

استخراج الأورام السرطانية وتحديد واصفاتها في صور المرنان المغناطيسي للثدي باستخدام خوارزميات العنقدة ومعالجة الصورة

الدكتورة بلسم عيد*

(تاريخ الإيداع 18 / 11 / 2015. قُبل للنشر في 29 / 3 / 2016)

□ ملخص □

يهدف البحث إلى تطوير طريقة جديدة لاستخراج وتحديد خصائص وسمات الأورام السرطانية في صور المرنان المغناطيسي للثدي بالإعتماد على خوارزميات العنقدة ومعالجة الصور الرقمية ،تم في البداية الاعتماد على إحدى خوارزميات العنقدة في تجزئة الصورة و تجميع عناصرها وفققيم السويات الرمادية ومن ثم تم تطبيق العمليات المورفولوجية وذلك للتخلص من الضجيج وحذف المعلومات غير المرغوبة و بالتالي استخراج المنطقة المشبوهة وأخيراً تم استخلاص بعض الواصفات الشكلية والتي يمكن ان تكون مفيدة في تشخيص المنطقة المشبوهة المستخرجة ،استخدمت قاعدة بيانات مكونة من 96 صورة من صور المرنان المغناطيسي للثدي وتم تطبيق الطريقة المقترحة عليها باستخدام برنامج الماتلاب حيث تم استخراج المناطق الورمية من هذه الصور ومقارنتها مع رأي الأطباء.

الكلمات المفتاحية: السرطان ، معالجة الصورة ،خوارزميات العنقدة ، العمليات المورفولوجية ، صور المرنان المغناطيسي ، استخراج الأورام .

*مدرسة - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي -كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين -اللاذقية -سورية .

Breast tumors extraction and features detection in breast magnetic resonance images using clustering and image processing algorithms

Dr. Balsam Eid*

(Received 18 / 11 / 2015. Accepted 29 / 3 / 2016)

□ ABSTRACT □

This research aims to developing new method for breast tumors extraction and features detection in breast magnetic resonance images by depending on clustering and image processing algorithms. At the beginning, one of clustering algorithms was used for image segmentation and grouping pixels by their gray scale values. Then morphological operations were implemented in order to remove noise and undesired regions, after that suspected areas were extracted. Finally some shape features for extracted area were detected, this features could be very useful for tumors diagnosis. A database consisted of 96 breast magnetic resonance images were used and proposed approach was applied by MATLAB program, and we obtained breast tumors extraction and its features and compared them with the doctor's opinion .

Key Words: Cancer, Image processing, clustering algorithms, morphological operations, magnetic resonance images, tumors extraction.

*Professor assistant, Department of Computers and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Lattakia, Syria.

مقدمة :

تطور علم الذكاء الصناعي ليشمل مختلف مجالات الحياة والهندسة في القرن الحادي والعشرين. لقد حصلت تغيرات جذرية في مجالات عديدة كالتصوير الطبي و معرفة نوع الجنين و كذلك عمليات التشخيص الآلي للصور الطبية كصور الاشعة السينية وصور المرنان المغناطيسي. يعد سرطان الثدي من اكثر الأمراض انتشاراً لدى النساء مسبباً عدداً كبيراً من الوفيات سنوياً ويتطلب اتخاذ قرار علاجي كاستئصال كتل ورمية من الثدي المعرفة المسبقة والدقيقة بمواصفات وأبعاد هذه الكتل ، لذلك كان لابد من العمل على تطوير طرق جديدة آلية لاستخراج هذه الأورام وتحديد خصائصها . يقدم البحث مخبراً افتراضياً لتحليل صور المرنان المغناطيسي للثدي باستخدام عمليات معالجة الصور الرقمية وتطوير برنامج يقوم بإجراء عمليات المعالجة الأساسية التي تتيح توصيف الصور واستخراج خصائصها وسماتها واستخلاص المعلومات الهامة منها كخطوة أولى في عملية تشخيصها حيث يتكون نظام الاستخلاص الآلي للأورام السرطانية من عدة خطوات، يتم في البداية ادخال صورة المرنان المغناطيسي للثدي ثم تحويلها إلى شكل البيانات المستخدم في الماتلاب بعدها يتم تطبيق خوارزمية العنقدة Fuzzy c means لتجزئة الصورة ومن ثم يتم إجراء العمليات المورفولوجية للتخلص من المناطق الغير مرغوبة وتحديد الواصفات والسمات للمنطقة المستخرجة. تم بناء الخوارزميات المستخدمة باستخدام برنامج الماتلاب .

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً للأهمية الكبرى التي بلغها علم الذكاء الصناعي في المجالات الطبية ونتيجة الاعتماد الكبير على تحليل معطيات الصور في الأنظمة الذكية التي أصبحت هذه الأيام واسعة الانتشار فقد كانت عملية استخلاص الأورام السرطانية وتحديد واصفاتها في صور المرنان المغناطيسي هي المجال الذي تم اختياره والعمل على تطويره بهدف تهيئة الركائز الأولية للوصول إلى مستوى جيد من فهم معطيات الصور وتحليلها واستخلاص المعلومات منها ومن ثم تقديمها إلى الطبيب لمساعدته في الوصول إلى التشخيص السليم .

طرائق البحث ومواده :

يتم في الطريقة المقترحة استخلاص الأورام السرطانية وتحديد واصفاتها من صور المرنان المغناطيسي باستخدام احدى خوارزميات العنقدة وهي خوارزمية Fuzzy C means بغاية تجزئة الصورة المدخلة ومن ثم إجراء عدة عمليات من عمليات معالجة الصورة حيث يتم التخلص من الضجيج المرافق للصور باستخدام بعض العمليات المورفولوجية. تم تطبيق النظام على 60 صورة رنين مغناطيسي للثدي تم الحصول عليها من قاعدة بيانات المعهد العالمي للسرطان في الولايات المتحدة الأمريكية [23] National Cancer Institute.

1 العمليات المورفولوجية (Morphological operations):

تشير كلمة مورفولوجيا أو ما تسمى بالهندسة الصورية بشكل عام إلى الفرع من علوم الأحياء الذي يعنى بدراسة شكل وبنية الحيوانات والنباتات ونستخدم هنا الكلمة ذاتها عند الحديث عن المورفولوجيا الرياضية المطبقة على الصور الرقمية كأداة لاستخراج عناصر الصورة وقد نشأت هذه الدراسة في عام 1964 و التي لها فائدة كبيرة في تقديم ووصف شكل منطقة كانتزاع الحدود والتخلص من الضجيج واستخلاص الأماكن المهمة وكذلك تمييز الأجسام

المحدبة وغيرها وبالتالي فإن لغة المورفولوجيا الصورية تستخدم مجموعة من العمليات والنظريات لإعادة تشكيل الأجسام في الصورة . وسيتم استخدامها في البحث في عملية استخلاص المعلومات الضرورية من الصور وكذلك التخلص من الضجيج وحذف المعلومات غير الضرورية من عمليات المورفولوجية المستخدمة التآكل والتمدد والفتح والإغلاق [12] .

• عملية الفتح (opening): وهي عبارة عن إجراء عملية تآكل للصورة A بواسطة قناع B ومن ثم إجراء عملية توسع للناتج بواسطة نفس القناع

$$(A \circ B) = (A \ominus B) \oplus B$$

• عملية الاغلاق (closing): وهي عبارة عن إجراء عملية توسع للصورة A بواسطة قناع B ومن ثم إجراء عملية تآكل للناتج بواسطة نفس القناع

$$(A \bullet B) = (A \oplus B) \ominus B$$

2 خوارزميات العنقدة (Clustering algorithms) [10]:

عنقدة البيانات هي عملية وضع البيانات في مجموعات متماثلة [11]. بحيث تكون البيانات في المجموعة الواحدة متشابهة بالنسبة لعدة خصائص محددة ، ومختلفة عن البيانات في المجموعات الأخرى بالنسبة لهذه الخصائص . عند تطبيق هذا التعريف على الصورة ، فإن طرائق العنقدة المختلفة يمكن أن تستخدم في عمليات تجزئ الصورة لتقسيم عناصرها ضمن مجموعات بحيث تكون عناصرها ضمن المجموعة الواحدة متشابهة فيما بينها بالنسبة لعدد من الخصائص مثل اللون أو السوية الرمادية. تقسم العنقدة مجموعة من البيانات إلى عدة مجموعات بحيث أن التشابه بين النقاط ضمن مجموعة معينة أكبر من التشابه بين نقطتين ضمن مجموعتين مختلفتين. تستخدم العنقدة على نطاق واسع وليس فقط لتنظيم البيانات وتصنيفها وإنما هي مفيدة لضغط البيانات وبناء نموذج ترتيبها [10]. حيث إنه إذا كان بإمكاننا أن نجد مجموعات من البيانات، فإنه بالإمكان بناء نموذج للمشكلة على أساس تلك المجموعات. هناك عدد من الخوارزميات المستخدمة في عملية عنقدة البيانات، ومن هذه الخوارزميات :

• K-means Clustering

• Fuzzy C-means Clustering

2-1 العنقدة باستخدام خوارزمية (Fuzzy C-means Clustering) :

هي عبارة عن خوارزمية تكرارية تقوم بتقسيم البيانات ضمن مجموعات وذلك بالاعتماد على مفهوم العضوية الضبابية [11]. فعوضاً عن أن يتم إسناد كل صورة إلى مجموعة واحدة كما هو الحال في خوارزمية K-Means Clustering فإن كل عنصر صورة سوف يملك قيمة عضوية مختلفة بالنسبة لكل مجموعة من المجموعات وبالتالي فإن العناصر التي تقع في منتصف المجموعة تملك قيمة عضوية أكبر من العناصر التي تقع على حواف المجموعة. تحاول خوارزمية الـ FCM أن تحدد المجموعات ضمن البيانات من خلال الحصول على أصغر قيمة للتابع الموضح ضمن المعادلة الآتية :

$$J(U, c_1, c_2, \dots, c_c) = \sum_{i=1}^c J_i = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m d_{ij}^2 \quad (1)$$

حيث :

J: الهدف ، إذا كانت قيمته بعد أحد التكرارات (تكرار تنفيذ خطوات الخوارزمية) أقل منها في التكرار السابق فهذا يعني أن الخوارزمية قد اقتربت بشكل كبير من تحقيق فصل جيد لعناصر الصورة ضمن المجموعات المختلفة. n: عدد نقاط البيانات.

m : عامل يحدد درجة الضبابية وقيمه $1 < m < \infty$ وكلما اقتربت قيمته من الواحد تصبح عملية تجميع

البيانات أقل عشوائية بحيث تصبح نقطة البيانات منتمية إلى مجموعة واحدة فقط وبالمقابل كلما اقتربت قيمة هذا العامل من اللانهاية أصبحت عملية تجميع البيانات أكثر عشوائية بحيث تصبح كل نقطة بيانات منتمية إلى كل مجموعة من المجموعات. وقد تم تنفيذ العديد من الدراسات حول اختبار قيمة هذا العامل وتبين أن القيمة الأفضل لهذا العامل تقع عادة في المجال [1.5 , 2.5] ومن المحتمل أن القيمة 2 هي القيمة الأفضل ضمن هذا المجال .

U : جدول العضوية، وهو عبارة عن جدول مؤلف من قيم العضوية لكل عنصر من عناصر الصورة بالنسبة

للمجموعات أي إن u_{ij} يحدد درجة انتماء العنصر x_j إلى المجموعة ذات الدليل i .

C : عدد المجموعات المستخدمة في الخوارزمية $1 < c < n$ ، يتم تحديده قبل تنفيذ الخوارزمية بناء على

المعرفة المسبقة. حيث C هي مصفوفة مراكز المجموعات $\{c_1, c_2, \dots, c_c\}$.

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m} \quad (2)$$

u_{ij} : درجة العضوية (الانتماء إلى المجموعة) تتعلق بمقلوب المسافة إلى مركز المجموعة، وتعطى من

خلال المعادلة الآتية :

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{d_{ij}}{d_{kj}} \right)} \quad (3)$$

if $d_{ij} = 0$ then $u_{ij} = 1$ and $u_{ij} = 0$ for $j \neq i$

$d_{ij} = \|x_j - c_j\|$ حيث :

خطوات الخوارزمية :

الخطوة الأولى : إعطاء قيم عشوائية لعناصر مصفوفة العضوية $U^{(k=0)}$

الخطوة الثانية : حساب مراكز المجموعات من خلال المعادلة (3-4) .

الخطوة الثالثة : حساب التباين بين نقاط البيانات ومراكز المجموعات باستخدام المعادلة (3-3) ونتوقف إذا

كانت قيمة التحسن عن الدورة السابقة أصغر من عتبة التحسن ε .

أي عندما : $\|U^{(k)} - U^{(k-1)}\| \leq \varepsilon$

الخطوة الرابعة : حساب $U^{(k)}$ جديدة من خلال المعادلة (5) وتكرار الخطوات من 2 إلى 4 . وكلما اقترب فرق

التحسن من قيمة الثابت ε نكون قد اقتربنا من التوزيع الأمثل لمراكز المجموعات وأصبحت النقاط البعيدة عن كل

مركز أقل تأثيراً بسبب درجة العضوية التي تتناسب عكساً مع البعد عن المركز وبالتالي فإن الفرق بين تنفيذ الخطوات

ينتاقص .

3- الوصفات والسمات التي تم استخراجها للمناطق الورمية :

هناك العديد من الوصفات الشكلية للمناطق الورمية وتم استخراج البعض من الوصفات والسمات الشكلية والرياضية للمناطق الورمية وهي :

الجدول (1) الوصفات المستخرجة للمنطقة الورمية

الوصف	السمات المستخرجة
مساحة المنطقة الورمية المكتشفة	الحجم (area)
إحداثيات مركز المنطقة الورمية	المركز (Centroid)
توجه المنطقة الورمية ودرجة انحنائها بالنسبة لمحاور الإحداثيات	التوجه (Orientation)
مصفوفة توضح إحداثيات الزوايا الحدية	مصفوفة النقاط الحدية (Extrema)
عدد البيكسلات في المنطقة المكتشفة المملوءة	مساحة المنطقة المملوءة (FilledArea)
مصفوفة توضح المنطقة المحدبة المحيطة بالورم	مصفوفة أصغر منطقة محدبة (ConvexHull)

النتائج والمناقشة :

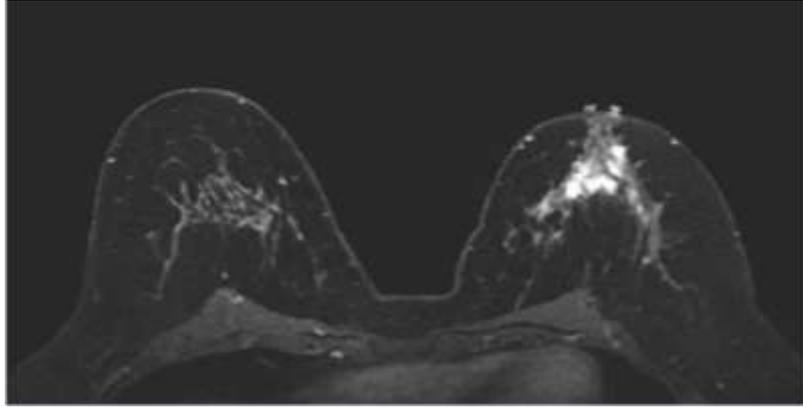
تم في هذه الدراسة اقتراح طريقة لاستخلاص الأورام السرطانية وتحديد واصفاتها في صور المرنان المغناطيسي باستخدام خوارزميات معالجة الصورة ومن ثم سيتم تقييم الأداء ومطابقة النتائج مع آراء الاطباء في قاعدة البيانات المستخدمة و تقييم النتائج.

والمخطط الصندوقي التالي يبين مراحل العمل :



4-1- إدخال صورة المرنان المغناطيسي :

يتم إدخال صورة المرنان المغناطيسي وتحويلها إلى النمط double لكي يتم تحويل الصورة إلى شكل بيانات يمكن إجراء عملية العنقدة عليه ويبين الشكل (1) صورة رنين مغناطيسي للثدي ويظهر في الصورة ريم في الثدي الأيمن على شكل منطقة بيضاء لها قيم تدرج رمادي مرتفعة بالنسبة لبقية قيم التدرج الرمادي في الصورة.

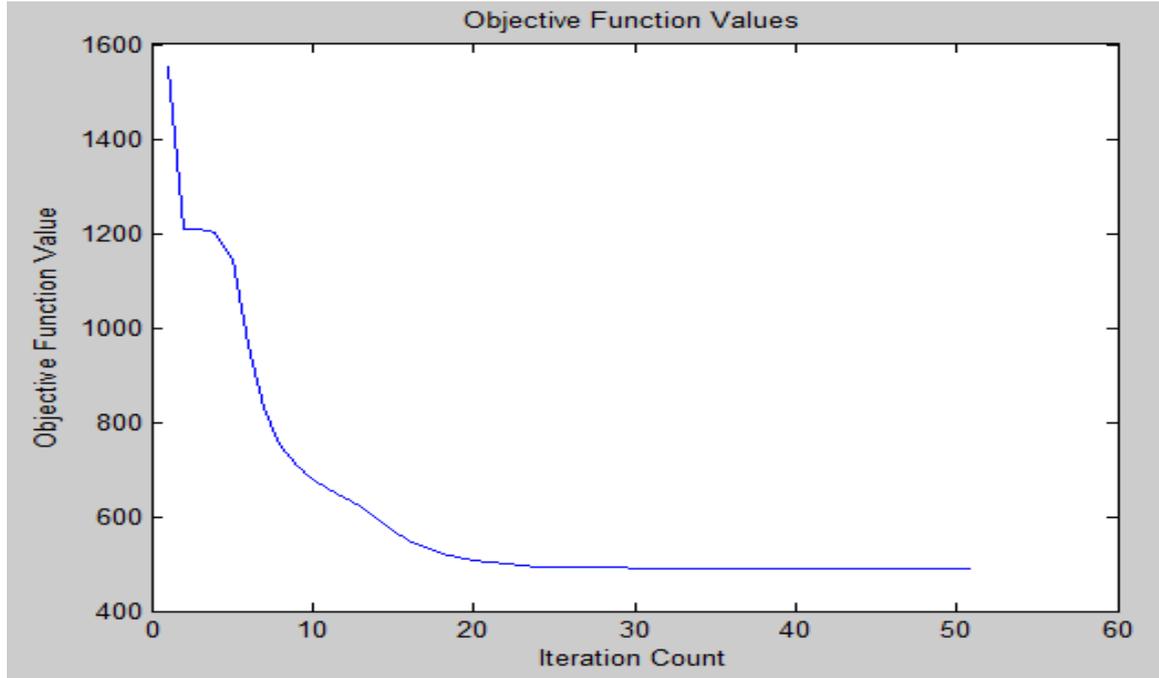


الشكل (1) صورة المران المغناطيسي المدخلة

2-تطبيق خوارزمية العنقدة FCM (Fuzzy c means):

تتضمن صورة المران المغناطيسي المدخلة المناطق المرية التي يجب استخلاصها من أجل تحليلها وإعطاء التشخيص المناسب لها، وتعد هذه العملية عملية صعبة نظراً لطبيعة هذه المناطق المرية من حيث الشكل. وبالنظر إلى مجموعة عناصر الصورة على أنها مجموعة من البيانات التي تشترك فيها كل مجموعة من العناصر مع بعضها البعض بخصائص معينة (قيم السويات الرمادية) يمكن استخدام خوارزميات تجميع البيانات من أجل تجميع عناصر المجموعة الواحدة مع بعضها البعض وتختلف مع عناصر المجموعات الأخرى. تعد خوارزمية FCM أهم خوارزميات تجميع البيانات التي تستخدم في مجال معالجة الصور الطبية. و لا تعتمد على قيم عتبات ثابتة للسويات الرمادية بل يتم التعامل مع كل حالة على حدى. مما يعطي نتائج جيدة نتيجة وجود تباين في قيم السويات الرمادية للصور الطبية ناتج عن عوامل عدة مثل بارامترات عملية التصوير والمواصفات الجسمية للمريض .

تتوقف عملية التوزيع عندما يتجاوز عدد التكرارات العدد الأعظمي المسموح به أو عندما تكون قيمة التحسن بنتيجة التابع (الفرق بين قيمتي التابع في تكرارين متعاقبين) أصغر من القيمة الأصغرية المسموح بها. لتطبيق FCM على صورة المران المغناطيسي المبينة في الشكل (1) تم اختيار عدد المجموعات يساوي 3 أي إن $Cluster_n=3$ ، وتم تحديد القيمة الأصغرية للتحسن : $Improvement\ value = 1e-5$ ، أما العدد الأعظمي للتكرارات فتم تحديده $Iteration=100$ ، والجدول (4) يبين نتائج تنفيذ التابع FCM على صورة المران المغناطيسي المبينة في الشكل (1). استغرق تنفيذ التابع FCM زمناً قدره 20.287553 ثانية وبطبيعة الحال سيتناسب زمن التنفيذ طردياً مع عدد التكرارات وعكساً مع سرعة المعالج المستخدم. ويبين الجدول (4) أن قيمة التحسن بلغت في التكرار رقم 39 قيمة أصغر من القيمة الأصغرية المسموح بها وبالتالي سوف تتوقف الخوارزمية عند هذا التكرار. ويبين الشكل (2) مخططاً بيانياً لقيم تابع التكلفة خلال تكرار تنفيذ خطوات تابع FCM.



الشكل (2) مخطط بياني يبين قيم تابع التكلفة خلال تكرار تنفيذ خطوات تابع FC

الجدول (2) قيم تابع التكلفة وقيم التحسن خلال تكرارات التابع FCM

رقم التكرار Iteration count	قيمة تابع التكلفة Cost Function	قيمة التحسن Improvement Value
1	4384.319917	
2	3400.200219	984.119698
3	3399.977245	0.222974
4	3396.751899	3.225346
5	3356.855577	39.896322
6	3069.958455	286.897122
7	2482.999659	586.958796
8	2041.451112	441.548547
9	1649.553497	391.897615
10	1333.977105	315.576392
11	1128.724122	205.252983
12	1012.742137	115.981985
13	956.504472	56.237665
14	931.926687	24.577785
15	921.139129	10.787558

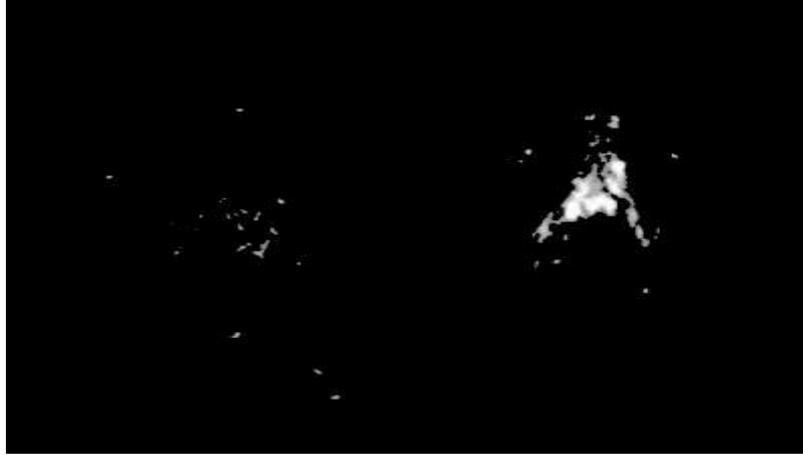
5.107485	916.031644	16
2.605701	913.425943	17
1.388664	912.037279	18
0.754574	911.282705	19
0.413064	910.869641	20
0.226691	910.64295	21
0.124505	910.518445	22
0.068395	910.45005	23
0.037572	910.412478	24
0.02064	910.391838	25
0.011338	910.3805	26
0.006228	910.374272	27
0.003421	910.370851	28
0.001879	910.368972	29
0.001032	910.36794	30
0.000567	910.367373	31
-6.8E-05	910.367441	32
0.000342	910.367099	33
0.000188	910.366911	34
0.000103	910.366808	35
5.7E-05	910.366751	36
3.1E-05	910.36672	37
1.7E-05	910.366703	38
1E-05	910.366693	39

يبين الجدول (3) مصفوفة مراكز المجموعات الناتجة عن تطبيق التابع FCM:

Center 1	0.8026	0.8034	0.8021
Center 2	0.1803	0.1803	0.1803
Center 3	0.3455	0.3455	0.3455

بعد تطبيق العنقدة باستخدام تابع الـ FCM على صورة المرنان المغناطيسي المبينة في الشكل (1) سينتج ثلاث مجموعات من العناصر ، نعيد تشكيل كل مجموعة على حدة لتعطي جزءاً محدداً من الصورة الأصلية ، ونجد أن إحدى المجموعات ستمثل خلايا المناطق المرية ويتم تحديدها بالاعتماد على القيمة العظمى للسويات الرمادية في

كل مجموعة حيث ستكون هي المجموعة ذات القيمة العظمى للسويات الرمادية بالنسبة لمتوسط السويات الرمادية في المجموعات الثلاث والشكل (3) يوضح صورة المناطق المريبة بعد فحص المجموعات الثلاث الناتجة عن تطبيق تابع الـ FCM.



الشكل (3) صورة المجموعة التي تمثل مناطق الخلايا المريبة

2 4 إجراء العمليات المورفولوجية للتخلص من الضجيج وعزل المنطقة المشبوهة :

بعد الحصول على الصورة التي تتضمن منطقة العناصر المريبة نلاحظ من الشكل (3) وجود مناطق غير مرغوبة في الصورة إلى جانب المناطق المريبة والتي بقيت بسبب التقارب الحاصل بين قيم السويات الرمادية الخاصة بها وقيم السويات الرمادية للمناطق المريبة كما نلاحظ داخل المناطق المكتشفة وجود تدرجات رمادية ذات قيم مختلفة وللتخلص من هذه التدرجات الرمادية نقوم بتحويل الصورة الي الشكل الثنائي وبالتالي نحصل على صورة ثنائية خالية من التدرجات الرمادية كما في الشكل (4).



الشكل(4) صورة المرنان بعد تحويلها إلى الشكل الثنائي

يختلف تأثير وجود هذه المناطق باختلاف الطريقة المتبعة في عملية التحليل والتشخيص النهائية للمناطق المريبة . بحيث يمكن القول إن بعض هذه الطرائق يمكن أن تحلل هذه المناطق غير المرغوبة وتعطي نتائج سلبية لها وبالتالي يتم استثناءها من التشخيص النهائي. ولكن من أجل زيادة فعالية خوارزمية استخلاص المناطق المريبة يمكن تطبيق معايير عدة لمحاولة التخلص قدر الإمكان من هذه الأجزاء مع الأخذ بعين الاعتبار أن تطبيق هذه المعايير يجب أن يكون دقيقاً ومحسوب النتائج من أجل عدم التأثير على دقة النتائج كأن يؤدي تطبيق أحد هذه المعايير على سبيل المثال إلى حذف منطقة مريبة من الصورة إلى جانب مناطق غير مرغوبة، ويعد معيار المساحة أحد هذه

المعايير التي يتم تطبيقها على مركبات الصورة للتخلص من المناطق غير المرغوبة . بحيث يتم تحديد مساحة معيارية ويتم حذف كل مركبة من مركبات الصورة مساحتها أصغر من المساحة المحددة . أي إن شرط حذف المناطق في الصورة هو:

مساحة المنطقة المتصلة > المساحة المعيارية

يعتبر هذا المعيار معياراً سهلاً للتطبيق ويعطي نتائج جيدة عند استخلاص مناطق مربعة ذات مساحات معروفة أو متوقعة. أما في حالة عدم معرفة مساحات المناطق المربعة فإن تطبيقه قد يؤدي إلى حذف منطقة مربعة مهمة ذات مساحة صغيرة ، الأمر الذي ينعكس بشكل خاطئ على نتيجة التشخيص النهائي .

ومن أجل تطبيق هذا المعيار على صورة المناطق المربعة المستخلصة نقوم بتطبيق عملية Opening حيث يتم قطع الاتصالات بين المناطق المتشكلة. تصبح الصورة تتكون من عدد محدود من المناطق والمساحات ومن أجل تطبيق شرط حذف المناطق الصغيرة يجب تحديد قيمة المساحة المعيارية للمناطق المربعة.

بعد تحليل مساحات المناطق المربعة في عديد من صور المرنان المغناطيسي للثدي تم استنتاج قيمة مساحة معيارية ثابتة تم تطبيقها على الصور جميعها، وبافتراض أن قيمة المساحة المعيارية هي 80 بيكسل والتي تم تحديدها تجريبياً يصبح شرط حذف المناطق على الشكل الآتي :

مساحة المنطقة المتصلة > 80

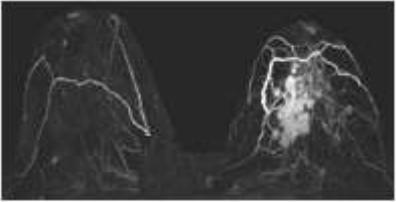
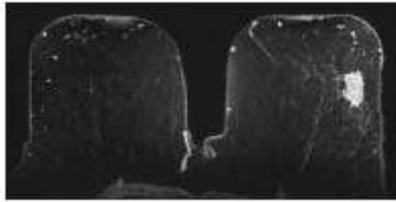
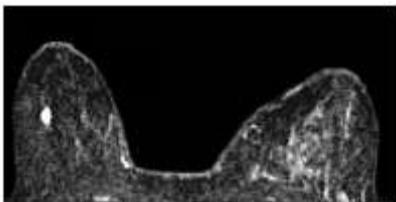
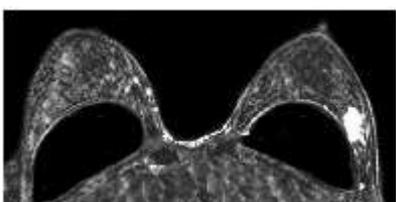
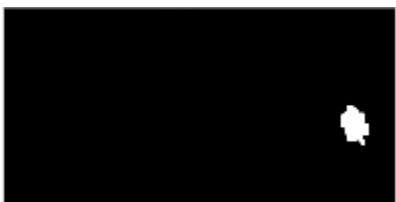
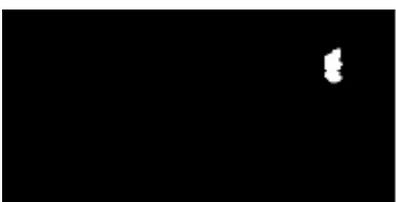
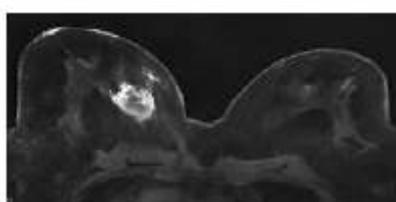
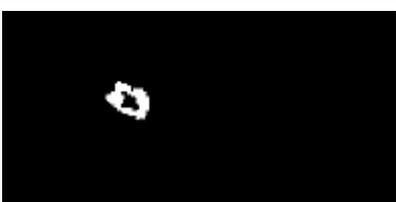
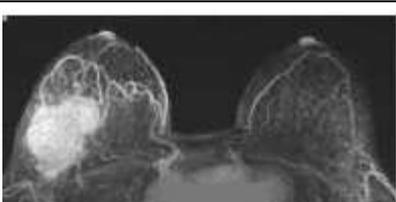
نقوم بالتخلص من المناطق (الأجزاء) ذات المساحات الصغيرة جداً بالمقارنة مع مساحات المناطق المربعة التي نريد استخلاصها وذلك من خلال تحويلها إلى صورة ثنائية و تطبيق العملية المورفولوجية (الفتح) حيث تقوم بحذف المناطق المتصلة جميعها ذات المساحات الصغيرة جداً بالمقارنة مع مساحات المناطق المربعة

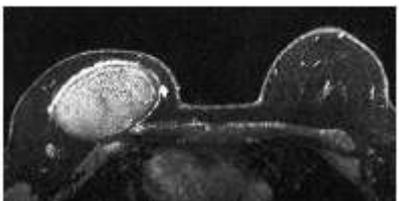
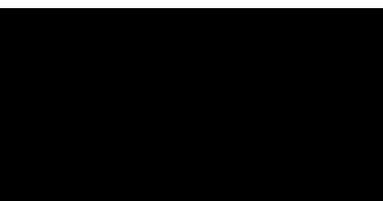
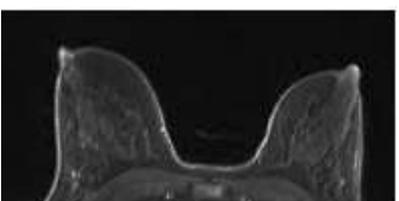
ويبين الشكل (5) المنطقة الورمية المستخرجة من الصورة البيانية المبينة في الشكل (1) بعد حذف المناطق غير المغوية مقارنة مع المناطق المشبوهة.



الشكل (5) المنطقة المشبوهة المكتشفة

يوضح الجدول التالي المناطق المكتشفة بالنسبة لبعض صور قاعدة البيانات مع الأخذ بعين الاعتبار انتقاء صور لحالات متنوعة كاورام غير واضحة الحدود وصور تحتوي على مكونات تجميلية لتكبير الصد و صور تتضمن أوردة وشرابين واوردة و اقنية لبنية و صور سليمة وتم التعليق والمناقشة بعد عرض الحالات:

رقم الصورة من قاعدة البيانات	صورة المرنان المغناطيسي	المنطقة المكتشفة	رأي الطبيب المختص
5			مطابق (يوجد ورم وعزله عن الاقنية اللبنية)
7			مطابق (يوجد ورم)
13			مطابق (يوجد ورم)
19			مطابق (تم تحديد الورم مع اهمال قطع تكبير الصدر التجميلية)
23			مطابق (يوجد ورم)
52			مطابق (يوجد ورم حلقي)
57			مطابق (يوجد ورم)

مطابق (يوجد ورم)			70
مطابق يوجد ورم رغم (الضجيج العالي)			88
مطابق (سليم لا يوجد ورم)			90

مناقشة النتائج بالاعتماد على الجدول (4):

نجد أن النظام أظهر فاعلية في استخراج المناطق الورمية على اختلاف الحالات المقدمة له حيث تمكن من عزل المناطق الورمية في الصور التي تتضمن أوردة وشرابين دموية وأقنية لبنية على الرغم من أن لها السويات الرمادية نفسها للمناطق الورمية كما في الصور (5 و 7). كما نجح في استخراج الأورام وتمييزها في الصور التي ظهرت فيها أعضاء أخرى من الجسم بالإضافة للثدي كما في الصور (57 و 70) وكذلك في الصور التي تحتوي على مكونات لتكبير الصدر كما في الصورة (19). كما نجح النظام في اكتشاف الأورام في الصور غير الواضحة التي تحوي على نسبة ضجيج عالية كما في الصورة (88) وفي الصور التي تحتوي أوراًماً غير واضحة ومبهمة الحدود كما في الصورة (13). وقد نجح النظام في عدم استخراج المناطق التي لا تعتبر نكتلات ورمية كما في الصورة (13) حيث نلاحظ وجود كيسة في الثدي الأيسر ولم يتم عزلها واعتبارها كتلة ورمية وكذلك في الصورة (23) التي تحتوي أنسجة ضامة وغدية ظهرت بسويات رمادية مرتفعة وقريبة من السويات للمناطق الورمية. وقد نجح النظام أيضاً في عدم استخراج أي منطقة في الصور السليمة التي لا تحتوي على مناطق ورمية كما في الصورة (90). كما في الصورة (52) التي تحتوي على ورم من النوع الحلقي .

3 4 تحديد الواصفات والسمات للمنطقة المستخرجة :

بعد عزل المنطقة المشبوهة تم استخلاص الواصفات (السمات) لها والتي يمكن استخدامها في عملية التشخيص والتمييز بين الأورام الحميدة والخبيثة في مراحل عمل مستقبلية ويبين الشكل (6) السمات والواصفات المختارة سابقاً في الجدول (1) و المستخرجة للمنطقة المشبوهة المكتشفة للصورة في الشكل (5):



الشكل (6) الواصفات المستخرجة للمنطقة المشبوهة

نجد الواصفة Extrema (مصفوفة النقاط الحدية) هي مصفوفة ذات أبعاد 8×2 وقيمها هي كما يلي :



الشكل (7) قيم المصفوفة Extrema

أما بالنسبة للواصفة Convexhull (مصفوفة اصغر منطقة تحذب) فهي عبارة عن مصفوفة ابعادها 64×2 وقيمها كما يلي :

1	2	3
1	460	132.5000
2	59.5000	133
3	51.5000	149
4	51.5000	150
5	51.5000	151
6	51.5000	152
7	51.5000	153
8	51.5000	154
9	51.5000	155
10	51.5000	156
11	51.5000	157
12	51.5000	158
13	51.5000	159
14	51.5000	160
15	51.5000	161
16	51.5000	162
17	51.5000	163
18	452	163.5000
19	453	163.5000
20	454	163.5000
21	455	163.5000
22	456	163.5000
23	457	163.5000
24	458	163.5000
25	459	163.5000
26	460	163.5000
27	461	163.5000
28	492	159.5000
29	92.5000	159
30	493	158.5000
31	93.5000	158
32	01.5000	146
33	01.5000	145
34	01.5000	144
35	01.5000	143
36	01.5000	142
37	01.5000	141
38	01.5000	140
39	01.5000	139
40	01.5000	138
41	01.5000	137
42	01.5000	136
43	01.5000	135
44	01.5000	134
45	01.5000	133
46	01.5000	132
47	01.5000	131
48	01.5000	130
49	01.5000	129
50	01.5000	128
51	01.5000	127
52	01.5000	126
53	01.5000	125
54	01.5000	124
55	01.5000	123
56	01.5000	122
57	01.5000	121
58	501	120.5000
59	494	115.5000
60	493	115.5000
61	492	115.5000
62	491	115.5000
63	490	115.5000
64	460	132.5000

الشكل (8) قيم المصفوفة convexhull

الاستنتاجات والتوصيات :

تم اقتراح نظام جديد لاكتشاف أورام الثدي واستخراج الوصفات والسمات للمناطق الورمية المكتشفة من صور المرنان المغناطيسي وقد تم تطبيق واختبار النظام على مجموعة من صور المرنان المغناطيسي حيث تم في البداية استخراج المناطق المشبوهة من خلال استخدام خوارزمية لعقدة عناصر الصورة حسب السويات الرمادية وهي خوارزمية FCM بالإضافة لبعض العمليات المورفولوجية كعمليتي الفتح والإغلاق وقد تم التوصل إلى نتائج جيدة تمثلت في استخراج المناطق الورمية كافة.

تم بعد ذلك استخراج بعض السمات التي يمكن استخدامها في تمييز الأورام الخبيثة عن الأورام السليمة حيث بلغ عدد السمات المستخرجة لكل منطقة ورمية 6 سمات. تم بناء النظام المقترح باستخدام برنامج الماتلاب حيث تم العمل على قاعدة بيانات تتكون من 96 صورة من صور المرنان المغناطيسي من قاعدة بيانات المعهد العالمي للسرطان في الولايات المتحدة الأمريكية وقد كانت النتائج التي تم الوصول إليها في عملية الإكتشاف جيدة حيث تمت مقارنتها مع الرأي الطبي البين في قاعدة البيانات ذاتها.

الاستنتاجات:

• أظهر النظام كفاءة في :

- استخراج المناطق الورمية على اختلاف الحالات المقدمة له حيث تمكن من عزل المناطق الورمية في الصور التي تتضمن أوردة وشرابين دموية وأقنية لبنية.
- استخراج الأورام وتمييزها في الصور التي ظهرت فيها أعضاء أخرى من الجسم بالإضافة للثدي.
- اكتشاف الأورام في الصور غير الواضحة التي تحوي على نسبة ضجيج عالية.
- استخراج الأورام في الصور التي تحتوي أوراماً غير واضحة ومبهمة الحدود.

○ استخراج المناطق التي لاتعتبر نكتلات ورمية كالكيسات والتكلسات النقطية المتعددة والأنسجة الضامة والغدية.

- عدم استخراج أي منطقة في الصور السليمة التي لاتحتوي على مناطق ورمية.
- استخراج حدود المناطق الورمية وحواها بدقة جيدة سواء كانت حدوداً خارجية أم داخلية.
- أظهر النظام قدرة على التعامل الفوري مع صور المران المغناطيسي للثدي بمختلف الأحجام و بغض النظر عن نوع وبارامترات جهاز المران المستخدم وبدون القيام بأي عملية معالجة مسبقة للصور .

التوصيات:

- 1- يعد النظام خطوة أولى في تشخيص أورام الثدي لذلك فإن النظرة المستقبلية لهذا البحث هي الاستفادة من السمات المستخرجة للمناطق الورمية في عملية التشخيص والتمييز بين الأورام الخبيثة والحيدة.
- 2 العمل على تحديد واستخراج سمات أخرى للمناطق الورمية ويحدد الباحث بالمساعدة مع الطبيب المختص مدى اهميتها في تشخيص المرض حيث نستطيع استخراج حوالي 15 سمة شكلية.
- 3 العمل على بناء نظام متكامل للاكتشاف والتصنيف والتشخيص الآلي.
- 4 مشاركة فريق من الأطباء المختصين في العمل البحثي لمشاركة خبراتهم والعمل على التحسين المستمر للنظام بغية محاكاة الخبرة البشرية وتقديم أكبر قدر من المعلومات المساعدة على التشخيص الصحيح.

المراجع:

- [1]-B.Senthilkumar,G.Umamaheswari,*Combination of Novel Enhancement Technique and Fuzzy C Means Clustering Technique in Breast Cancer Detection*. Biomed Res-India 2013 Volume 24 Issue 2,252-257
- [2]- S.SAHEB BASHA, DR.K.SATYA PRASAD, *Automatic detection of breast cancer mass in mammograms using morphological operators and fuzzy c –means clustering*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2009,704-709.
- [3]- VALLIAPPAN Raman, PUTRA Sumari, MANDAVA Rajeswari, *A Theoretical Methodology and Prototype Implementation for Detection Segmentation Classification of Digital Mammogram Tumor by Machine Learning*. IJCSI International Journal of Computer Science Issues. Vol. 7, Issue 5, September 2010,38-44
- [4]- Ruey-Feng Chang, Wen-Jie Wu, Woo Kyung Moon,Dar-Ren Chen, *Automatic ultrasound segmentation and morphology based diagnosis of solid breast Tumors*. Breast Cancer Research and Treatment. 89,2005, 179–185
- [5]-Parkin D. M. , Bray F.,ferlayJ.,andPisaniP., "Global Cancer Statistics 2002",CA Cancer JClin,Vol.55,No.2,pp.74-108,2005.
- [6]- Olson, James Stuart. *Bathsheba's Breast: Women, Cancer and History*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. ISBN 8018, 2002.
- [7]-The MATLAB Team, "*fuzzy C-Means ClusteringTutorial (Fuzzy Logic Toolbox)*",MATLAB,ProductHelp,Version 7.8.0347 (R2011a),2011.
- [8]-Stoitsis J.,Valavanis I.,Mougiakakou S.,Golemati S., Nikita A.,NikitaK.,"*Computer- Aided Diagnosis Based on Medical Image Processing and Artificial Intelligence Methods*",Nuclear Instruments and Methods in Physics Research,pp.591-595,2006.

[9]-Chen E.,ChungP.,ChenC.,TsaiH.,and Chang C., "An Automatic Diagnostic System for CT Liver Image Classification" IEEE Transactions Biomedical Engineering, Vol.45, No.6, pp.783-794,1998.

[10]-LinaArbashMeinel."Development of computer-aided diagnostic system for breast MRI lesion classification",Phd thesis , University of Iowa,2005.

[11]-MaanAmmar,Bassel Al Samman."Towards Automatic Diagnosis of Liver Tumors from CT images",IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications (ISIEA),87-90,2009.

[12]-Gonzalez R. C.,Woods R. E., "Digital Image Processing",Prentice Hall,2nd Edition,pp.521-538,2004.

[13]-The MATLAB Team , "Fuzzy Logic Toolbox",MATLAB,ProductHelp,Version 7.8.0.347,(R2011a),2011.

[14]-Hunt B.,LipsmanR.,Rosenberg J., "A Guide to MATLAB for Beginners and Experienced Users",Cambridge university Press,pp.31-50,2004.

[15]-Semmlow J., "Biosignal and Biomedical Image Processing MATLAB-based Applications",Rutgers University Piscataway,New jersey ,USA,pp.410-450,2004.

[16]-Sivanandam S. N.,Sumathi S.,Deepa S. N. , "Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB",Springer-Verlag Berlin Heidelberg ,pp. 158-199,2007.

[17]-The MATLAB Team, "MathWorks Documentation – MATLAB V7 Function References",pp.14-171,2007.

[18]-The MATLAB Team, "MATLAB Programming Tips",MathWorks,Inc,pp. 11-52,2005.

[19]-Judith G.H.,Ursula G. F.,Judith E. A.. "Handbook of normal physical measurements".Oxford University Press,410-475,2001.

[20] -ناصر، فيصل-جركس، عامر. "الأشعة التشخيصية والإيكوغرافي" ، مديرية الكتب والمطبوعات ، سورية

2005،

[21]-عيسى ، علام . "الشبكات العصبية البنوية الهندسية ، الخوارزميات ، التطبيقات" ، شعاع للنشر

والعلوم، سورية، حلب، 2000،

Websites :

[22] - <http://www.mrsc.ucsf.edu/breast/> On 2014-04-03 10:45:10

[23]- <https://public.cancerimagingarchive.net> On 2014-04-03 11:56:25

[24]-<http://www.mdanderson.org/patient-and-cancer-information/cancer-information/cancer-types/breast-cancer/index.html> On 2014-04-03 11:10:25