خوارزمية هجــينة للتخلص من ضوضاء الصور

حنان حامد علي

كلية علوم الحاسبات و الرياضيات

جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث ٦/١٧ /٢٠٠٧ تاريخ قبول البحث ١١/٤ /٢٠٠٧

ABSTRACT

The development in life has made the need for using images very important in many fields like space, engineering and medicine. Due to the fact that such images are affected by various noises from different resources they require some kind of filtering. The new algorithm applied in this research is obtained from merging two available methods. The first method adopts the conservative smoothing filter while the second one uses the median filter. The result of each method is compared with the new result outcome from the application of the new hybrid algorithm.

Keyword: smoothing, noise, conservative filter, median filter

الملخص

مع تطور الحياة وتعقدها ظهرت الحاجة إلى استخدام الصور في كثير مــن المجــالات الفضائية والهندسية والطبية، ولكون هذه الصور تتعرض لكثير من التشويش والضوضاء ومــن عدة مصادر لذلك ظهرت الحاجة إلى استخدام أساليب متنوعة لتحسين إظهار هذه الصور ومــن هذه الأساليب التنعيم (Smoothing) بواسطة المرشحات.

وقد استخدمت خوارزمية جديدة مقترحة في هذا البحث هي (خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي) وهي خوارزمية هجينة نتجت من دمج خوارزمية التنعيم المحــافظ(Conservative Smoothing) وخوارزمية المرشح الأوسطي (Median Filter) . نتائج كــل طريقــة تمــت مقارنتها مع النتائج المحصلة من الخوارزمية الهجينة الجديدة.

1. المقدمة

في السنوات الماضية من عمر التكنولوجيا تم الاهتمام بالصور ومجال تطبيقاتها حتــى شمل مختلف أنشطة الحياة كالطب والفضاء وبحوث التعليم والاتصالات ولذلك أصــبح الإلمــام بمبادئ معالجة وتحسين الصور من الأمور الضرورية في كثير من التطبيقات.

إن مواكبة التطور العلمي في مجال استخدام الصور وضعت الباحثين أمـام تحـديات كبيرة للتعامل مع الصور من ناحية تحسين المتضررة منها او توضيح الصور التي تعرضت إلى نوع من الضوضاء (noise) لذلك تم اختيار مجال هذا البحـث لتحـسين اسـتخدام الـصور وعرضها وذلك بالتوصل إلى خوارزمية متطورة يمكن أن تخدم الغرض من البحث [2] .

2.نبذة تعريفية عن تحسين الصور واستخدامها

إن تحسين الصور (Image Enhancement) هو مصطلح يراد به الحـصول علـى صور رقمية بشكل أفضل أي أدق وأصفى[9]، وهناك أسلوبان رئيسان لتحسين الصور هما:

أولا : عمل تنعيم للصورة(Smoothing) وذلك من خلال إزالة أي تشويه او ضوضاء أصـابت الصورة نتيجة النقل من جهاز إلى أخر أو من خلال النقل عبر الأقمار الصناعية ويوجـد عـدة خوارزميات تقوم بهذا العمل لكن لم تصل بالتحسين إلى أعلى ما يمكن وتعمل هذه الخوارزميات على تعزيز أو تمرير الترددات الواطئة (Low pass Filter).

ثانياً : عمل تحديد لمعالم الصورة (Sharpening) وذلك من خلال توضيح الحافات الموجـودة داخل الصورة والتي تفيد في توضيح معالم الصورة الأساسية وإهمال المواضع غير المهمة داخل الصورة ويوجد عدة خوارزميات تقوم بهذا الغرض اذ تعمل على تعزيـز أو تمريـر التـرددات العالية (High pass Filter) [7] .

3 هدف البحث

يهدف البحث إلى التوصل إلى أسلوب او طريقة تساعد على مزيد من تحسين عـرض الصور الملونة وتنعيمها (Smoothing) بطريقة مبسطة من خلال الدمج مـا بـين خوارزميـة التنعـيم المحـافظ (Conservative Smoothing Filter) وخوارزميـة المرشـح الأوسطي(Median Filter) ودراسة تأثير ذلك من خلال مقارنة الأداء لكل منها .

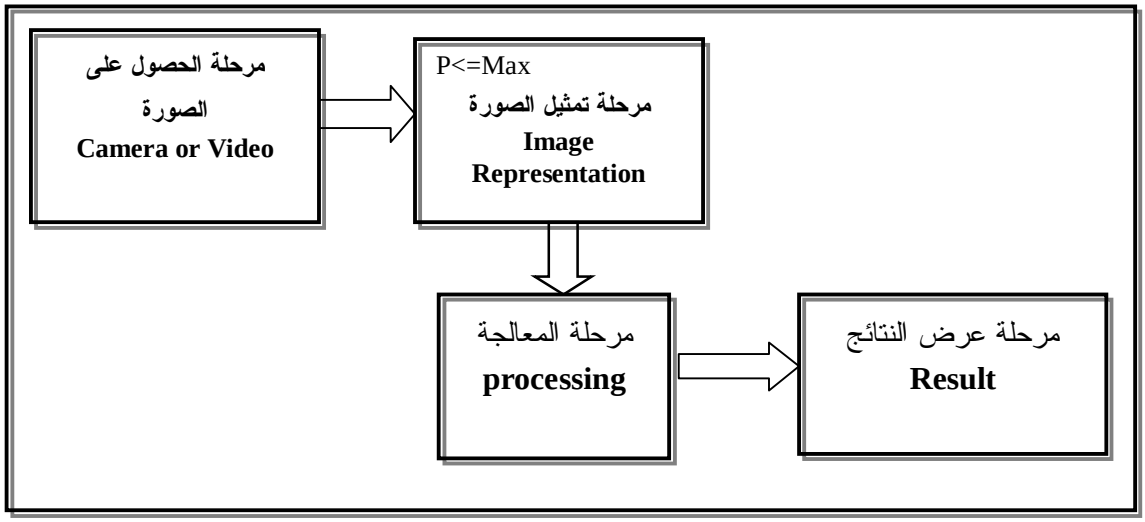
4 مراحل عمل نظام تنعيم الصورة

١- الحصول على الصورة (Capture of image): يمثل عملية قراءة صورة للحـصول علـى معلوماتها وعملية الحصول على هذه الصورة تتم بعدة طرق إمـا بواسـطة الماسـح الـضوئي (Scanner) او فيديـو (Video) او بواسطة كاميرا رقمية (Digital Camera) انظـر لـشكل (1).

2- مرحلة تمثيل الصورة (Image Representation): وهي تمثل مرحلـة تحويـل بيانـات الصورة الى شكل ملائم للمعالجة داخل الحاسوب كأن تكون نوعية الصورة (BMP) إذ تمثل كل

نقطة صورية (Pixel) في هذا النـــوع بقيمـــة ثنائيـــة (Binary) أي (Black & White)، او الصورة ذات التدرج الرمادي (Gray scale) أي الصور ذات اللون الواحد والتي يمكن ان يمثل عدد التدرج فيها بـــ (256) تدرجا، او صورة ملونة (color image) وهي الـــصورة المتكونـــة من ثلاث حزم من الألوان (RGB) إذ تمثل كل حزمـــة بلـــون واحـــد مـــن بيانـــات الـــصورة والمعلومات الحقيقية تخزن كبيانات للصورة بشكل أرقام، هذه الأرقام تمثل شدة الألوان الأساسية وهي اللون الأحمر (Red) والأخضر (Green) والأزرق (Blue) وبذلك يمكن تمثيل الـــصورة بـــ (16777216) لونا [5] .

3- مرحلة المعالجة (Processing): وهي مرحلة تطبيق المعالجة على الصورة المكتسبة فـــي الخطوات السابقة ثم تنفيذ العمليات عليها والتي تؤدي إلى إزالة الضوضاء (Noise) مـــن هـــذه الصورة اذ تتم المعالجة على كل قيمة (Pixel Value) لنقطة صورية بالاعتماد على قيم النقـــاط المجاورة لها، كما في الشكل (2). وتـــسمى هـــذه العمليـــة (Filtering) أي الترشـــيح لإزالـــة الضوضاء إذ تقوم الخوارزمية بعملية تنعيم للصورة وهي عملية إزالة للحدود الحادة الواضـــحة والمؤثرة في الصورة [1] .



الشكل (1) مراحل تحسين الصورة

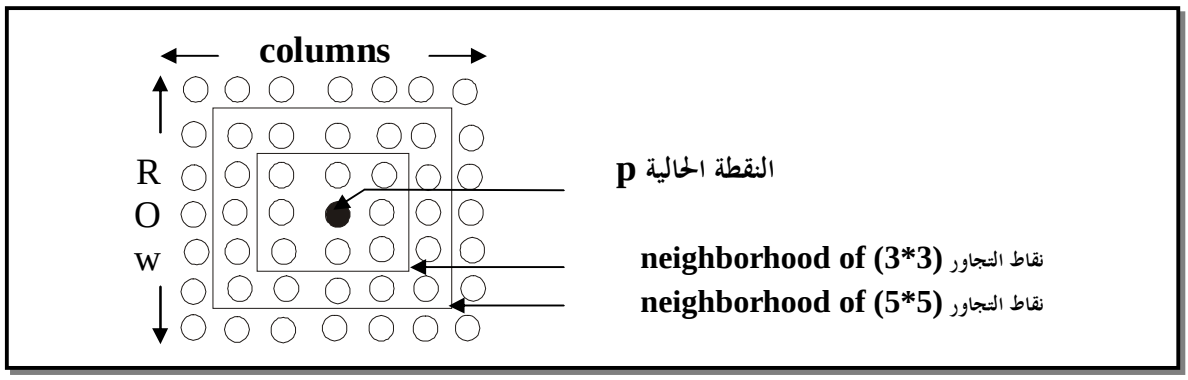
4- مرحلة عرض الصورة (Image Display): في هذه المرحلة يتم عرض الصورة المحصلة بعد تطبيق خوارزمية التحسين عليها ومقارنتها مع الصورة الأولى ما قبل التحـــسين وملاحظـــة الفرو قات بالعرض من ناحية الوضوح والدقة .

5 الضوضاء

الضوضاء عبارة عن معلومات غير مفيدة وغير مرغوب فيها تظهر في الصورة ممـا تسبب تشويها لهذه الصورة، وتأتي الضوضاء عادةً من عدة مصادر تظهر عند نقل الصور مـن أماكن بعيدة إذ تضاف قيم عشوائية لقيمة نقطة صورية معينة (Pixel). يمكن تصنيف الضوضاء إلى عـدة هيئـات مثـل (Additive) وتعنـي "إضـافي" أي إضـافة قـيم للـصورة ومـن أنواعه(Gaussian Noise) ويسمى هذا النوع "Normal"والذي يحدث نتيجة ضوضاء الكترونية والنوع الأخر هو"Impulse" مثل ضوضاء نوع (Salt&Pepper Noise)والذي يحدث نتيجـة قصور في عمل محسسات كاميرات التصوير وهو النوع الذي تم استخدامه في هذا البحث وذلـك لان خوارزمية المرشح الأوسطي وخوارزمية التنعيم المحافظ تتعامل بشكل جيد مع هذا النوع من الضوضاء. أما الهيئة الأخرى فهـي (Multiplicative) وتعنـي "المـضاعفة" ومـن أنواعـه (Speckle Noise) [9] .

6 طرائق تحسين الصور

هنالك عـدة أساليب متبعة لتحسين عرض الصور تعتمد في اغلبها على تقنية اعتماد النقاط المجاورة (neighbors) التي تقع حول النقطة المراد عمل تحسين لها، تحدد مجموعة هذه النقاط بـ (Window)، الشكل(2) وعددها في الغالب اما (3*3) او (5*5) ومن هذه الطرائـق طريقة التنعيم المحافظ (Conservative Smoothing) والمرشح الأوسطي (Median Filter) ومرشح المعدل (Mean Filter) [6] .



الشكل (2)نقاط التجاور

6.1 طريقة التنعيم المحافظ Conservative Smoothing

تعمل طريقة التنعيم المحافظ كمرشح لازالة الضوضاء عن صورة معينة اذ تقوم هذه الفكرة على أساس إيجاد اكبر قيمة (Max) واقل قيمة (Min) من بين مجموعة نقاط التجاور المحيطة بالنقطة الحالية [أي النقطة المراد عمل تحسين لها (P(I , j] ثم فحص هذه النقطة P، اذا كانت قيمتها ضمن الحدود ام لا (Max < P < Min) فاذا كانت ضمن الحدود أي اقل من اكبر قيمة واكبر من اصغر قيمة تبقى قيمتها دون تغيير اما اذا كانت قيمة النقطة P اكبر من القيمة Max فيتم تغيير قيمة P الى القيمة Max واذا كانت قيمة النقطة P اقل من القيمة Min فيتم تغيير قيمة P الى القيمة Min [8].

if Max > P > Min ;	تبقى قيمة P على حالها
if P >= Max ;	تحول قيمة P الى Max
if P < = Min ;	تحول قيمة P الى Min

6.2 طريقة المرشح الاوسطي Median Filter

تعمل طريقة المرشح الأوسطي كمرشح لإزالة الضوضاء التي تعرضت لها صورة معينة اذ تعتمد كما في الطريقة السابقة أيضا على مجموعة نقاط التجاور التي تقع حول النقطة الحالية المراد عمل تحسين لها، اذ تعمل فكرة هذا المرشح على أساس فصل نقاط التجاور ومن ضمنها النقطة الحالية أيضا أي تصبح (٩ نقاط) ثم عمل ترتيب تصاعدي لهذه القيم التسعة وبعدها يتم اخذ النقطة الوسطية من هذه النقاط التسعة المرتبة ووضعها محل النقطة الحالية المراد عمل تحسين عليها . في حالة نقاط التجاور كانت (3*3) فأن النقطة الوسطية ستكون بالموقع الخامس أي العدد الخامس من بين الأعداد التسعة المرتبة، اما اذا كانت نقاط التجاور عددا زوجيا مثلاً (2*2) أي أربعة أعداد فيمكن حساب معدل النقطتين الوسطيتين لتكون قيمة النقطة الحالية [3].

7 التطبيق العملي

أ- خوارزمية التنعيم المحافظ: وتشمل الخطوات الاتية:

1- في البداية يتم الحصول على الصورة من عدة مصادر اما من الانترنيت والتي تكون متحتوية على ضوضاء مباشرةً او تكون صورة صافية لذلك نقوم بإضافة ضوضاء معينة لها، او يتم الحصول على الصورة بواسطة الماسح الضوئي (Scanner) بعدها نقرأ الصورة x وبذلك تصبح معلومات الصورة بشكل مصفوفة رياضية قابلة للتعامل معها وإجراء الحسابات عليها.

2 - نحدد النقطة الحالية (current pixel) المراد عمل تحسين عليها كما نحدد نقاط التجاور لها (Neighbors) والتي تكون بشكل حقل او نافذة (window region) حول النقطة الحالية وهـي تمثل النقاط ذات المواقع التالية بالنسبة الى النقطة الحالية ذات الأبعاد x (I,J):
x(I,J-1), x(I,J+1), x(I+1,J), x(I-1,J), x(I+1,J+1), x(I-1,J-1), x(I-1,J+1), x(I+1,J-1)

3- نحدد اكبر قيمة شدة إضاءة من بين نقاط التجاور (Maximum intensity value) ونضعها بالمتغير Max ونجد اصغر قيمة شدة إضاءة (Minimum intensity value) من بـين نقـاط التجاور ونضعها بالمتغير Min.

4- نقارن بين قيمة النقطة الحالية P مع قيمة النقطة Max والنقطة Min فاذا كانت قيمـة P محصورة بين Max و Min تبقى كما هي واذا كانت P اكبر من Max تحول قيمتهـا الـى قيمة Max واذا كانت P اقل من Min تحول قيمتها الى Min.

5- نعيد الخطوات من (2 الى 4) لكل نقاط الصورة المقروءة X.

6- بعد اكمال العملية يتم عرض الصورة الناتجة مع الصورة الاولى قبـل التحـسين والمقارنـة بينهما. والمخطط الانسيابي (1) يوضح خوارزمية التنعيم المحافظ.

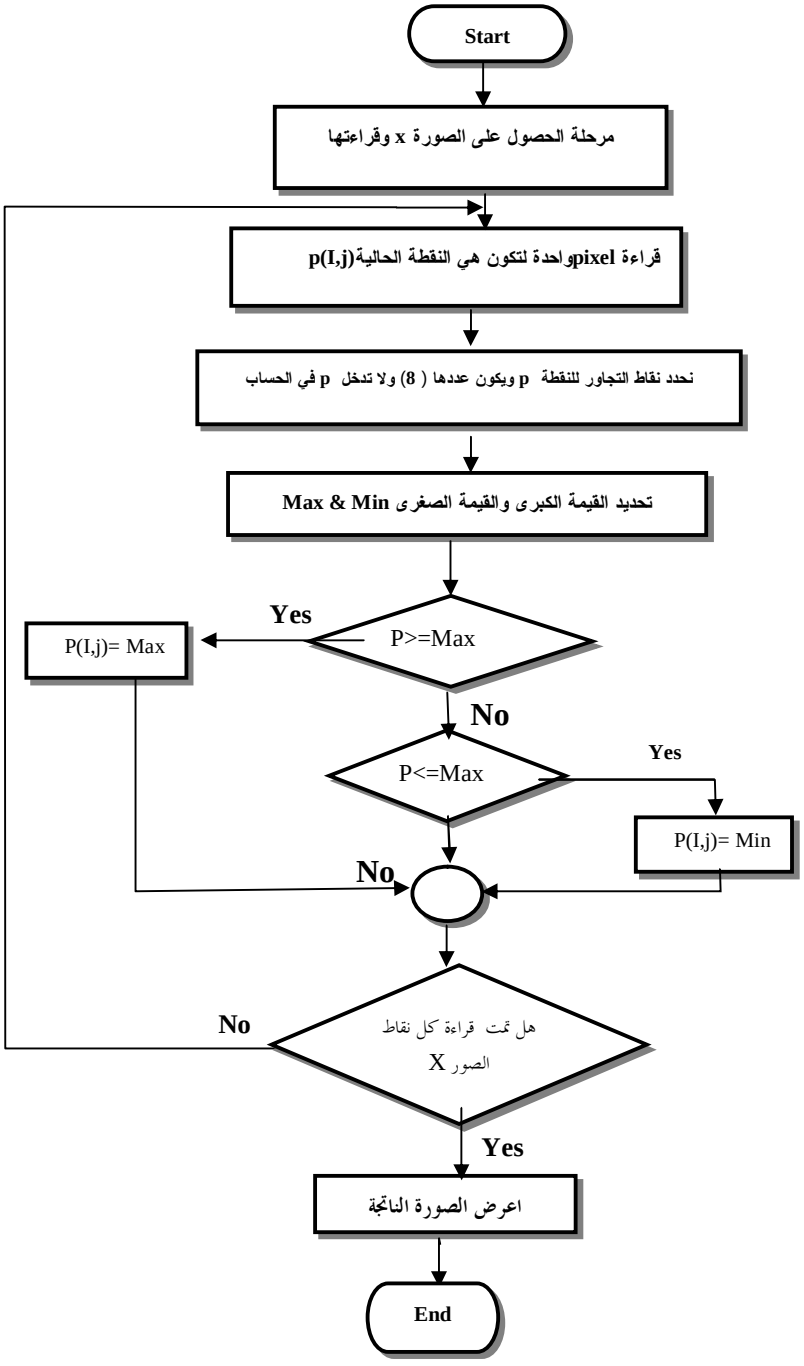
ب - خوارزمية المرشح الاوسطي وتشمل الخطوات الاتية:

1- تكرر الخطوات (1,2) كما في خوارزمية التنعيم المحافظ

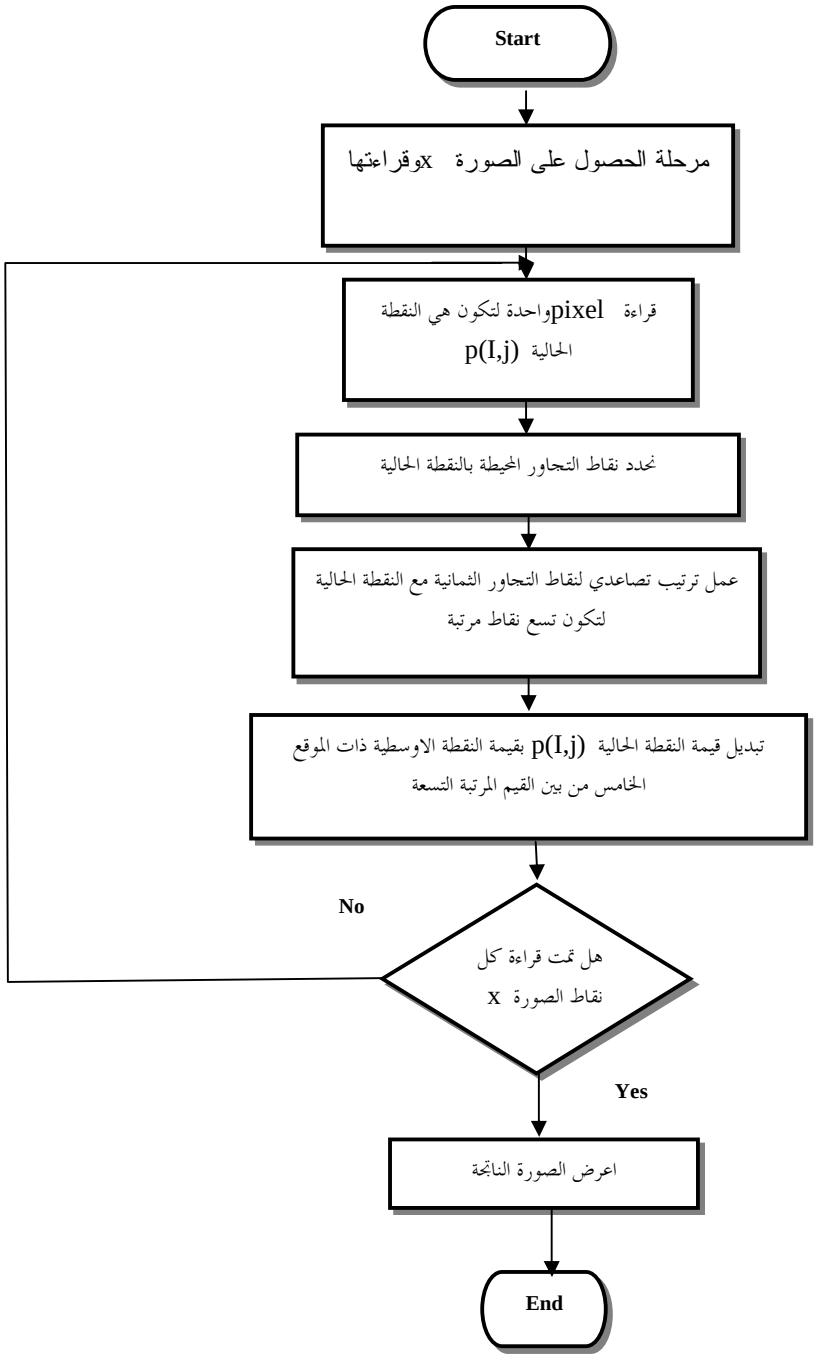
2- بعد فصل نقاط التجاور ومن ضمنهما النقطة الحالية المراد عمل تحسين لها، نعمـل عمليـة ترتيب تصاعدي للقيم التسعة ثم نأخذ القيمة التي تقع بالموقع الوسطي لتكون قيمتها هـي قيمـة النقطة الحالية.

3- تتم إعادة الخطوات (2,3) لجميع نقاط الصورة المقروءة X.

4- بعد إكمال العملية يتم عرض الصورة الناتجة مع الصورة الأولى قبل التحـسين والمقارنـة بينها.والمخطط الانسيابي (2) يوضح خوارزمية المرشح الأوسطي.



المخطط الأنسيابي (1)خوارزمية التنعيم المحافظ



المخطط الانسيابي (2) خوارزمية المرشح الأوسطي

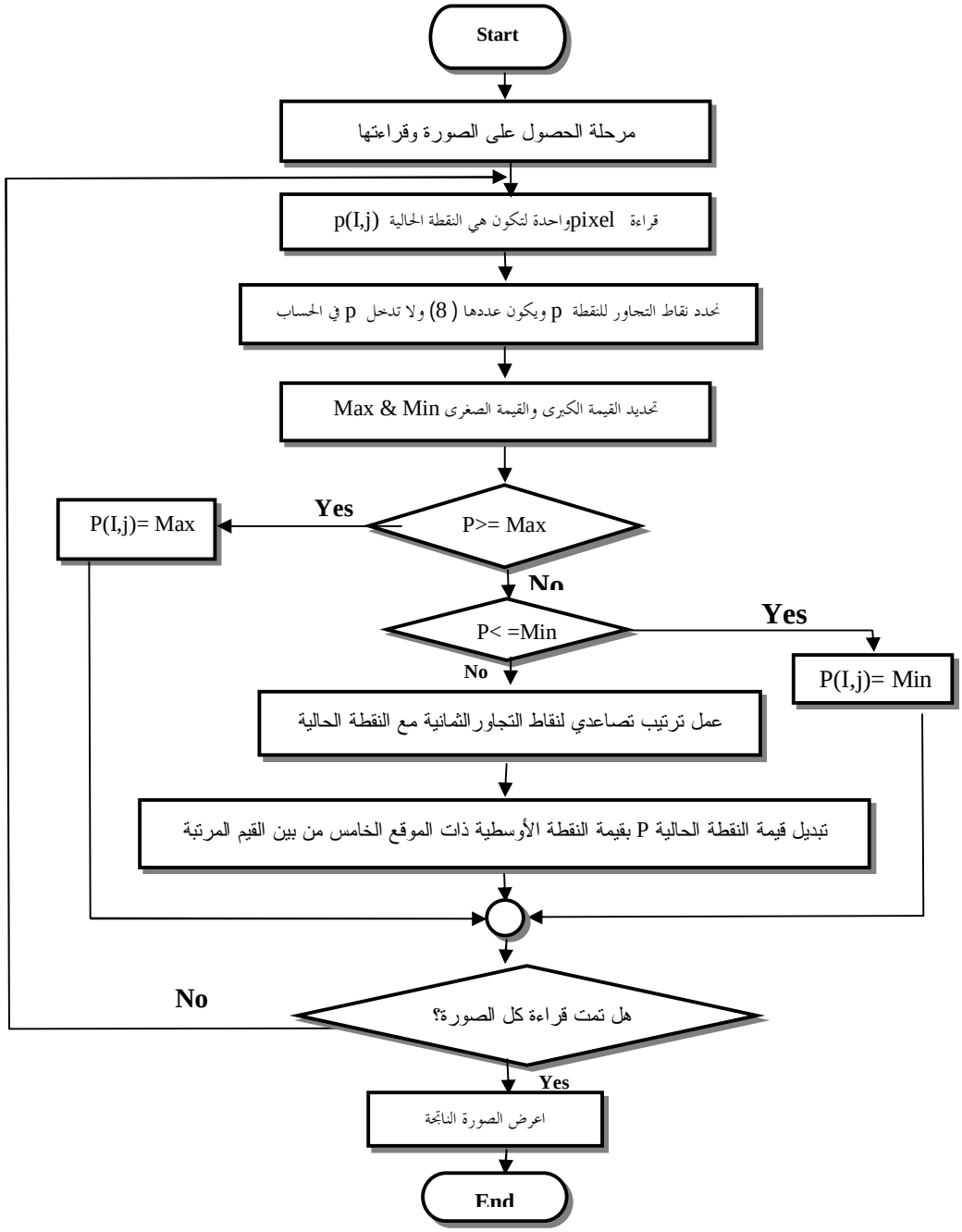
ج- الخوارزمية المقترحة الهجينة(خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي):

1- تكرر الخطوات (1,2,3) كما في خوارزمية التنعيم المحافظ.

4- بعد فصل نقاط التجاور وتحديد القيمة Max والقيمة Min من نقاط التجاور للنقطة الحالية P تتم المقارنة إذا كانت قيمة P اكبر من Max تحول قيمة P إلى Max وإذا كانت قيمة P اقل من Min تحول قيمة P إلى Min اما إذا كانت قيمة P ما بين القيمة Max والقيمة Min عندها نستخدم الدمج مع خوارزمية المرشح الأوسطي أي عمل ترتيب تصاعدي لقيم المتجاورات واخذ القيمة الأوسطية من بينها لتكون قيمتها هي قيمة النقطة الحالية P .

5- تكرر الخطوات (4,5) كما في خوارزمية التنعيم المحافظ.

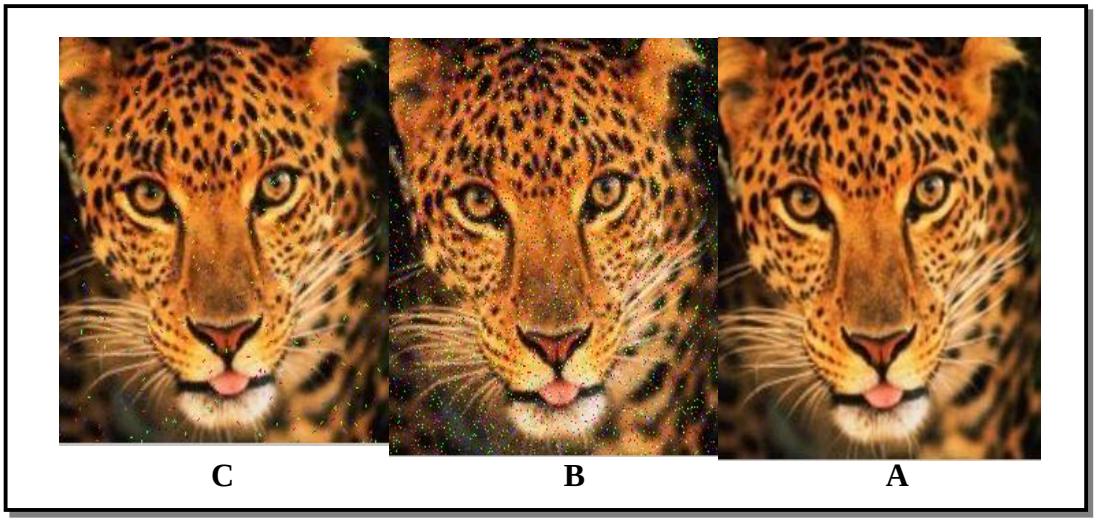
والمخطط الانسيابي (3) يوضح الخوارزمية المقترحة.



المخطط الانسيابي (3) الخوارزمية المقترحة (خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي)

8 النتائج

تم إدخال صورة إلى خوارزمية التنعيم المحافظ وكانت النتائج كما في الشكل (4).



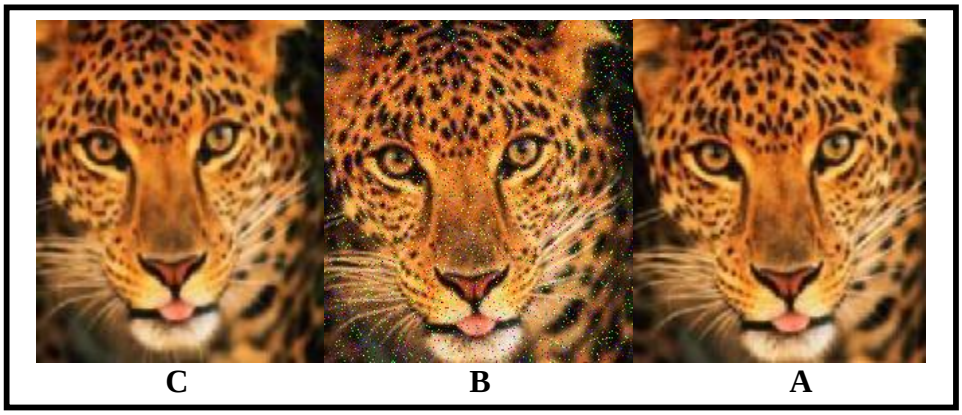
الشكل (4) نتائج تطبيق خوارزمية التنعيم المحافظ

A: الصورة الأصلية

B: الصورة تحتوي على ضوضاء نوع (salt&pepper)بقيمة 0.05

C: الصورة الناتجة بعد التحسين

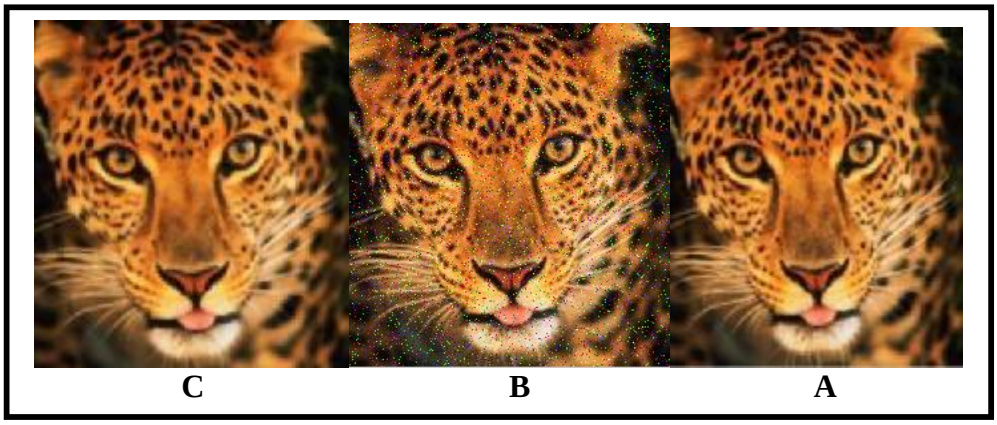
إما عند تطبيق الخوارزمية الثانية أي خوارزمية المرشح الأوسطي فكانت النتائج كما في الشكل(5) .



الشكل (5) نتائج تطبيق خوارزمية المرشح الأوسطي

A: الصورة الأصلية B: الصورة تحتوي على ضوضاء نوع (salt&pepper) بقيمة 0.05 C: الصورة الناتجة بعد التحسين

أما عند تطبيق الخوارزمية الثالثة المقترحة والتي تمثـل دمـج للأسـلوبين الـسابقين أي دمـج خوارزمية التنعيم المحافظ وخوارزمية المرشح الأوسطي فكانت النتائج كما في الشكل (6).



الشكل (6) نتائج تطبيق الخوارزمية المقترحة

A: الصورة الأصلية B: الصورة تحتوي على ضوضاء نوع(salt&pepper) بقيمة 0.05

C: الصورة الناتجة بعد التحسين

لبيان مدى التحسين الحاصل بالصور المطبق عليها الخوارزميات يتم حساب قيمة الفروقات بـين الصورة الناتجة بعد التحسين والصورة الأصلية لكشف عدد النقاط التي حدث بها تغييـر وكلمـا كانت القيمة قليلة أي كانت الفروقات قليلة بمعنى ان التحسين جيد وبغية الحـصول علـى قيمـة واحدة تبين نسبة الفروقات يتم جمع قيم الفروقات للصورة كلها ثم يتم تقسيم هذا المجموع علـى حجم الصورة الكلي وكما في المعادلة الاتية: [4]

$$\text{Change rate} = \sqrt{\frac{\Sigma\,(P_{new} - P_{old})^2}{N*M}}$$

وهذه المعادلة تمثل رياضياً المسافة الاقليدية والتي تجد التباين بين نقاط صورتين قبل التحـسين وبعده وهي متوافقة أي تعطي ذات النتائج مع المعادلـة التـي تـسمى (root-mean-square error) ومعادلتها: [9] .

$$\mathbf{RMSe} = \sqrt{\frac{1}{N*N} \sum_{R=0}^{N-1} \sum_{C=0}^{N-1} [\, I'(r,c) - I(r,c) \,]^2}$$

اذ تمثل 'I الصورة الناتجة بعد التحسين،I الصورة الأصلية، N*N حجم الصورة الكلي.

وفيما يأتي نتائج الفروقات للصورة السابقة المستخدمة في شكل(4,5,6) فضلا عن المجموعة أخرى من الصور (انظر الملحق A) اذ تم تطبيق الخوارزميات الثلاثة على هذه الصور وكما في الجداول (1,2,3).

الجدول (1)يمثل قيمة الفروقات للصور عند تطبيق الخوارزميات الثلاثة لقيمة ضوضاء(0.05)

الخوارزمية	قيمة الفروقات بين الصورة بعد التحسين والصورة الاصلية لقيمة ضوضاء قليلة =0.05							
	im8	Im7	im6	im5	im4	im3	Im2	Im1
خوارزمية التنعيم المحافظ	14.715	14.404	12.708	14.854	13.816	14.715	14.922	14.931
خوارزمية المرشح الأوسطي	6.888	6.436	4.516	11.185	8.545	4.640	3.160	7.769
الخوارزمية الهجينة	6.138	5.307	3.4000	9.185	6.252	3.106	2.756	5.123

الجدول (2)يمثل قيمة الفروقات للصور عند تطبيق الخوارزميات الثلاثة لقيمة ضوضاء(0.08)

الخوارزمية	قيمة الفروقات بين الصورة بعد التحسين والصورة الاصلية لقيمة ضوضاء متوسطة =0.08							
	im8	Im7	im6	im5	im4	im3	Im2	im1
خوارزمية التنعيم المحافظ	22.325	19.186	19.010	21.535	21.212	22.399	22.236	23.363
خوارزمية المرشح الأوسطي	7.02	6.488	4.586	14.491	10.947	4.881	3.554	7.363
الخوارزمية الهجينة	6.844	6.143	3.207	12.363	10.017	3.645	3.153	6.22

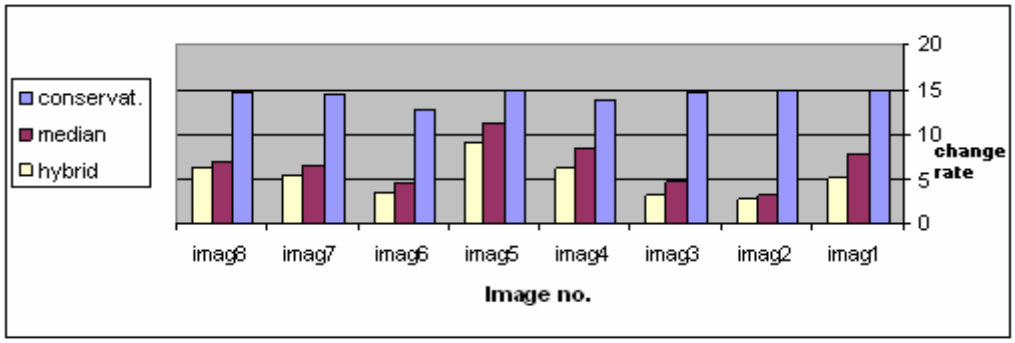
الجدول (3)يمثل قيمة الفروقات للصور عند تطبيق الخوارزميات الثلاثة لقيمة ضوضاء(0.1)

الخوارزمية	قيمة الفروقات بين الصورة بعد التحسين والصورة الاصلية لقيمة ضوضاء عالية =0.1							
	im8	im7	im6	im5	im4	im3	im2	Im1
خوارزمية التنعيم المحافظ	26.990	24.816	23.165	25.302	26.295	27.370	28.153	28.573
خوارزمية المرشح الأوسطي	7.377	6.930	4.849	14.701	10.968	5.154	3.858	7.950
الخوارزمية الهجينة	7.097	6.719	3.807	13.619	10.021	4.040	3.495	6.860

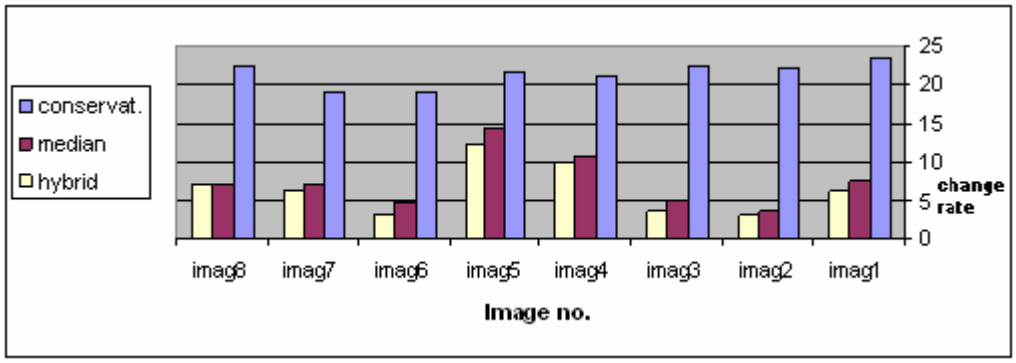
9 الخاتمة والاستنتاجات

إن الصور التي تعاني من التشويه بسبب الضوضاء القادمة من عـدة مـصادر والتـي تكون دائمة الحدوث، يمكن التقليل من تأثير الضوضاء فيها وتحسين عرض هذه الصور.

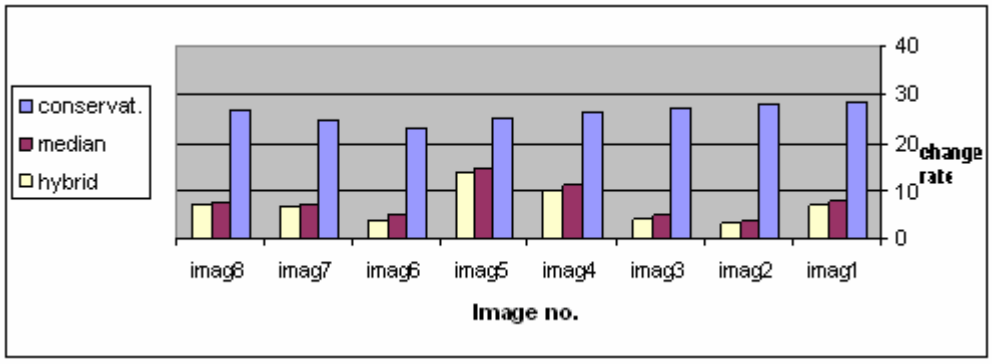
نتيجة لتطبيق البحث تم التوصل إلى أن استخدام الخوارزميات قلل من نـسبة الـضوضاء وكانت نتائج خوارزمية المرشح الأوسطي أفضل من نتائج التحسين الناتجة من تطبيق خوارزمية التنعيم المحافظ والتي قلت نتائجها مع زيادة كمية الضوضاء ولكن عنـد اسـتخدام الخوارزميـة الهجينة خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي كانت نتائج التحـسين أفـضل مـن الخـوارزميتين السابقتين وذلك من خلال ملاحظة قيم نتائج الفروقات المبينة في الجداول (1,2,3). أيضا يلاحظ ان الصور المحصلة بعد التحسين تكون أفضل عندما تكون الضوضاء قليلة كما يمكن ملاحظـة وجود نسبة اختلاف في مقدار التحسين الحاصل ضمن الصور المطبق عليهـا ذات الخوارزميـة والتي تعود أسبابها إلى وضعية كل صورة لوحدها، انظر الاشكال (7,8,9).



الشكل (7) رسم بياني يوضح مقدار الاختلاف للتحسين للخوارزميات
عندما تكون الضوضاء (0.05)



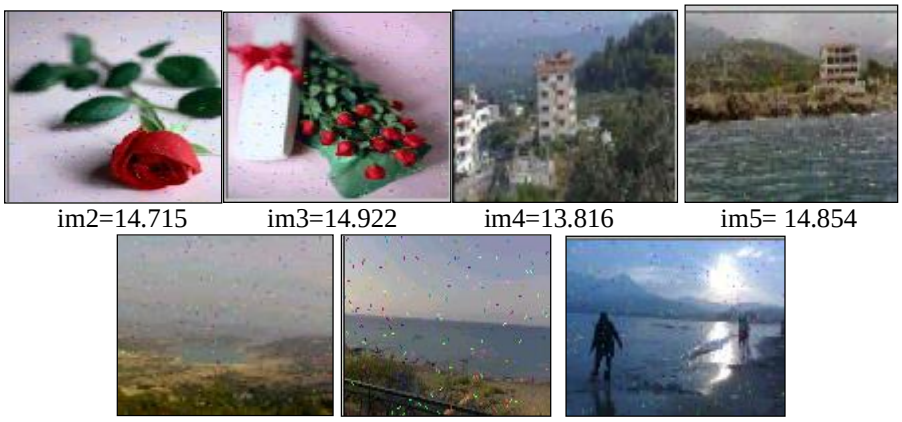
الشكل (8) رسم بياني يوضح مقدار الاختلاف للتحسين للخوارزميات
عندما تكون الضوضاء (0.08)



الشكل (9) رسم بياني يوضح مقدار الاختلاف للتحسين للخوارزميات
عندما تكون الضوضاء (0.1)

الملحق (A)

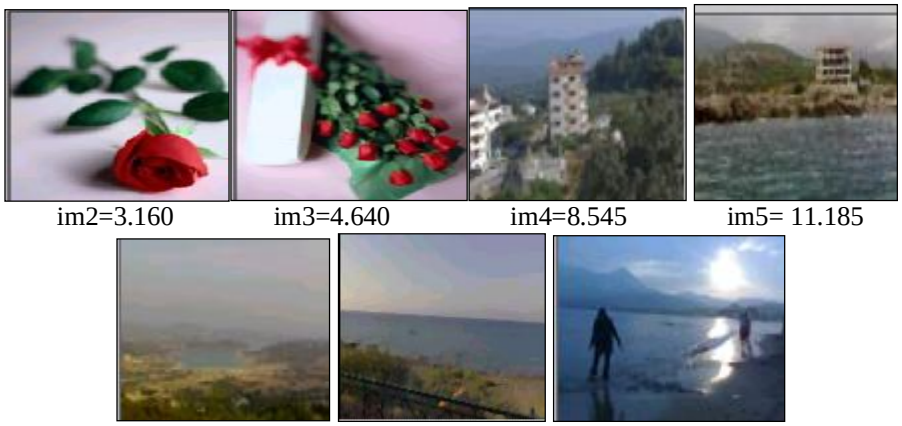
نتائج مجموعة من الصور المطبقة عليها خوارزمية التنعيم المحافظ مع نسبة الفارق بين الصورة المحسنة عن الأصلية لقيمة ضوضاء (0.05).



im2=14.715 im3=14.922 im4=13.816 im5= 14.854

im6=12.708 im7=14.404 im8=14.715

نتائج مجموعة من الصور المطبقة عليها خوارزمية المرشح الأوسطي مع نسبة الفارق بين الصورة المحسنة
عن الأصلية لقيمة ضوضاء (0.05).



im2=3.160 im3=4.640 im4=8.545 im5= 11.185

im6=4.516 im7=6.436 im8=6.888

نتائج مجموعة من الصور المطبقة عليها الخوارزمية المقترحة (خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي) مع نسبة الفارق بين الصورة المحسنة عن الأصلية لقيمة ضوضاء (0.05).

im2=2.756 im3=3.106 im4=6.252 im5=9.185

Im6=3.400 im7=5.307 im8=6.138

نتائج مجموعة من الصور المطبقة عليها الخوارزمية المقترحة (خوارزمية التنعيم المحافظ الأوسطي) مع نسبة الفارق بين الصورة المحسنة عن الأصلية لقيمة ضوضاء عالية (0.1).

im2=3.495 im3=4.040 im4=10.021 im5=13.619

im6=3.806 im7=6.719 im8=7.097

المصادر

[1] Dmitrij, Csetverikor "Basic Algorithms for Digital Image Analysis" http://Visual.ipan.sztaki.hu

[2] Conzalez, R. E. , (2002) ,"Digital Image Processing" ,2nd edition , publisher: prentic.

[3] Gomes, J. ,and Velho L. ,(1997) ,"Image Processing for Computer Graphics" Translated by Silvio L., springer, inc.

[4] Tou ,J. T. , and Gonzalez, R. ,(1974) ,"Pattern Recognition Principles" ,Addison-wesley publishing company, inc.

[5] Jensen, R. J. ,(1982) ,"Introductory Digital Image Processing ; A remote Sensing Perspective" ,Prentice-Hall .

[6] Mather, Paul, M. ,(1987) ,"Computer Processing of Remotely Sensed Image" ,Johnand Sons, England.

[7] Robert, F.; Simon, P.,and Walker, A. ,(2003) ,"Frequency Filter" http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/freqfilt.htm .

[8] Robert, F.; Simon P., and Walker A. ,(2003) ."Digital Filters" http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/filtops.htm .

[9] Umbaugh, Scott E. ,(1998) ,"Computer Vision and Image Processing a Practical Approach using CVIP Tools", Prentice Hall PTR.