.2053

وفيما ياتي نتائج تطبيق الخوارزميات المقترحة:

الخوارزمية الجينية المقترحة الأولى في المجال الحيزي: سوف نأخذ عرضاً لصور التطبيق عندما تكون دالة الهدف من نوع التصغير.

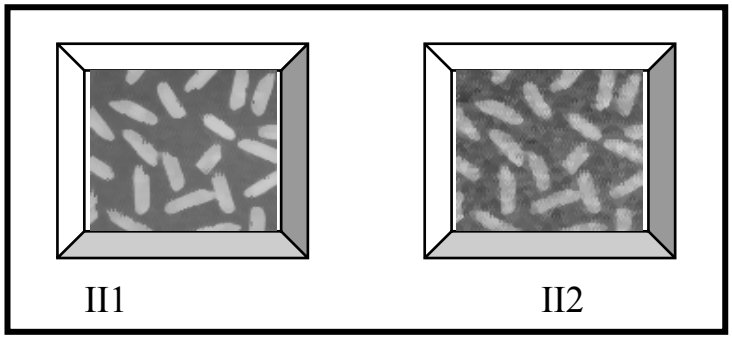
الخوارزمية الجينية المقترحة الاولى ودالة الهدف من نوع التصغير:



الشكل (2) المعالجة بمرشح التصغير

الخوارزمية الجينية المقترحة الثانية في المجال ألحيزي:

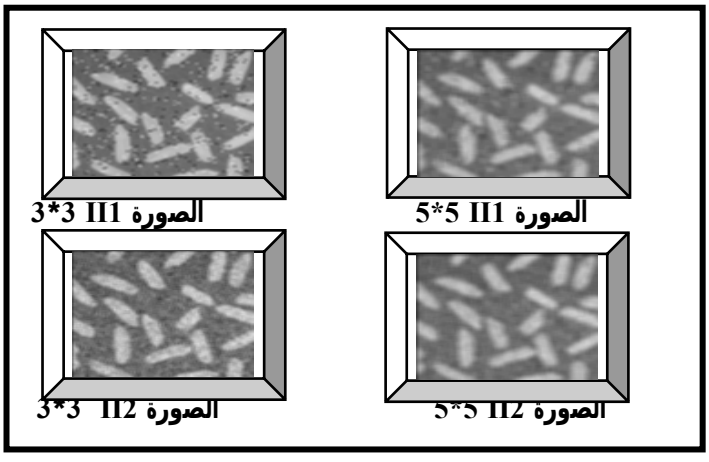
نبين هنا نتائج تطبيق الخوارزمية الجينية المقترحة الثانية مع مرشحات علم الأشكال:



الشكل (3): مرشحات علم الأشكال

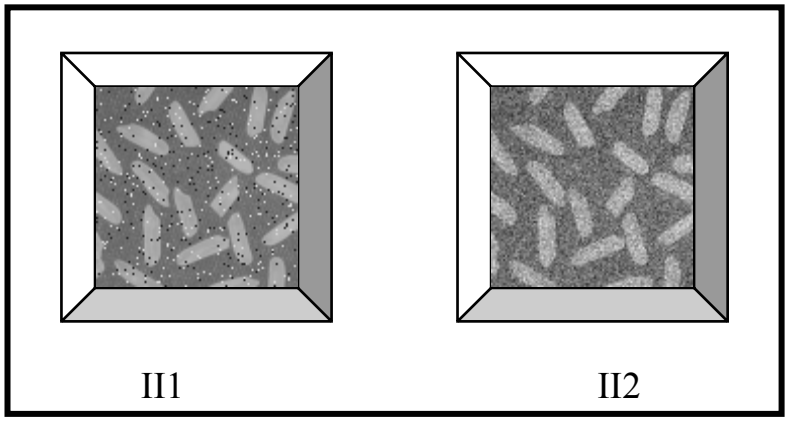
الخوارزمية الجينية المقترحة الثالثة في المجال ألحيزي:

نبين هنا نتائج تطبيق الخوارزمية الجينية المقترحة الثالثة لمرشح كاوس في المجال الحيزي.



الشكل (4):مرشح كاوس

الخوارزمية الجينية المقترحة الرابعة في المجال الترددي: نبين هنا نتائج تطبيق الخوارزمية الجينية المقترحة الرابعة لمرشح كاوس في المجال الترددي.



الشكل (5) :المعالجة بمرشح كاوس في المجال الترددي

والجدول (2) يبين قيم الانحراف القياسي والمعدل للصور II1 و II2 بعد المعالجة بالخوارزميات الجينية المقترحة:

الجدول (2) قيم الانحراف القياسي والمعدل للصور بعد المعالجة

الطريقة	الصور	II1		II2	
	حجم النافذة	الانحراف لقياسي	المعدل	الانحراف لقياسي	المعدل
Median	3*3	36.2991	132.8631	35.9569	133.1459
	5*5	35.3929	132.6046	32.3850	132.9404
Mean	3*3	33.4403	132.5405	34.5682	133.2385
	5*5	29.4365	133.0055	30.4852	133.3311
Mean 1	3*3	31.7644	105.3486	32.9387	105.7145
	5*5	10.1043	37.9783	10.4703	38.0818
Min	3*3	57.0474	90.2220	36.4248	88.5721
	5*5	56.2664	52.6660	29.9714	70.0627
Gaussian1	3*3	33.5503	133.4630	34.4623	133.0150
	5*5	29.1335	132.3524	30.7171	132.8447
Gaussian2	…..	34.8726	130.0767	34.2854	130.3713
Morphology	3*3	36.3858	130.8283	34.512	132.9097

إذ أن: **Median: تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجـينية الأولى عندما تكون دالة الهدف من نـوع الوسيط.**

Mean : تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجـينية الأولى عندما تكون دالة الهدف من نـوع المعدل.

Mean1: تمثل المعالجة بتطـبيق الخوارزمية الجينـية الأولى عندما تكون دالة الهدف من نـوع المعدل المحسنة.

Min: تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجينـية الأولى عندما تكون دالة الـهدف من نـوع التصغير.

Gaussian1: تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجينية الثالثة لمرشح كاوس في المجال الحيزي.

Gaussian2: تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجينية الرابعة لمرشح كاوس في المجال الترددي.

Morphology: تمثل المعالجة بتطبيق الخوارزمية الجينية الثانية.

وبملاحظة قيم الجدول **(2)** نجد أن الطرائق المستخدمة كافة نجحت في تنعيم الصورة المشوهة وإزالة الضوضاء منها، وإن النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق الخوارزمية الجينية الأولى ودالة الهدف من نوع مرشح الوسيط تعد أفضل النتائج التي تم الحصول عليها ثم تليها طريقة مرشح المعدل في الخوارزمية الجينية الأولى ثم الخوارزمية الجينية الثالثة (مرشح كاوس في المجال ألحيزي) ثم طريقة المعدل المحسنة في الخوارزمية الجينية الأولى ثم الخوارزمية الجينية الرابعة (مرشح كاوس في المجال الترددي) وأخيرا مرشح التصغير.

ولمعرفة مدى كفاءة الطرائق وتفاضلها فيما بينها لاسترجاع الصورة الأصلية قمنا بحساب معدل الخطأ النسبي للصورةII1 كما مبين في المعادلة **(4)** وII2 بعد المعالجة بالخوارزميات الجينية المقترحة والصورة الأصلية من دون ضوضاء والنتائج موضحة في الجدول (3) الآتي:

$$\text{error} = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} |I_0 - I_1|}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} I_1} \qquad (4)$$

إذ أن: I_0 : تمثل الصورة بعد المعالجة

و I_1 : تمثل الصورة الأصلية

الجدول(3) معدل الخطأ النسبي للصور بعد المعالجة والصورة الأصلية

Morphology	0.0310	…….	0.1059	.0
الصور	II1		II2	
الطريقة	3*3	5*5	3*3	5*5
Median	0.0355	0.0788	0.0809	0.0980
Mean	0.0817	0.1037	0.0758	0.1004
Mean1	0.2126	0.7150	0.2076	0.7142
Min	0.3230	0.6048	0.3356	0.0474
Gaussian1	0.0802	0.0948	0.0765	0.0882
Gaussian2	0.0948	……..	0.1359	……..

وبملاحظة نتائج الجدول السابق نجد انه في حالة كون الضوضاء من نوع حبات الملح والفلفل فإن النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق الخوارزمية الجينية الأولى ودالة الهدف من نوع مرشح الوسيط كانت مقاربة جداً إلى النتائج التي تم الحصول عليها عند تطبيق الخوارزمية الجينية الثانية بنافذة 3*3 وهاتان الطريقتان نجحتا في استعادة الصورة الأصلية من الصورة المشوهة ثم تليهما طريقتا مرشح المعدل في الخوارزمية الجينية الأولى والخوارزمية الجينية الثالثة (مرشح كاوس في المجال الحيزي) ثم طريقة المعدل المحسنة في الخوارزمية الجينية الأولى لنافذة بأبعاد 3*3 و5*5 ثم الخوارزمية الجينية الرابعة (مرشح كاوس في المجال الترددي) وأخيرا مرشح التصغير في الخوارزمية الجينية الأولى.

أما فيما يتعلق بالصورة المشوهة بضوضاء من نوع كاوس فإن مرشح التصغير في الخوارزمية الجينية الأولى بنافذة بأبعاد 5*5 أعطى اقل خطأ نسبي بنافذة 5*5 وتليه الخوارزمية الجينية الثالثة (مرشح كاوس في المجال ألحيزي) وبنافذتين بأبعاد 3*3 و5*5 ثم مرشحا المعدل والوسيط في الخوارزمية الجينية الأولى وبنافذة ببعدين 3*3 و5*5 ثم الخوارزمية الجينية الثانية وتليها الخوارزمية الجينية الرابعة (مرشح كاوس في المجال الترددي) وأخيرا طريقة المعدل المحسنة في الخوارزمية الجينية الأولى.

ولمعرفة مدى تأثير الخوارزميات الجينية المقترحة في الصور التي تحتوي على ضوضاء فقد قمنا بحساب معدل الخطأ النسبي للصور بعد المعالجة والصور التي تحتوي على ضوضاء:

$$error = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} |I_0 - I_1|}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} I_1} \quad (5)$$

إذ أن: I_0 : تمثل الصورة بعد المعالجة، I_1 : تمثل الصورة التي تحتوي على ضوضاء.

الجدول(4) معدل الخطأ النسبي للصور بعد المعالجة والصور التي تحتوي على ضوضاء

الصور / الطريقة	II1		II2	
	3*3	5*5	3*3	5*5
Median	0.0831	0.1262	0.1454	0.1798
Mean	0.1202	0.1500	0.1561	0.1840
Mean1	0.2475	0.7291	0.2367	0.7144
Min	0.3196	0.6028	0.3351	0.4740
Gaussian1	0.1276	0.1413	0.1716	0.1796
Gaussian2	0.0672	……..	0.0685	……..
Morphology	0.0811	……..	0.1862	……..

من الجدول (4) نجد أن الخوارزمية الجينية الرابعة (مرشح كاوس في المجال الترددي) كانت تمتلك اقل خطأ نسبي للصورة المشوهة بنوعين من الضوضاء يليها مرشح الوسيط والمعدل في الخوارزمية الجينية الأولى والخوارزمية الجينية الثالثة (مرشح كاوس في المجال ألحيزي) لنافذة ببعدين 3*3 و5*5 وتليهما الخوارزمية الجينية الثانية وطريقة المعدل المحسنة في الخوارزمية الجينية الأولى لنافذة بأبعاد 3*3 وأخيرا مرشح التصغير في الخوارزمية الجينية الأولى. أما في حالة كون نافذة المعالجة بأبعاد 5*5 فأن معدل الخطأ النسبي لطريقة مرشح التصغير أفضل من طريقة المعدل المحسنة ولكن من ناحية وضوحية الصورة فإن طريقة المعدل المحسنة أفضل.

ملاحظة: تمت برمجة جميع الخوارزميات باستخدام لغة Matlab 7.

6. المصادر References:

[1] . بشير، غصون سالم. (2003)، " **استخدام الخوارزمية الجينية في مطابقة الصور**"، بحث ماجستير، جامعة الموصل، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، قسم علوم الحاسبات.

[2] . العمري، هدى عبد الله باشعالم. (2004)،" **كروموسومات جينية لتجزئة الصور**"، بحث ماجستير، جامعة الموصل، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، قسم علوم الحاسبات.

[3]. قاسم، عمر صابر. (2005)، "**استخدام شبكة الانحدار المتدرج المحسنة في تشخيص مرض حصى الكلى** "، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، قسم الرياضيات.

[4]. **Fisher, R.; Perkin, S.; Walker, A. and Wolfart, E. (2000),** "Image Processing Learning Resources", **HIPR2, Explore with JAVA.**

[5]. **Gonzales, R. C. and Wintz P. (1977), "**Digital Image processing**", Addison- Wesley, University of Nottingham, England.**

[6]. **Gonzales, R. C. and Richaed, E.W. (2002),** "Digital Image Processing", **Second Edition, Prentice Hall, New Jersey 07458.**

[7]. **Umbaugh, S. E. (1998),** "Computre Vision and Image Processing ; A Practical Approach Using CVIP tools", **ph. D. Thesis, Prentice Hall PTR.**

[8]. Kim, Y. and Chana, V. (1998), "Image Segmentation-part2", **EE/BIOEN 568—Image Processing Computer System--.**
http://icel.ee.washington.edu/~vikram/segment1.html

[9]. "Morphology-based Operations",
http://www.ph.tn.tudelft.n/courses/FIP/noframs/fip-Techniqu.hyml