تصنيف الأورام في الصور الطبية المستند إلى مستعمرات النمل

مهى عبد الرحمن حسّو ، أسيل إسماعيل علي
قسم علوم الحاسوب ، كلية علوم الحاسوب والرياضيات ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

الملخص

احد أصعب المهام في معالجة الصور هي تقطيع الصورة حيث تعتمد على تحديد المناطق غير المتجانسة للصورة المعطاة وفصلها إلى عدد من المناطق. الطرق المتواجدة الحالية غير كافية بالقدر الكافي لإعطاء خوارزمية عامة لكل أنواع الصور.

في هذا العمل تم تطبيق تقطيع الصورة بالاستناد إلى نوع من أنواع ذكاء الأسراب لحل مشاكل الطرق التقليدية. يعتمد هذا العمل على عدد من المستعمرات النمل التي تتنافس في الحصول على مواقع في الصورة وذلك بوضع نوع من المادة العطرية يختلف من مستعمرة إلى أخرى.

1. المقدمة Introduction

الورم هو نمو غير طبيعي للأنسجة داخل الجسم، إذ يصنف إلى أولي (primary) أو ثانوي (secondary)، ويمكن أن يكون حميد (benign) أو خبيث (malignant) [1]. إن اكتشاف الورم وتقطيعه مهم في التشخيص، لأنه يوفر معلومات متعلقة بالتخطيط للعلاج ومتابعة المرضى [2]. وعلى الرغم من الجهود العديدة والنتائج الواعدة في المجتمع التصوير الطبي، إلا أن التقطيع الدقيق ووصف الحالات غير الطبيعية لا تزال مهمة صعبة وشاقة نظراً للعديد من الأشكال الممكنة ومواقع الصورة وكثافتها لأنواع مختلفة من الأورام [1]. تصنيف الصورة هو تقنية لتصنيف الصور المدخلة غير الطبيعية إلى مجموعات مختلفة من الأورام استناداً إلى عدد من مقاييس التشابه. إذ يجب أن تكون تقنية الكشف عن الحالات غير الطبيعية ذا دقة عالية، لأن التخطيط للعلاج يستند إلى هذا التحديد [3]. إذ اقترحت عدد من أساليب تقطيع الأورام وتصنيفها التي تعتمد على هيكلية أعضاء الجسم ولكن أداء هذه الأساليب غير مرضية عندما تحوي الصورة بعض الضوضاء أو بعض من أنواع تشويه البيانات الحقيقية [3][4][5]، لكن خوارزمية مستعمرة النمل تستطيع أن تتجاوز هذه العوائق. كما أن هناك صعوبات تواجه الطرائق التقليدية في عملية تقطيع الصورة وهي إيجاد حد العتبة الأمثل لكل نوع من أنواع الصورة [6][7]، في حين طريقة ذكاء مستعمرة النمل تستطيع إيجاد حد العتبة الأمثل مهما كان نوع الصورة المدخلة.

الخوارزمية الحدسية (heuristic algorithm) هي الخوارزمية التي تعتمد على حدس الأسراب وتستند في مفهومها الرياضي على السلوك الطبيعي للنمل في ايجاد أمثل مسار بين العش ومصدر الغذاء. تتكون هذه الخوارزمية من خطوة التهيئة ومن ثلاثة مكونات رئيسة ينظمها SCHEDULE_ACTIVITIES. تتكرر الخطوات الثلاث (بناء الحل، الإجراء الخفي، تحديث المادة العطرية) حتى يتحقق معيار التوقف. معيار التوقف النموذجي هو إما أقصى حد من التكرارات، أو أقصى حد من استهلاك وقت CPU الخطوات الرئيسية في الخوارزمية الحدسية هي على النحو الآتي [8][9][10]:

```
Set parameters, initialize pheromone trails
SCHEDULE_ACTIVITIES
ConstructAntSolutions
DaemonActions (optional)
UpdatePheromones
END_SCHEDULE_ACTIVITIES
```

إن SCHEDULE_ACTIVITIES لا تحدد كيفية جدولة الخطوات الثلاث وتزامنها في معظم تطبيقات (Ant colony optimization (ACO)). المكونات الثلاث للخوارزمية تخضع لتكرار يتمثل في: بناء الحلول من النمل جميعهم. وفي تحسين هذه الحلول عن طريق استخدام خوارزمية البحث المحلي (هذه الخطوة اختيارية)، وتحديث كميات المادة العطرية [10].

2-1 بناء الحل باستخدام النمل Construct Ant Solutions

تقوم مجموعة من النمل (m) ببناء الحلول من مكونات الحل المتاحة وهي عبارة عن عناصر في مجموعة محدودة من $C = \{c_{ij}\}$. إذ يتم بناء الحل من خلال البدء بحل جزئي فارغ $s^p = \emptyset$، ثم في كل خطوة من خطوات البناء يتم توسيع الحل الجزئي s^p بإضافة عنصر حل من مجموعة العناصر المجاورة $N(s^p) \subseteq C$. إذ يعد سير النملة على المخطط هي عملية بناء الحل. وكلما سارت خطوة تختار بصورة احتمالية عنصر وتضيفه إلى الحل. قواعد الاختيار الاحتمالي لمكونات الحل تختلف باختلاف متغيرات خوارزميات ACO المختلفة. القاعدة المعروفة هي جزء من خوارزمية نظام النمل (Ant System ((AS) [8]:

$$p(c_{ij}|s^p) = \frac{\tau_{ij}^{\alpha}.\eta_{ij}^{\beta}}{\sum_{c_{il} \in N(s^p)} \tau_{il}^{\alpha}.\eta_{il}^{\beta}}, \quad \forall\, c_{ij} \in N(s^p) \quad \ldots(1)$$

حيث τ_{ij}^{α} و η_{ij}^{β} هي على التوالي قيمة المادة العطرية وقيمة الدالة الحدسية المرتبطة بالعنصر. α و β معلمات ثابتة إذ إن قيمها التي تحدد نسبة أهمية المادة العطرية مقابل المعلومات الحدسية [8].

2-2 الأجراء الخفي Daemon Actions

في بعض من المسائل قد تحتاج إلى بحث محلي (عند حركة النملة من خطوة إلى أخرى) حيث تحدث كمية المادة العطرية في كل خطوة حركة مما يسهل من مهمة تحديد أي مادة العطرية يجب أن تحدث في نهاية كل دورة. يفيد هذا البحث المحلي (الإجراء الخفي) في عدم الوقوع في النهاية المحلية أو الوصول إلى الحل الأمثل المحلي [9].

2-3 تحديث المادة العطرية Update Pheromones

تضع النملة المادة العطرية تاركة ورائها أثرا يستطيع النمل من خلاله معرفة إذا كانت النملة قد مرت من هذا المسار أم لا. يفيد في تنويع الحلول وا يجاد المسار الأقصر بين نقطتين. الهدف من تحديث المادة العطرية هو زيادة الكميات المرتبطة بالحلول الجيدة، وتقليل تلك التي ترتبط بالحلول غير الجيدة. وعادة ما يتم ذلك عن طريق[8][9][10]:

- زيادة كمية المادة العطرية.

يعزز النمل المادة العطرية من خلال وضع كمية معينة على العقدة أو الحافة. بزيادة هذه الكمية سيزداد احتمالية السير على هذا المسار من قبل النمل التالي.

- نقصان كمية المادة العطرية.

عندما لا يضع النمل أية مادة عطرية (أي لا يسير النمل في ذلك المسار) عندها وبمرور الوقت ستتبخر المادة العطرية مؤدية بذلك إلى تناقص المسار وبذلك يتم نسيان المسار.

تزداد كمية المادة العطرية التي ترتبط بالحلول الجيدة S_{upd} على النحو الآتي [9]:

$$\tau_{ij} = (1-p).\tau_{ij} + p.\sum_{s\in S_{upd}|c_{ij}\in s} F(s) \quad \dots (2)$$

إذ إن S_{upd} هي مجموعة الحلول التي تستخدم للتحديث. و $p \in [0,1]$ هي معامل التبخر. و $F: S \to R_0^+$ هي دالة تعرف على النحو الآتي [9]:

$$f(s) < f(\grave{s}) \Rightarrow F(s) \geq F(\grave{s}), \forall s \neq \grave{s} \in S \quad \dots (3)$$

F(.) تسمى بصورة عامة دالة اللياقة (fitness function) أو الدالة الحدسية (heuristic function) وتكون إما قيمة ثابتة وتسمى بالمعلومات الحدسية أو تحسب من خلال معادلة منذ بداية الخوارزمية وتبقى ثابتة لكل عقدة أو حافة وتسمى بالدالة الحدسية.

يفيد تبخر المادة العطرية في استكشاف مجالات جديدة في فضاء البحث. كما أن خوارزميات ACO المختلفة على سبيل المثال نظام مستعمرة النمل((Ant Colony System (ACS) (Dorigo & Gambardella 1997) [11]. أو max-min ant system) (MMAS)) (Stützle & Hoos 2000) تختلف في طريقة تحديث كمية المادة العطرية [12]. في نظام مستعمرة النمل يكون التحديث محلي (باستخدام الإجراء الخفي) وتحديث عام (باستخدام تحديث المادة العطرية) أما MMAS فيستخدم فقط التحديث العام[11][12]. مثال عن قاعدة تحديث المادة العطرية التي تستخدم كثيرا هي قاعدة التحديث (IB-update) إذ إن IB iteration_best هي لأفضل التكرار [11].

$$S_{upd} = \arg\max_{s\in S_{iter}} F(s) \quad \dots (4)$$

قاعدة (IB-update iteration-best) تعطي انحيازاً أقوى بكثير للحلول الجيدة أفضل من قاعدة تحديث Ant (AS-update system) ولكن على الرغم من زيادة سرعة إيجاد الحلول الجيدة، إلا أنه يزيد من احتمالية الوقوع في النهايات المحلية المثلى. حتى قاعدة BS-update تعطي تحيزاً قوياً للحلول الجيدة ، (S_{bs} best-so-far) .وفي هذه الحالة، S_{upd} تعطى لـ $\{S_{sb}\}$. من الناحية العملية، خوارزميات ACO تستخدم صيغة IB-update أو BS-update، ويضاف إلى ذلك آليات لتجنب التقارب السابق لأوانه، محققا بذلك نتائج أفضل من تلك التي تلك تستخدم AS-update [9][11].

2. التقطيع بالاستناد إلى أمثلية مستعمرة النمل Segmentation based on ACO

اقترح (Bocchi, et.al.) الفكرة الأولى لنموذج ACO لتقطيع الصورة، في حين اقترح (Fernandes, et. Al.) نموذج للتحكم في عدد سكان المستعمرة (الموت والتكاثر). والفقرة التالية توضح النموذجين باختصار[13][14].

لنفترض أن النمل يتحرك على الصورة، بشرط كل نملة تحتل خلية واحدة فقط، و الخلية يجب أن تحوي نملة واحدة فقط أو لا تحوي إطلاقا. تمتلك كل نملة احتمالية معينة مرتبطة بها لتنتقل إلى منطقة أخرى غير مأهولة، تاركة وراءها اثر من المادة العطرية فإذا أحيطت النملة بالنمل من جميع جوانبها عندها ستبقى في خليتها بدون حركة (نموذج Bocchi) [13]، أثناء تحرك النملة تحدث عملية الموت أو التكاثر (نموذج Fernandes) [14].

في مرحلة التهيئة يوضع النمل على الصورة بطريقة عشوائية ثم يتنقل النمل من وحدة صورية إلى أخرى حتى تصل إلى شرط التوقف (الشرط يكون إما الوصول إلى أكبر عدد من الخطوات أو موت النملة)، تحدد احتمالية التحرك واتجاه الحركة من خلال عدة عوامل وهي: الاتجاه السابق لحركة النملة و عدد النمل المحيط بها ومستوى المادة العطرية [13].

ثم قام العالم Laptik بعمل نموذج متطور عن النموذجين السابقين وذلك من خلال تقطيع الصورة إلى عدة مناطق يتم تعيين كل نملة لمستعمرة مختلفة. النمل من المستعمرات المختلفة ممكن أن تتزاوج مع أي نملة سواء أكانت من نفس المستعمرة أو من مستعمرة أخرى. يتم اختيار مستعمرة النملة الجديدة والآباء من النمل المجاور بطريقة عجلة الروليت[15]. يتم اختيار المستعمرة التي تنتمي لها النملة الجديدة كما يلي: إذا كان عدد النمل المجاور الذي ينتمي لمستعمرة معينة أكثر من بقية النمل الذي ينتمي لمستعمرات أخرى فإن النملة الجديدة ستنتمي إلى تلك المستعمرة[16].

الفرق الرئيسي بين النموذج الأصلي (نموذج Bocchi و Fernandes) والمطور (نموذج Laptik) هو في وضع المادة العطرية. هنا تَحدث المنافسة بين مستعمرات النمل. و كل مستعمرة لها نوع مختلف من المادة العطرية. ونظراً لحقيقة أن الخلية الواحدة لا تحوي أكثر من نوع واحد من المادة العطرية، عندها النملة التي تضع نوع المادة العطرية يختلف عن نوعها في الخلية ستتناقص المادة العطرية في الخلية بمقدار معين. ولكن إذا كان نوع المادة العطرية من نفس نوع الخلية عندها ستزداد بنفس المقدار[16].

3. خوارزميةتقطيع الصورة المستند إلى أمثلية مستعمرات النمل Segmentation Image Based On Ant Colonies Optimization Algorithm

خطوات خوارزمية التقطيع هي على النحو الآتي:

الخطوة الأولى: قراءة الصورة المأخوذة من الرنين المغناطيسي.

الخطوة الثانية: إزالة الضوضاء والحواف الحادة المضببة من الصورة من خلال استخدام Gaussian filter. والنوع المستخدم لهذا الغرض هو [16]:

$$G = \frac{1}{8}\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \dots \dots (5)$$

الخطوة الثالثة: عكس ألوان الصورة عن طريق المعادلة الآتية [16]:

$$I_{i,j} = \max(S) - S_{i,j} \dots (6)$$

حيث S هي صورة الرنين المغناطيسي.

$S_{i,j}$ الوحدة الصورية في الموقع (i, j) لصورة الرنين المغناطيسي.

الخطوة الرابعة: تحويل الصورة إلى ابيض واسود عن طريق المعادلات الآتية [16]:

$$B_{i,j}(t) = I_{i,j} \quad \dots (7)$$

$$B_{i,j}(t+1) = B_{i,j}(t).I_{i,j} \quad t \in [1,4] \quad \dots (8)$$

حيث $I_{i,j}$ الصورة الناتجة بعد عكس الألوان.

$B_{i,j}(t)$ الصورة بعد إجراء عملية الضرب في الصورة $I_{i,j}$ للفترة t.

t مؤشر للتكرار [1,4].

ثم عملية normalization من خلال المعادلة الآتية [16]:

$$B_{i,j} = \frac{B_{i,j}}{\max B_{i,j}}.255 \quad \dots (9)$$

ثم يطبق حد العتبة على $B_{i,j}$ ويضرب الناتج بالصورة الأصلية لتنتج الصورة النهائية التي ستطبق عليها خوارزمية أمثلية مستعمرات النمل.

الخطوة الخامسة: وضع النمل بصورة عشوائية على الصورة، وتعيين كل نملة لمستعمرة مختلفة. إعطاء قيمة أولية لمصفوفة المادة العطرية وا ٍعطاء كل نملة كمية معينة من الطاقة.

الخطوة السادسة: تتحرك كل نملة إلى الوحدة الصورية المجاورة. الانتقال يعتمد على كل من الاتجاه السابق لحركتها وكمية المادة العطرية وعدد النمل المحيط بها ونوع المستعمرة. قانون الانتقال الاحتمالي هو كالآتي [13]:

$$p_{ik} = \frac{W(\sigma_i)w(\Delta_\theta)}{\sum_{j=1}^{k} W(\sigma_j)w(\Delta_\theta)} \quad \dots (10)$$

حيث $W(\sigma)$ هو المعامل المتعلق بكثافة المادة العطرية σ ويمكن أن يعبر عنه بما يأتي [13]:

$$W(\sigma) = \left[1 + \frac{\sigma}{1+\delta\sigma}\right]^{\beta} \quad \dots (11)$$

$\frac{1}{\delta}$ تمثل قدرة النمل في استشعار المادة العطرية ؛ β هو المعامل الذي يصف مدى قوة جذب المادة العطرية للنمل. وأن نوع المستعمرة يؤثر في كثافة المادة العطريةو على النحو الآتي [16]:

$$W_s(\sigma) = \begin{cases} \frac{1}{W(\sigma)}, & \text{different ant family;} \\ W(\sigma), & \text{the same ant family.} \end{cases} \quad \dots (12)$$

من هنا نجد أن النملة التي لا تنتمي إلى المستعمرة ستصد من خلال نوع المادة العطرية في الخلية.

حيث $w(\Delta_\theta)$ معامل اتجاه الحركة للنملة يحسب وفقا للبيانات الواردة في الشكل (1). هنا Δ_θ هي زاوية انحراف النملة من اتجاهها السابق وهي (45°). في الشكل التالي الاتجاه السابق للنملة هو الجنوب. إذا وجدت النملة أنها محاطة بالنمل من جميع الجوانب عندها ستبقى في مكانها [14].

1/2	1	1/2
1/4		1/4
1/12	1/20	1/12

الشكل (1) قيم معامل اتجاه الحركة للوحدات الصورية المجاورة

الخطوة السابعة: تحدث كمية المادة العطرية مرتين إثناء الخوارزمية:

التحديث الأول: في كل مرة تتحرك فيها النملة تترك بعضاً من المادة العطرية وفق المعادلة التالية [14]:

$$T = \eta + p\frac{\Delta_{gl}}{255} \quad \dots (13)$$

حيث η هي كمية المادة العطرية التي يتركها النمل في كل التكرار وهو مقدار ثابت.

p هو ثابت يحدد نسبة المادة العطرية التي توضع إلى تغير قيمة كثافة التدرج في الصورة.

التحديث الثاني: في نهاية كل جيل تتناقص كميات المادة العطرية الذي وضعها النملو على النحو الآتي [13]:

$$F(t) = \frac{F(t-1)}{K+1} \quad \dots (14)$$

حيث K مقدار ثابت.

الخطوة الثامنة: في مرحلة تحديث الطاقة كلما تحركت النملة خطوة تغيرت طاقتها إما تزداد أو تنقص. تزداد طاقة النملة إذا وجدت تغير في مستوى الرمادي للوحدة الصورية (مستوى اللون في الوحدة الصورية الموجودة في الصورة)و على النحو الآتي [14]:

$$e(t) = e(t-1) - \alpha + \alpha\frac{\Delta_{gl}}{\max \Delta_{gl}} \quad \dots (15)$$

t هي مؤشر للتكرار.

α ثابت.

$\max \Delta_{gl}$ هو الحد الأقصى للتدرج الرمادي الذي وجدته النملة الحالية إلى الآن.

القيمة الأولية للطاقة هي $\alpha + 1$ وا ٍذا لم تجد التغير عندها ستتناقص الطاقة تدريجيا إلى أن تنتهي(أي موت النملة).

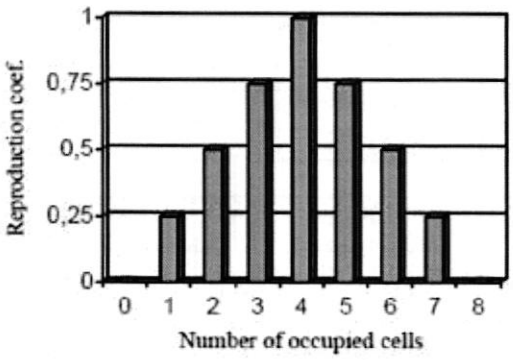
الخطوة التاسعة: في مرحلة التكاثر، أثناء جولة النملة إذا وجدت نملة مجاورة ممكن أن تتزاوج معها لإيجاد فرد جديد يمتلك خواص النملة ذات الطاقة الأكبر وينتمي إلى المستعمرة التي تمتلك اكبر عدد من الأفراد المحيطين بالآباء. احتمالية التزاوج تعتمد على عدد النمل المحيط، كما يأتي [14]:

$$P_R = R(n)\left[\mu + \frac{(1-\mu)\Delta_{gl}}{\max \Delta_{gl}}\right] \quad \ldots (16)$$

R(n) هي معامل الاستنساخ والذي تعتمد قيمته على عدد النمل المتجاور وكما موضح في الشكل (2) [16]، حيث قيمته تتراوح مابين [0,1] فإذا كان عدد النمل المجاور هو 0 أو 8 عندها ستكون قيمة المعامل 0، أما إذا كان عدد النمل المجاور 1 أو 7 عندها ستكون قيمته 0.25وا ٍذا كان عدد النمل المجاور 2 أو 6 عندها ستكون قيمته 0.5، أما إذا كان عدد النمل المجاور 3 أو 5 عندها ستكون قيمته 0.75، والقيمة الأخيرة ستكون 1 إذا كان عدد النمل المجاور 4 [14].

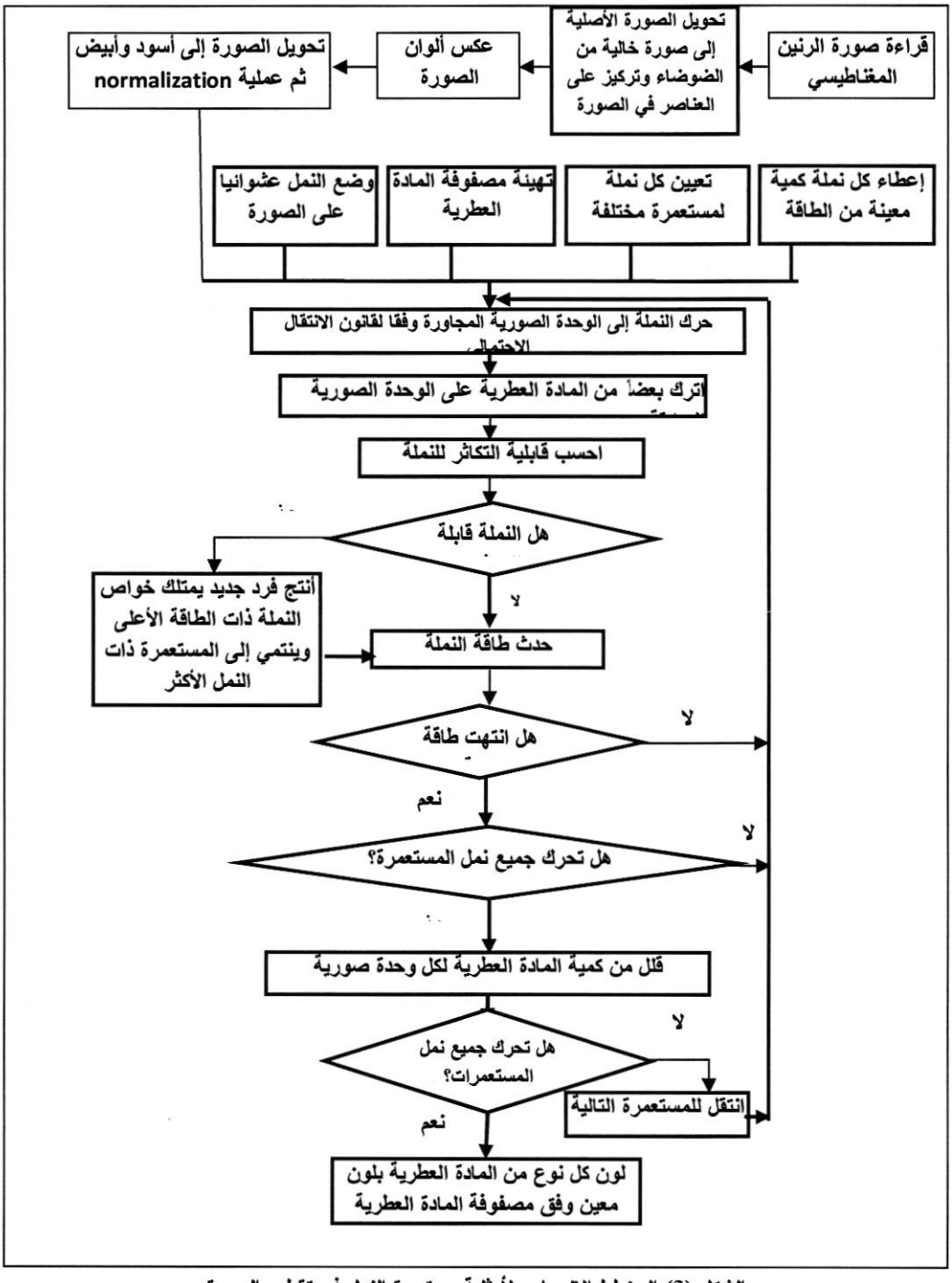
n هي عدد الخلايا المحتلة من قبل النمل.

μ ثابت الاستنساخ.



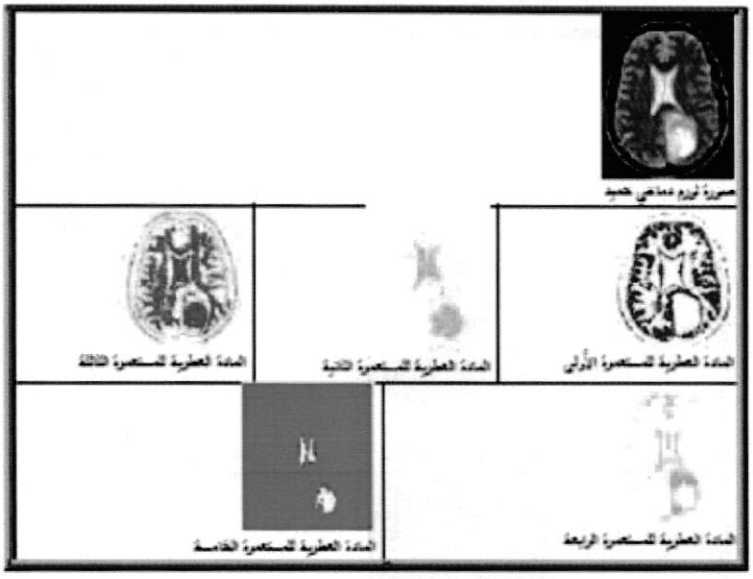
شكل (2) قيم معامل الاستنساخ

الخطوة العاشرة: مرحلة التقطيع تؤخذ مصفوفة المادة العطرية النهائية لتقطيع الصورة إلى عدد من المناطق وفق نوع المادة العطرية تقطع الصورة. والشكل (3) يوضح المخطط الانسيابي لتقطيع الصور باستخدام أمثلية النمل.



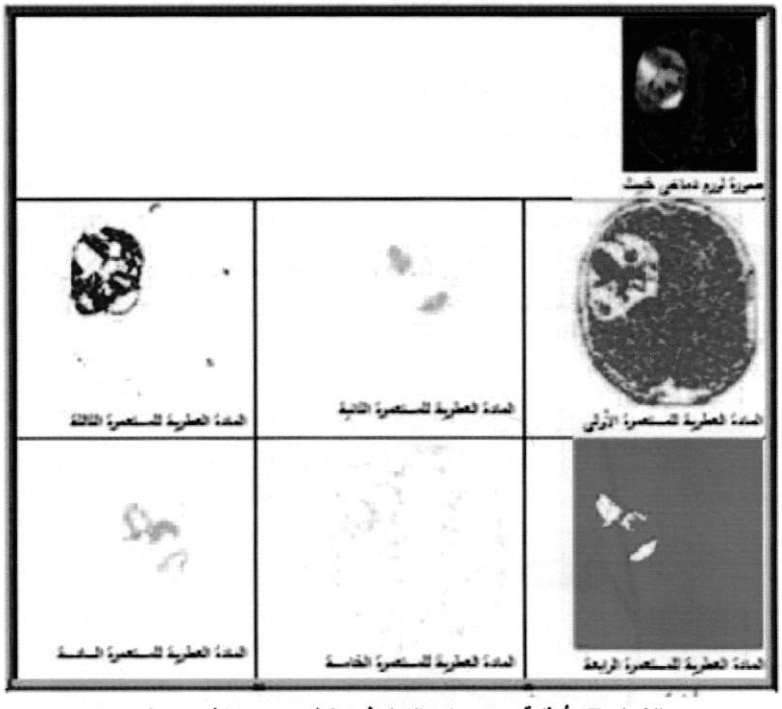
الشكل (3) المخطط الانسيابي لأمثلية مستعمرة النمل في تقطيع الصورة

الشكل (4) يوضح عمل البرنامج على ورم دماغي حميد وعدد المستعمرات المتبقية (عدد التدرج الرمادي المتواجد في الصورة).



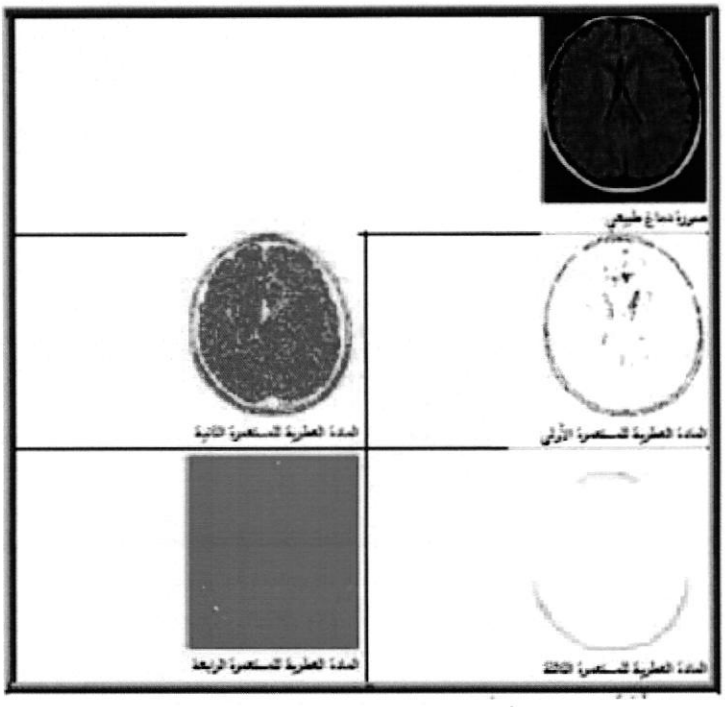
الشكل (4) أمثلية مستعمرات النمل في تقطيع ورم دماغي حميد

ولكن عدد المستعمرات يزداد إذا كان الورم خبيثاً كما في الشكل (5) الورم الدماغي الحميد كان عدد المستعمرات هي خمس. إذ يتبين كما هو موضح أن عدد المستعمرات هي ست، في حين في



الشكل (5) أمثلية مستعمرات النمل في تقطيع ورم دماغي خبيث.

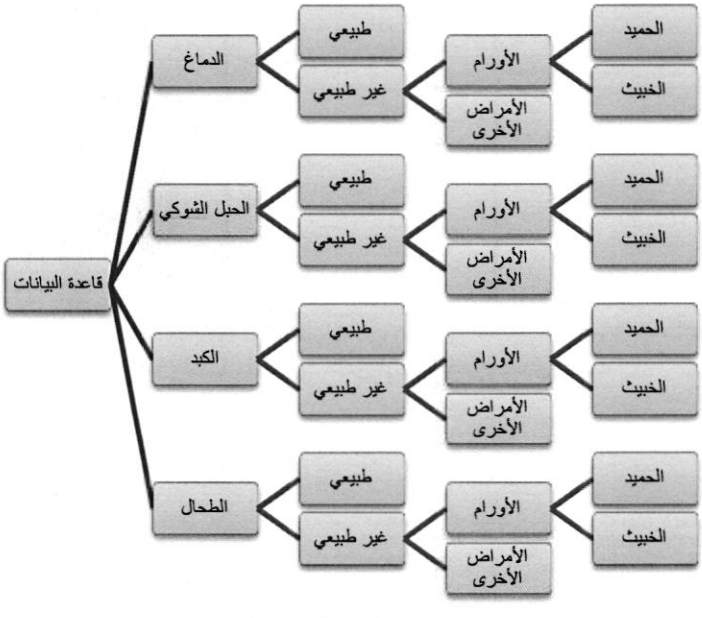
أما الدماغ الطبيعي فإن عدد المستعمرات يقل إلى أربع مستعمرات كما موضح في الشكل (6).



الشكل (6) أمثلية مستعمرات النمل في تقطيع دماغ طبيعي.

4. الاستنتاجات

تم بنجاح وضع خوارزمية تقطيع الصورة بالاستناد إلى أمثلية مستعمرة النمل إذ استطاعت هذه الخوارزمية أن تتجاوز الصعوبات التي تواجه الطرق التقليدية في إيجاد حد العتبة الأمثل مهما كان نوع الصورة المدخلة. كما تم استخدام لغة VC# في التطبيق البرمجي[17] [18]. واستخدمت قاعدة بيانات لصور حقيقية من الرنين المغناطيسي حيث أخذت صور مختلفة من الدماغ والحبل الشوكي والطحال والكبد كما استخدمت لأول مرة صور الحبل الشوكي وصنفت الأورام إلى حميد وخبيث والشكل (7). ولأول مرة تم تشخيص الأورام في الحبل الشوكي بدقة متناهية بنسبة 98%. إذ يعتبر الحبل الشوكي من البيانات الصعبة لاحتوائه على أكثر من طبقة واختلاف موقع الورم مع وجود العديد من الأمراض التي تصيب الحبل الشوكي. كما وتم وضع المستعمرات بألوان مختلفة لتوضح نوع الورم ومكانه. يوضح قاعدة البيانات المستخدمة وتصنيفها.



الشكل (7) تصنيف قاعدة البيانات

المصادر

1. S.Rahimi, M. Zargham, and J. Cheng " *A Method to Detect, Locate and Mark Brain Tumors"* Bemidji State University, Bemidji, MN, USA.
2. Mohammad Shajib Khadem , (2010) "*MRI Brain image segmentation using graph cuts"* , Master of Science Thesis in Communication Engineering , Göteborg, Sweden.
3. Jayabalan Jaya and Keppanagowder Thanushkodi (2011), *" Implementation of Computer Aided Diagnosis System Based on Parallel Approach of Ant Based Medical Image Segmentation"* Journal of Computer Science 7 (2): 291-297, ISSN 1549-3636 Science Publications.
4. Dr. H. B. Kekre, Dr.Tanuja Sarode, (2010) *" Detection of Tumor in MRI using Vector Quantization segmentation"*, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(8), 3753-3757.
5. Dr. Samir Kumar Bandyopadhyay , (2011) " *Detection of Brain Tumor – A Proposed method" Journal of Global Research in Computer Science,* Volume 2, No. 1.
6. F. Keshtkar, A. White "*Agent-Based Model for Image Segmentation*" Carleton University, Ottawa, Canada.
7. W. M. Diyana W. Zaki, M. Faizal A. Fauzi, R. Besar, W.S.H. Munirah W. Ahmad, (2009) "*Multi-level Segmentation Method for Serial Computed Tomography Brain Images" , IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications.*
8. Marco Dorigo, Mauro Birattari, and Thomas St¨utzle, (2006) "Ant Colony Optimization Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique" IEEE Computational Intelligence Magazine November 1556-603x/06IEEE
9. Marco Dorigo, Christian Blum, (2005) "Ant colony Optimization theory: A survey" Theoretical Computer Science 344 243 – 278, Available online at www. Sciencedirect.com .
10. Dorigo M., Stuzle T. (2004) "Ant Colony Optimization"- the MIT Press, 2004. –p. 33-41.
11. Alvarenga, A.V., (2011) "Artificial ant colony: feature and application on medical image segmentation", IEEE, Page(s): 96-101, ISBN: 978-1-61284-915-7.
12. Timo K., Drik S., (2011) " simple max-min ant systems and the optimization of linear pseudo-boolean functions" FOGA11, ACM, New York, NY, USA, ISBN: 978-1-4503-0633-1.
13. Bocchi L., Ballerini L., Hässler S. (2005) "*A new evolutionary algorithm for image segmentation*" Springer Berlin/Heidelberg.
14. Fernandes C., Ramos V., Rosa A.C. (2005) "*Self-Regulated Artificial Ant Colonies on Digital Image Habitats"* International Journal of Lateral Computing vol 1, No. 2. –p. 1-8.
15. Y. He, C. Jian (2007) " *Clonal Selection Algorithm with AdaptiveMutation and Roulette Wheel Selection",* IEEE, 10.1109/CSIW .4425454, pages: 93-96.
16. R. Laptik, D. Navakauskas (2007) "*Application of Ant Colony Optimization for Image Segmentation"* electronics and electrical engineering, ISSN 1392 – 1215 No. 8(80).
17. Dreamtech Press , Ansari Road, Daryaganj , New Delhi, 2009,"*C# 2008 Programming Covers.NET 3.5* ", Print Well Offset , New Delhi.
18. Parida Rajeev A., 2009,"*The Power of C#*", Firewall Media.

Tumor Classification in Medical Images Based on ant Colonies

Department of Computer Sciences , College of Computer Sciences and Mathematics , University of Mosul , Mosul , Iraq

Abstract

One of the most difficult task in image processing is image segmentation which depend on heterogeneous area and separated from other area. Existing methods are not good enough to give a general algorithm for all type of images.

In this work image segmentation have been applied, which depend on type of swarm intelligent to solve the problem of traditional methods. This work depends on a number of ant colonies which competed to get citizens in the image by put a type of pheromone differ from one colony to other.