

Evaluating the Performance of Some Edge Detection Algorithms

Dr. Oulfat Jolaha*

Arij Mahmoud**

(Received 13 / 4 / 2023. Accepted 21 / 5 / 2023)

□ ABSTRACT □

Despite the widespread use of image processing systems in various areas of life, but the great challenge facing these systems is to provide sufficient storage size images as the large volume of data inherent to image processing applications. So it was the development of many image processing techniques in order to solve this problem and the most important techniques is the edge detection.

Edge detection has applications in all areas of research, including medical imaging, locate objects in satellite images (roads, forests, etc.), face recognition, fingerprint recognition, traffic control systems, brake light detection ..., etc.

This research presents a comparative study between a set of edge detection algorithms Canny, Deriche, ShenCastan,,Kirsch,MarrHildreth,Sobel, Prewitt, LaplaceI, and LaplaceII, under the impact of several factors, including the impact of lighting, noise, and employment.

All of these algorithms are applied on several types of gray images.

The results were compared and discussed, the suitable algorithms is suggested to apply on various types of images, according to the impart of each factor.

Visual studio is used to design a user interface to apply various edge detection algorithms, which are programmed using C++.

Keywords: Edge detection algorithms, digital image processing, pattern recognition.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Associate Professor, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Master, Automatic Control Engineering, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, TishreenUniversity, Lattakia, Syria.
arijmahmoud@tishreen.edu

تقييم أداء بعض خوارزميات اكتشاف الحواف

د. ألفت جولحة*

أريج محمود**

(تاريخ الإيداع 13 / 4 / 2023. قُبِلَ للنشر في 21 / 5 / 2023)

□ ملخص □

على الرغم من الانتشار الواسع لأنظمة معالجة الصورة في مختلف مجالات الحياة، إلا أن التحدي الكبير الذي يواجه هذه الأنظمة، هو تقديم حجم تخزين كافٍ للصور باعتبار كمية المعطيات الكبيرة الملازم لتطبيقات معالجة الصورة. لذلك تم تطوير العديد من تقنيات معالجة الصورة من أجل حل هذه المشكلة، ومن أهمها تقنيات اكتشاف الحواف. يمكن أن تطبق خوارزميات اكتشاف الحواف في مجالات متعددة، منها المجال الطبي وفي حال الحاجة إلى تحديد الأجسام في صور الأقمار الصناعية وفي مجال التعرف على الوجوه والتعرف من خلال بصمة الإصبع وفي نظام مراقبة حركة المرور الخ.

يقدم هذا البحث دراسة مقارنة بين مجموعة من خوارزميات اكتشاف الحواف هي: Canny, Deriche, ShenCastan, kirsch, Marr Hildreth, Sobel, Prewitt, Laplace I, Laplace II تحت تأثير عوامل متعددة منها تأثير الإضاءة و الضجيج و مجال العمل. تم تطبيق تلك الخوارزميات على صور رمادية من أنواع مختلفة. وتمت مقارنة النتائج ومناقشتها واقتراح الخوارزميات المناسبة للتطبيق على أنواع الصور المختلفة مع الأخذ بالحسبان مجموعة العوامل المذكورة أعلاه التي تؤثر على الصور. تم اعتماد لغة ++C من أجل برمجة الخوارزميات المدروسة كما تم تصميم واجهة برمجية لربط خوارزميات اكتشاف الحواف باستخدام Visual studio .

الكلمات المفتاحية: خوارزميات اكتشاف الحواف، معالجة الصور الرقمية، التعرف على النماذج.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

* أستاذ مساعد - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.
**ماجستير -هندسة التحكم الآلي-قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي-كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية-جامعة تشرين-اللاذقية -سورية.

arijmahmoud@fishreen.edu

مقدمة:

تعد تقنيات اكتشاف الحواف من التقنيات المهمة في معالجة الصورة، حيث صممت العديد من الخوارزميات من أجل التعرف على الكائنات الموجودة في الصورة، وقد طورت في البداية من أجل معالجة صور الأقمار الصناعية وبعد ذلك أصبحت هذه التقنية معروفة أكثر واستخدمت على نطاق واسع في معالجة الصور الرقمية [1].

يقلل اكتشاف الحواف بشكل ملحوظ من إجمالي حجم الصورة، كما ينقي المعلومات التي تعد أقل أهمية، ويحتفظ بالخصائص الهيكلية للصورة، ومن هنا تأتي أهمية هذه التقنية لحل المشاكل التي تتعلق بالحجم الكبير للصور التي تحتل ذاكرة كبيرة في الحاسب وأيضاً المشاكل التي تتعلق بالتخزين والإرسال عبر الانترنت وكمية المعطيات.

يمكن تطوير تقنيات اكتشاف الحواف في مجالات متعددة منها المجال الطبي الذي يساهم في تشخيص الأمراض واكتشاف الأورام وفي مجال التعرف على الوجوه والتعرف من خلال بصمة الإصبع ونظام مراقبة حركة المرور إلخ . ومن الأبحاث والدراسات المرجعية التي أنجزت في هذا المجالتم في [9] دراسة خوارزمية Deriche وتطبيقها على صورة رمادية، وقد نتج أن هناك تشوهات بطويلات الحواف وللتخلص من هذه السيئة تم إجراء تعديل بسيط بحيث يتم تضمين مرشح Shen مع Deriche .

في الدراسة [2] تم اقتراح مرشحين جديدين الأول لتنعيم الصورة والثاني لاكتشاف الحواف بالاعتماد على "بارامترين" هما B (معامل تأثير التشويش على الحواف) و a (معامل تقليل الضجيج).

تم تطبيقهما على مجموعة من الصور ومقارنتهما مع أداء خوارزمية Deriche، وقد نتج أكثر من نقطة تدل على وجود الحافة عند تطبيق خوارزمية Deriche، أما في طريقة استخدام المرشحات فيوجد نقطة واحدة فقط تدل على وجود الحافة وبالتالي تتفوق هذه الطريقة بأدائها على خوارزمية Deriche و تتكيف بشكل أفضل مع الصور المشوشة التي تحوي ضجيج. في الدراسة [3] طبقت خوارزميات اكتشاف الحواف الآتية Canny و Sobel و Zero Cross و Roberts و Prewitt و LOG و Kirsch على مجموعة من الصور الطبية الشعاعية .

تم تحليل ومقارنة وتقييم النتائج بعد حساب متوسط والانحراف المعياري لكل خوارزمية، وقد نتج أن Kirsh يعطي أفضل نتيجة يليه Canny ثم Zero Cross ثم LOG .تم في الدراسة [4] تطبيق خوارزمية Sobel من أجل التعرف على رقم لوحات العربات وقد تبين أن الحواف غير واضحة كثيراً نتيجة تأثير الإضاءة المتغيرة، لذلك تم تحسين الصورة الناتجة تحت ظروف تغير الإضاءة، وتطبيق خوارزمية Marr Hildreth حيث أعطت أفضل النتائج وقد تم توسيع نفس هذا العمل بحيث يمكن تطبيقه من أجل اكتشاف الوجوه.

أهمية البحث وأهدافه:

طالما أن اكتشاف الحواف هو الخطوة الابتدائية للتعرف على الكائنات الموجودة في الصور، فمن المهم معرفة الاختلاف بين تقنيات اكتشاف الحواف من أجل اختيار الخوارزميات المناسبة للتطبيقات والتي تحقق أفضل أداء وتعطي أفضل النتائج [5].

لذلك يتم في هذا البحث إجراء المقارنة بين أداء خوارزميات اكتشاف الحواف الآتية وهي:

Canny و Deriche و ShenCastan و Kirsch و Marr Hildreth و Sobel و Prewit و Laplaccell و Laplaccell تحت تأثير عوامل متعددة منها تأثير الإضاءة والضجيج والعتبات ومجال العمل، من خلال تطبيق تلك الخوارزميات على

مجموعة من الصور الرمادية. وذلك من أجل اختيار الخوارزمية المثلى للتطبيقات المختلفة من بين خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة.

طرائق البحث ومواده:

هناك طرائق متعددة لإنجاز اكتشاف الحواف تصنف إلى:

1- الطرائق التقليدية أو طريقة التدرج Gradient Method: هي الخوارزميات التي يتم فيها اكتشاف الحواف بالبحث عن القيم الصغرى والكبرى المحلية في المشتق الأول للصورة. ونذكر من هذه الطرائق Sobel و Prewitt و [5],[6] Roberts ويبين الجدول (1) طرق اكتشاف الحواف التقليدية وشرح مبسط لها.

الجدول (1) طرق اكتشاف الحواف التقليدية

<ul style="list-style-type: none"> • يتم إيجاد الحواف بالاتجاهين الأفقي والعمودي ثم يتم تجميع المعلومات من أجل اكتشاف الحافة . • يتم تطبيق عملية التفاف بين الصورة وأقنعة Sobel $G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$ <ul style="list-style-type: none"> • حساب قيمة التدرج واتجاهها لكل بكسل وفق المعادلة $G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$ $\theta = \arctan \left[\frac{G_y}{G_x} \right]$	<p>Sobel</p>
<p>مشابهة لخوارزمية Sobel مع اختلاف بأقنعة الالتفاف</p> $G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $G_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	<p>Prewitt</p>

2- الخوارزميات التي تعتمد على المشتق الثاني للصورة second-order derivative algorithms حيث يتم إيجاد الحواف بالبحث عن نقاط التقاطع مع الصفر zero crossing في المشتق الثاني للصورة. نذكر منها Marr و Laplacian و Hildreth و Laplacian of Gaussian و Difference of Gaussian [5],[6].

الجدول (2) خوارزميات اكتشاف الحواف المعتمدة على المشتق الثاني

<p>يظهر لابلاس الصورة المناطق التي تتغير فيها الكثافة بسرعة لذلك يستخدم في اكتشاف الحواف.</p> <ul style="list-style-type: none"> • يتم إيجاد الحواف بالبحث عن نقاط التقاطع الصفرية في المشتق الثاني للصورة. $L(x, y) = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}$ <p>قناع الالتفاف</p> $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ <ul style="list-style-type: none"> • تطبيق عملية التفاف بين الصورة الناتجة وقناع Laplace من أجل إيجاد موقع الحواف. • إشارة المشتق الثاني تشير إلى اتجاه الحافة . 	Laplace I
<p>لها نفس خطوات Laplace I ولكن مع اختلاف بقناع الالتفاف وهو:</p> $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	Laplace II
<ul style="list-style-type: none"> • في هذه الخوارزمية يتم إجراء تعميم الصورة أولاً لتقليل مقدار الخطأ الموجود بسبب الضجيج • تطبيق لابلاس الثنائي الأبعاد على الصورة • تكرار العملية لكل بكسل في لابلاس الصورة المنعمة والبحث عن التغيرات بالإشارة . • إذا كان هناك تغير بالإشارة وكان ميل القطع لهذا التغير بالإشارة أكبر من بعض العتبة يحدد هذا التغير بالإشارة أكبر من بعض العتبة يحدد هذا البكسل على أنه حافة. 	Marr Hildreth

3- الخوارزميات الأمثلية optimal algorithms يتم إيجاد الحواف بالبحث عن القيم العظمى المحلية باتجاه تدرج الصورة. يذكر منها Canny و Deriche و Kirsh و ShenCastan [7].

الجدول (3) خوارزميات اكتشاف الحواف الأمثلية

<p>تجد الحواف بالبحث عن القيم العظمى في تدرج الصورة. يتم في هذه الخوارزمية:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ تنعيم الصورة بمرشح غوص لإزالة الضجيج. ▪ حساب قيمة التدرج واتجاهه لكل بكسل من بيكسلات الصورة لتحديد أماكن توضع الحواف. ▪ حذف البيكسلات التي لم تصل إلى القيم العظمى وهي البيكسلات التي لا تمثل حواف. ▪ التعتیب 	<p>Canny</p>
<p>خطوات خوارزمية Deriche نفس خطوات خوارزمية Canny ولكن المرشح المستخدم في هذه الخوارزمية هو مرشح تكراري غير محدود وحيد البعد IIR .</p>	<p>Deriche</p>
<p>خطوات خوارزمية ShenCastan نفس خطوات خوارزمية Canny ولكن المرشح المستخدم في هذه الخوارزمية هو مرشح أسّي متناظر غير محدود محدود ISEF .</p>	<p>ShenCastan</p>
<ul style="list-style-type: none"> • هو مكتشف حافة غير خطي يجد شدة الحافة العظمى في العديد من الإتجاهات المحددة مسبقاً. • حيث يأخذ قناع وحيد ويدوره بزيادة زاوية 45 درجة في كل الثمانية اتجاهات. • يحسب طولية الحافة كطويلة عظمى عبر كل الإتجاهات • يحدد اتجاه الحافة من خلال القناع الذي يعطي أعظم طولية حافة. 	<p>Kirsch</p>

التحديات التي تواجه طرق اكتشاف الحواف:

توجد العديد من التحديات التي تواجه طرائق اكتشاف الحواف، نذكر منها [8]:

- تغير شروط الإضاءة.
- الخلفية المتغيرة.
- يمكن أن تؤثر كمية الضجيج على شكل الحافة.
- عدم القدرة على اكتشاف الحواف الموجودة.
- اكتشاف حواف خاطئة.
- يمكن أن يكون موقع الحافة المكتشفة مزاحاً عن مكانه الصحيح.

تقييم أداء خوارزمية اكتشاف الحواف:

من الصعب جداً تطوير معايير أداء قياسية وطرائق من أجل تقييم فعالية كل خوارزمية، وبالتالي يصبح تحديد موقع واتجاه بكسل الحافة الحقيقية مهماً جداً. تم إتباع مجموعة من المعايير من أجل تقييم جودة أداء خوارزميات اكتشاف الحواف وهي [9, 10, 11, 12]:

- أن يتم اكتشاف كل الحواف بدون إهمال أي منها.
- أن تكون الحواف المكتشفة رفيعة ومستمرة.
- الدقة في تحديد موقع الحافة بحيث تكون الحواف المكتشفة قريبة قدر الإمكان من الحواف الحقيقية.
- عدم اكتشاف حواف خاطئة.
- عدم وجود أكثر من نقطة تدل على وجود الحافة.
- عدم التأثير بالضجيج: يمكن أن تكتشف الخوارزمية الجيدة الحواف بوجود الضجيج بمختلف أنواعه كما يمكن استخدام بعض الاستراتيجيات للتقليل من الضجيج مثل Non-maxima suppression.
- السرعة والوثوقية حيث يجب أن تكون الخوارزمية سريعة بشكل كافٍ لكي تكون صالحة للاستعمال في أنظمة معالجة الصورة.

طرائق تقييم أداء خوارزمية اكتشاف الحواف:

هناك طريقتان لتقييم أداء خوارزميات اكتشاف الحواف [13]:

- 1- طرائق موضوعية Objective methods: تستخدم لقياس أداء كاشف الحافة وذلك بحساب نسبة الإشارة إلى الضجيج، ومتوسط مربع الخطأ بين صورة الحافة المكتشفة والصورة الأصلية. وهذه الطرائق مستخدمة بشكل واسع.
- 2- طرائق غير موضوعية Subjective methods: تستخدم حكم الإنسان لتقييم أداء كاشف الحافة. وبدقة أكثر تتضمن هذه الطرق تقديم سلسلة من صور الحافة إلى عدة أفراد حيث يتم تخصيص مجموعة من المعايير التي يتم على أساسها تقييم أداء الخوارزمية. وبالرغم من سهولة تطبيق هذه الطرائق إلا أنها تمتلك بعض المعوقات، حيث أن المميزات التي بإمكان العين البشرية تمييزها محدود.

النتائج العملية:

تمت برمجة خوارزميات Deriche و ShenCastan و Canny و Kirsch و Marr Hildreth بلغة ++C، كما تم استخدام الأكواد البرمجية لخوارزميات Sobel و Prewitt و Laplace و Laplace [14, 15]. وقد تم ربط الخوارزميات المبرمجة بلغة ++C ببرنامج واحد تم تصميمه باستخدام Visual Studio. تم تطبيق البرنامج على مجموعة مختلفة من الصور الرمادية منها صورة رمادية ما أخذت من [14] وصورة طبية من نوع ماموغرام أخذت من [5] وصورة وجه من [18]. عند تشغيل البرنامج يتم اختيار الصورة وتطبيق عليها خوارزميات اكتشاف الحواف وهي Canny و Deriche و ShenCastan و Kirsch و Marr Hildreth و Sobel و Prewitt و Laplace I و Laplace II وذلك تحت تأثير عوامل متعددة هي: الإضاءة والضجيج والعتبات ومجال العمل وذلك من أجل معرفة وتقييم أداء كل خوارزمية مع تغير الشروط السابقة وذلك من أجل اختيار الخوارزمية الأمثل للتطبيقات والتي تحقق أفضل أداء وتعطي أفضل النتائج.

العامل الأول: تأثير الإضاءة

يتم إدخال الصورة المختارة الأصلية [16] بدون أي تعديل وتطبق عليها خوارزميات اكتشاف الحواف فنحصل على النتائج التالية:



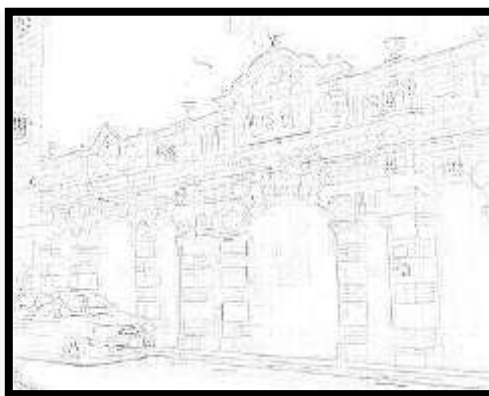
الصورة الأصلية



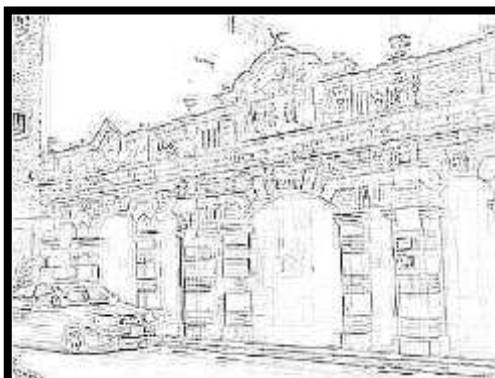
Sobel



Prewitt



Laplace I



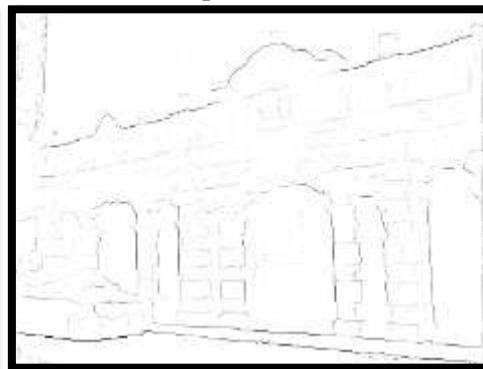
Canny



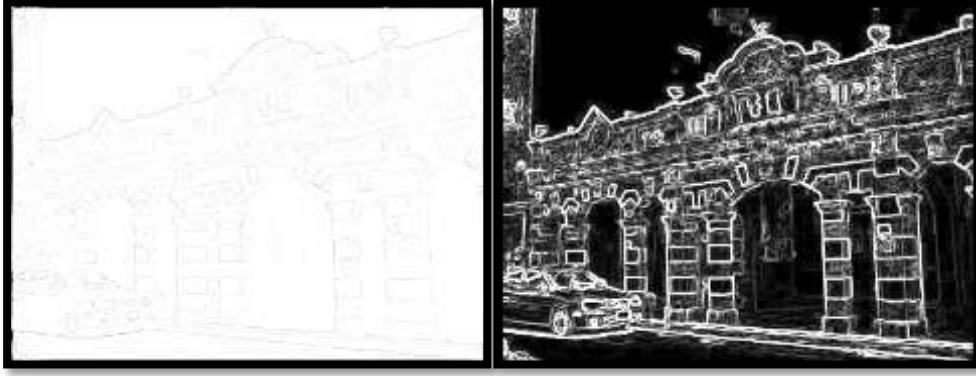
Laplace II



Deriche



ShenCastan



Marr Hildreth

Kirsch

الشكل (1) صورة الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة من أجل الصورة الأصلية نلاحظ أنه وفقاً لمعايير قياس جودة خوارزمية اكتشاف الحواف المذكورة سابقاً أن خوارزمية Canny و Kirsch لا تكتشف كل الحواف بدون إهمال أي منها، بينما كل من خوارزميتا Deriche و ShenCastan لا تكتشفان كل الحواف، والحواف الناتجة عن خوارزميات Sobel و Prewitt و Marr Hildreth و خوارزميتي Laplace و Laplace تتأثران بالضجيج. عند تفتيح الصورة وبطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على الصورة الفاتحة نحصل على صور الحواف المبينة في الشكل (2) وذلك من أجل جميع الخوارزميات المدروسة.



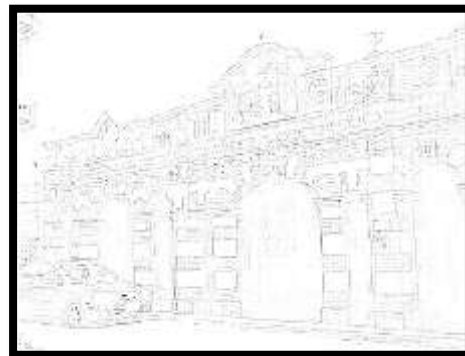
الصورة الفاتحة



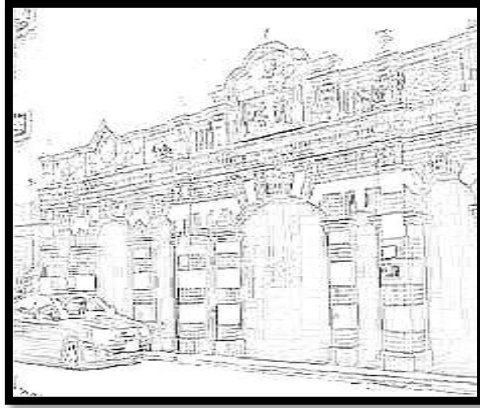
Sobel



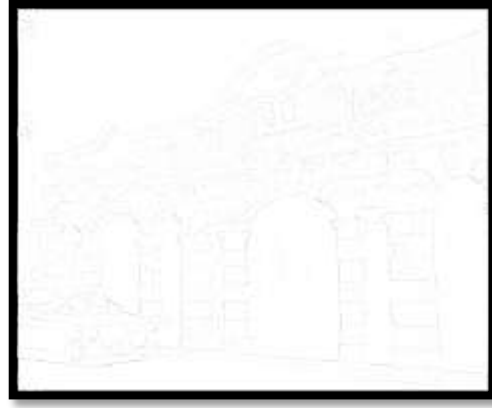
Prewitt



Laplace I



Laplace II



Canny



Deriche



ShenCastan



Marr Hildreth



Kirsch

الشكل (2) صور الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة بعد تفتيح الصورة الأصلية.

نلاحظ أنه لا يوجد اختلاف عن الصورة الأصلية سوا أن الحواف عند تفتيح الصورة تصبح أقل حدية من حواف الصورة الأصلية. أما عند تعقيم الصورة وبتطبيق جميع خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة نحصل على صور الحواف كما هو مبين بالشكل (3).



الصورة الداكنة



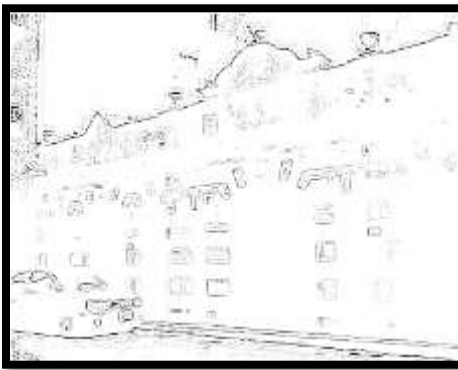
Sobel



Prewitt



Laplace I



Laplace II



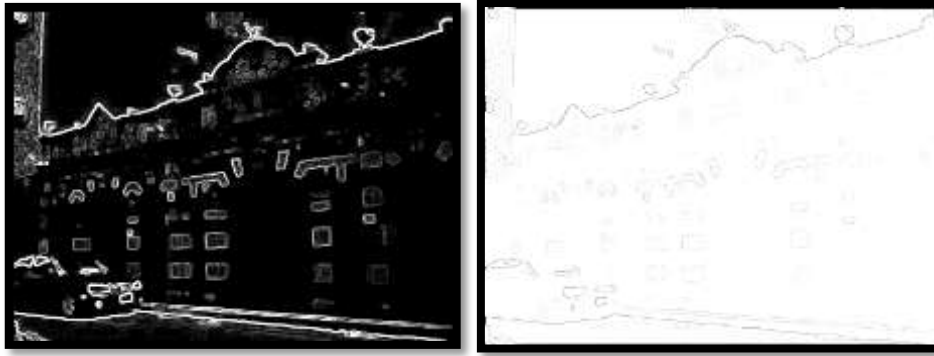
Canny



Deriche



ShenCastan



Marr Hildreth

Kirsch

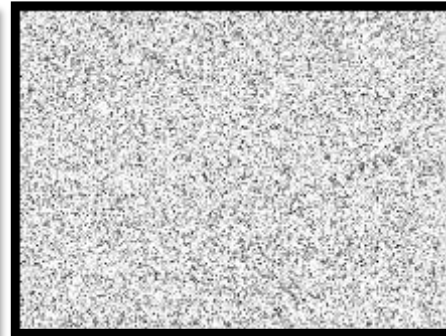
الشكل (3) صور الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة بعد تعقيم الصورة الأصلية

نلاحظ أن تعقيم الصورة يؤدي إلى زيادة إمكانية حذف حواف محتملة من الصورة في كل الخوارزميات المدروسة.

العامل الثاني: تأثير الضجيج

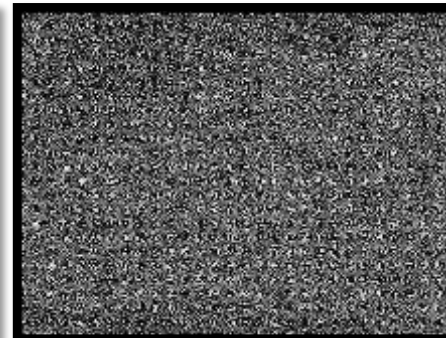
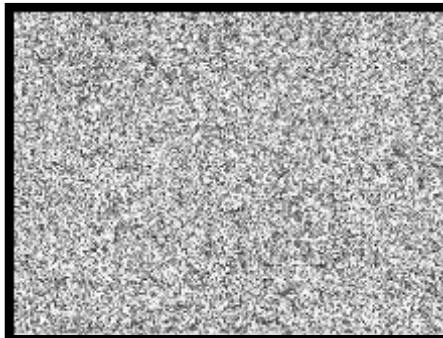
تمت إضافة ضجيج من نوعين على الصورة وهما:

ضجيج غوصي و ضجيج نبضي (Salt & Pepper)



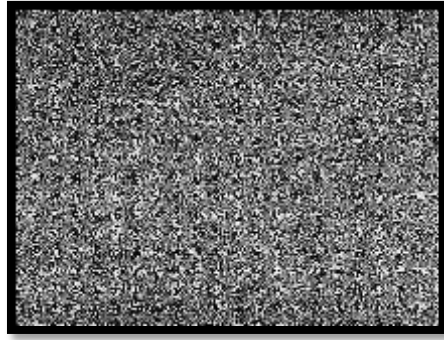
الصورة المدروسة تحت تأثير الضجيج الغوصي $\sigma = 1$

Sobel



Prewitt

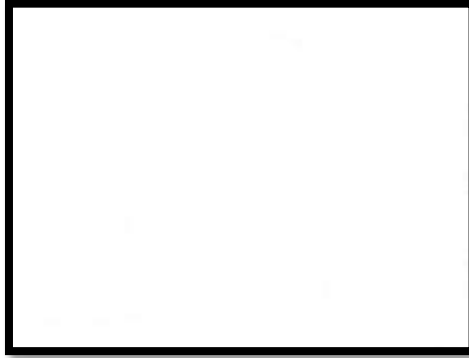
Laplace I



LaplaceII



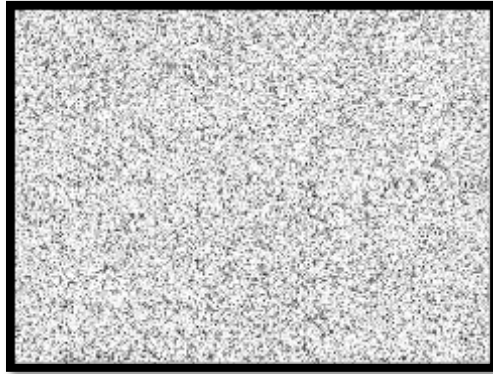
Canny



Deriche



ShenCastan



Marr Hildeth



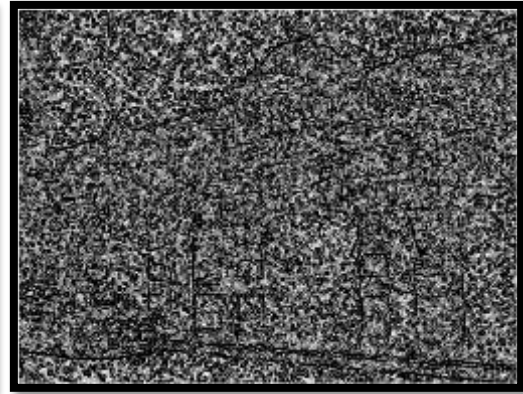
Kirsch

الشكل(4) صور الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على الصورة التي تحوي ضجيج غوسي.

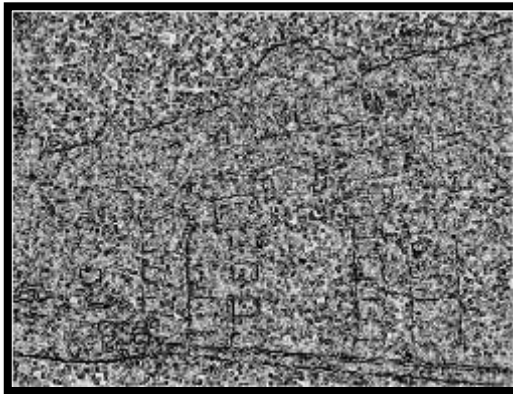
نلاحظ أن خوارزميتا Deriche و ShenCastan لم تتأثرا بالضجيج الغوسي كما أن خوارزمية ShenCastan تكتشف كل الحواف، بينما باقي الخوارزميات قد تأثرت بالضجيج. عند تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على الصورة التي تحوي ضجيج من نوع salt&pepper نحصل على صور الحواف المبينة بالشكل (5) من أجل جميع الخوارزميات المدروسة.



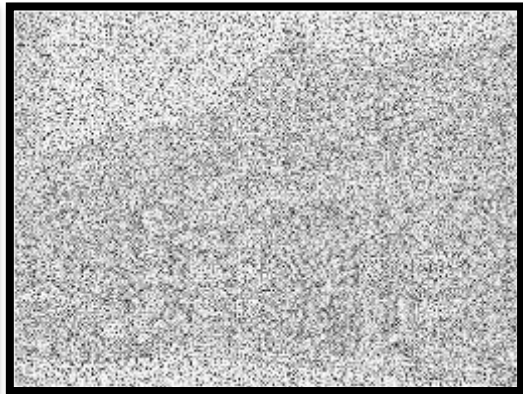
صورة تحوي ضجيج P=0.2 salt & pepper



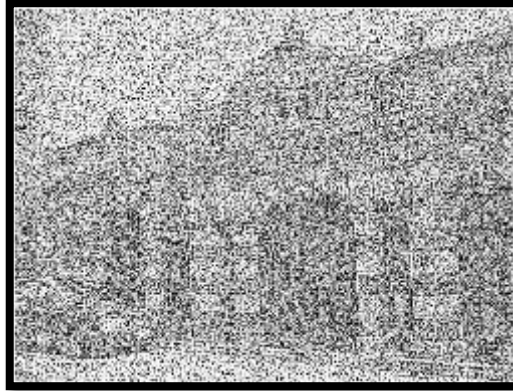
Sobel



Prewitt



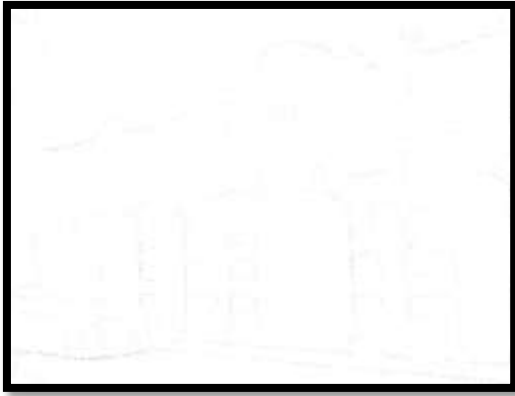
Laplace I



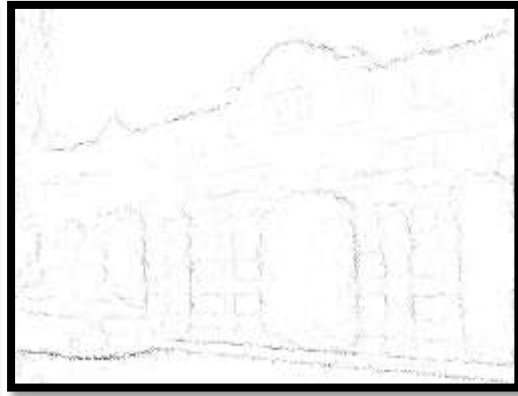
Laplace II



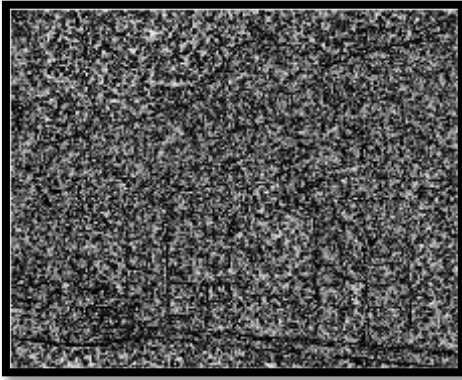
Canny



Deriche



ShenCastan



Marr Hildreth



Kirsch

الشكل(5) صورة الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على صورة

تحتوي ضجيج من نوع Salt & Pepper.

نلاحظ أن خوارزمية Kirsch تكتشف كل الحواف الموجودة بالصورة ولا تتأثر بالضجيج النبضي، كما أن خوارزمية ShenCastan لم تتأثر بالضجيج النبضي، بينما باقي الخوارزميات المدروسة تأثرت بالضجيج النبضي.

مدى ملائمة الخوارزميات للتطبيقات:

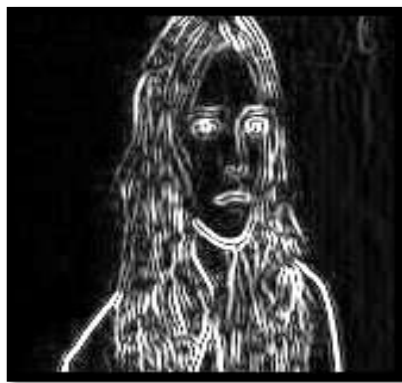
تم اختيار نوعين من التطبيقات هما صور الوجوه وصور الطبية من نوع ماموغرام.



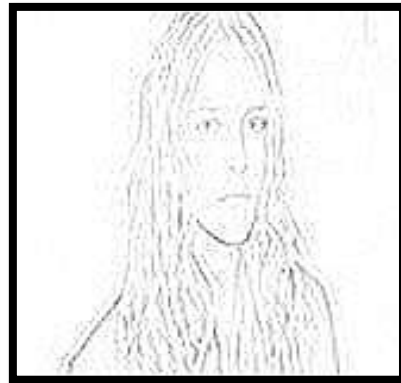
صورة وجه



Sobel



Prewitt



Laplace I



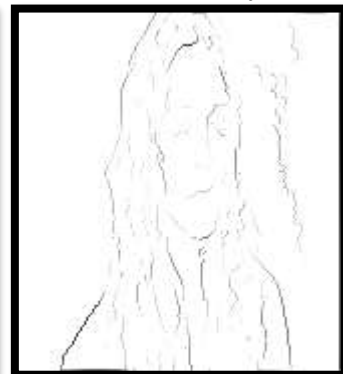
Laplace II



Canny



Deriche



ShenCastan

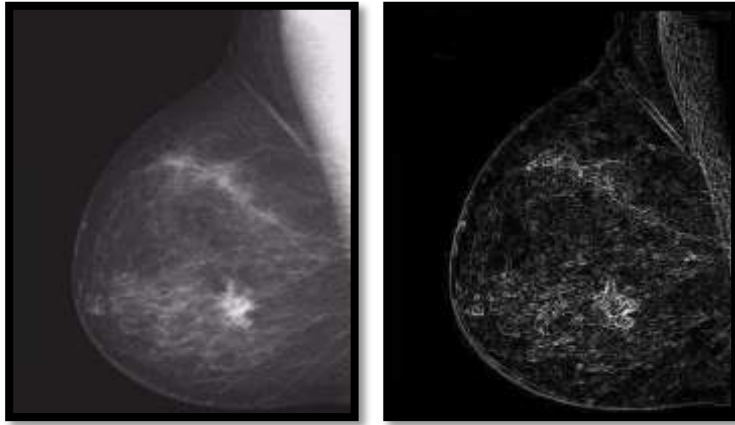


Hildreth Marr



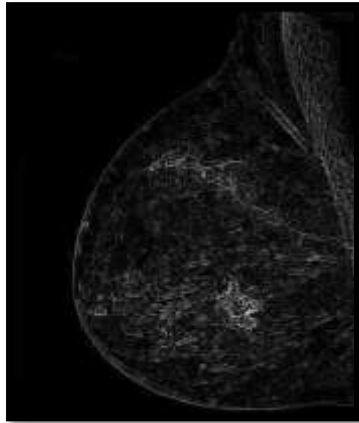
Krisch

الشكل (6) صور الحواف الناتجة عن تطبيق الخوارزميات المدروسة على صورة الوجه



صورة ماموغرام لثدي

Sobel



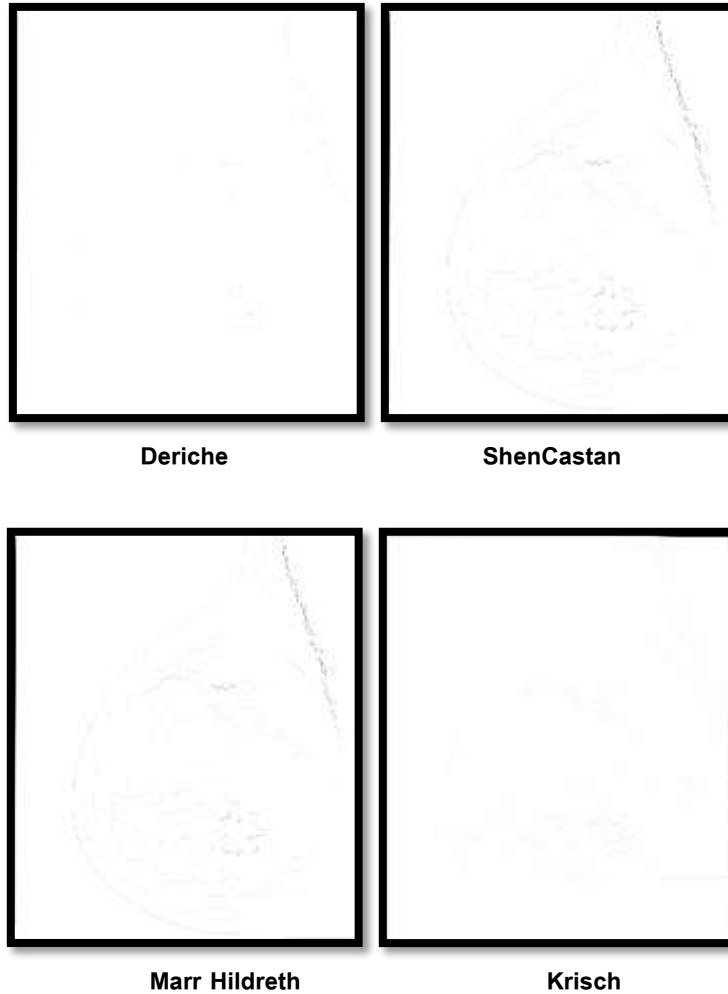
Prewitt

Laplace I



Laplace II

Canny



الشكل (7) صور الحواف الناتجة عن تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على صورة ماموغرام لثدي

النتائج والمناقشة:

يتم تقييم أداء كل خوارزمية تحت تأثير كل عامل من العوامل المدروسة وفقاً لمعايير قياس جودة خوارزمية اكتشاف الحواف المذكور مسبقاً فنحصل على المقارنات التالية:

الجدول (4) مقارنة بين خوارزميات اكتشاف الحواف من ناحية جودة الأداء.

السيئات	الحسنات	الخوارزمية
حساسية للضجيج (عدم وجود مرشح) غير دقيقة بسبب سماكة الحواف	سهولة اكتشاف الحواف واتجاهاتها	الخوارزميات الكلاسيكية (Sobel-Prewitt)
حساس للضجيج	الدقة في تحديد موقع الحواف موقع الحواف أفضل من الحواف الناتجة عن الخوارزميات الكلاسيكية	Laplacian

عدم القدرة على اكتشاف كل الحواف كما أنه يرى العديد من الحواف متقطعة وعريضة .	أفضل من الخوارزميات التقليدية في حال وجود ضجيج بالصورة لا يعطي حواف متصلة . القدرة على التعامل مع الزوايا في الحافة.	Marr Hildreth
تستغرق وقت طويل مقارنة بـ Deriche لأن المرشح المستخدم محدود غير تكراري FIR	الحواف رفيعة بسبب وجود خطوة Non Maximum Suppression تكتشف كل الحواف بدون اهمال أي منها. عدم اكتشاف حواف خاطئة.	Canny
تعطي أكثر من نقطة تدل على وجود الحافة. أحياناً تكتشف حواف وهمية خاطئة.	استخدام الترشيح التكراري IIR يسرع عملية الإلتفاف بالتالي يوفر جهد حسابي كبير	Deriche
استجابات وهمية للضجيج وحواف مشوهة.	الترشيح التكراري يسرع الإلتفاف موقع حواف أدق من Canny بسبب استخدام مرشح مثالي مباشرة.	ShenCastan
الحواف المكتشفة ثخينة جداً	إمكانية الحصول على حدود مغلقة أقل ضجيج وحواف نسيج الخلفية للعديد من الصور.	Kirsch

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن أن نستنتج من تطبيق خوارزميات اكتشاف الحواف المدروسة على الصور تحت تأثير الإضاءة والضجيج ومجال الاستخدام الآتي:

- عند التعامل مع صور ذات إضاءة قوية ووفقاً لمعايير قياس جودة خوارزمية اكتشاف الحواف ينصح باستخدام خوارزمية Canny من ناحية اكتشاف كل الحواف وعدم اكتشاف حواف وهمية ومن ناحية أدائها في التخلص من الضجيج، أما من ناحية سهولة التعرف على الكائنات الموجودة بالصورة ينصح باستخدام خوارزمية Marr Hildreth أو Sobel.
- عند التعامل مع صور ذات إضاءة خفيفة (صور داكنة) تزداد إمكانية حذف حواف محتملة من الصور وينصح باستخدام Marr Hildreth أو Prewitt من ناحية سهولة التعرف على الكائنات الموجودة بالصورة.
- في حال وجود ضجيج غوصي بالصورة إن خوارزميات ShenCastan و Deriche و Kirsch لا تتأثر بالضجيج، لذلك ننصح باستخدام خوارزمية Kirsch من ناحية سهولة كشف حواف الكائنات ومن ناحية اكتشاف كل الحواف.
- خوارزميات اكتشاف الحواف التقليدية Sobel و Prewitt حساسة للضجيج الغوصي والنبضي (salt & pepper) وكذلك خوارزميات Laplace, Laplacell, pepper.
- ينصح باستخدام خوارزمية Deriche من ناحية عدم التأثر بالضجيج النبضي (salt & pepper) و Sobel من ناحية سهولة كشف حواف الكائنات الموجودة بالصورة.

- عند العمل بمجال صور الوجوه ينصح باستخدام خوارزمية Canny من ناحية سهولة التعرف على الكائنات الموجودة بالصور.

- في المجال الطبي في صور الماموغرام ينصح باستخدام خوارزمية ShenCastan من ناحية سهولة التعرف على الكائن واكتشاف كل الحواف .

مقترحات العمل المستقبلي:

- استخدام المنطق الغيمي في اكتشاف الحواف Fuzzy edge detection.
- دراسة الفرق بين اكتشاف الحافة edge detection واكتشاف النقطة point detection.
- إمكانية دمج أكثر من خوارزمية من أجل تحسين خوارزمية اكتشاف الحواف.
- قياس كلفة خوارزميات اكتشاف الحواف من أجل التعرف على الصور.
-

References:

- [1] Bernd Jaehne, "Digital image processing", 6th edition, Springer, January, 2005.
- [2] M. Sarifuddin, RokiaMissaoui, Jean Vaillancourt and Michel Paindavoine, "An Optimal Edge Detector for Automatic Shape Extraction", pp.696-704,2006.
- [3] GautamAppasahebKudale and Mahesh D. Pawar, "Study and Analysis of Various Edge Detection methods for X-Ray Images", International Journal of Computer Science and Application Issue 2010, pp.15-19.
- [4] Dr. P.K.Suri, Dr. EktaWalia, and Er. Amit Verma, "Vehicle Number Plate Detection using Sobel Edge Detection Technique", International Journal of Computer Science and Technology, Vol. 1, Issue 2, pp.179-182, December 2010.
- [5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital image processing", Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2006.
- [6] FebriliyanSamopa and Akira Asano, "Hybrid Image Thresholding Method using Edge Detection", IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.4, pp.292-299, April 2009.
- [7] H.K.Chethan and G.Hemantha Kumar, "A Comparative Analysis of Different Edge Based Algorithms for Mobile/Camera Captured Images", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887, Volume 7– No.3, pp.36-41, September 2010.
- [8] S.Lakshmi and Dr.V.Sankaranarayanan, "A study of Edge Detection Techniques for Segmentation Computing Approaches", IJCA Special Issue on "Computer Aided Soft Computing Techniques for Imaging and Biomedical Applications, pp.35-41, 2010.
- [9] EhsanNadernejad, Sara Sharifzadeh and Hamid Hassanpour, "Edge Detection Techniques: Evaluations and Comparisons", Applied Mathematical Sciences, Vol. 2, no. 31, pp. 1507 – 1520, 2008.
- [10] G.Padmavathi, P.Subashini and P.K.Lavanya, "Performance evaluation of the various edge detectors and filters for the noisy IR images", pp.199-203, 2009.
- [11] UmeshSehgal, "Edge detection technique in digital image processing using fuzzy logic", International Journal of Research in IT & Management, Volume 1, Issue 3 (July, 2011), pp.61-66.
- [12] Shu-Yu Zhu, Konstantinos N. Plataniotis and Anastasios N. Venetsanopoulos, "Comprehensive analysis of edge detection in color image processing", Optical Engineering, Vol. 38 No. 4, pp.612-625, 2009.

[13]Mohamed Roushdy , "Comparative Study of Edge Detection Algorithms Applying on the Grayscale Noisy Image Using Morphological Filter", Ain Shams University, Volume 6, Issue 4, pp.17-23, December 2006.

[14] [http:// WWW .Maknoon.Com](http://WWW.Maknoon.Com).

[15]Sungsoo Ha and MuraliSubbarao," Software systems for Computer Vision and Image Processing", Stony Brook University,pp.1-64,2005.

[16]Y.Ramadevi,B,Poornima,T.Sridevi,"A novel thresholde based edge detection algorithm", International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 3 No. 6,pp.4534-4538, June 2011.