

طريقة فعالة في تقدير زاوية الدوران للصور باستخدام الخوارزميات الجينية

د. طلال محمود حمود⁽¹⁾

المُلخَص

قدّمنا في هذا المقال طريقة فعالة في تقدير زاوية دوران الصور باستخدام خوارزمية جينية Genetic Algorithm. اعتمدت هذه الخوارزمية على موّسط يسمى الصبغى chromosome بطول متغير يعتمد على درجة وثوقية النظام المطلوب تصميمه، وأهمية التطبيق من هذا النظام، ولكنه يبقى ثابتاً طول زمن الخوارزمية، للحصول على النتائج بأسرع وقت ممكن وتوفير الزمن. وهو يعتمد في حساب طولها على أبعاد الصورة الأصلية، وقيمة زاوية الدوران.

سيمثّل الصبغى بالصيغة الاثنائية (سلسلة من الأصفار والواحدات)، ومن ثمّ يجب معرفة أبعاد الصورة، لكي نحدد عدد البتات اللازمة لتمثيل الصبغى، وسنضيف اليه مقداراً، سنسميه افتراضاً بعداً ثالثاً، ألا وهو زاوية الدوران. تقوم هذه الطريقة بتمثيل الصورة التي طَبّق الدوران عليها بإحداثي ثلاثي المكونات $((x, y), \alpha)$ ، ويمثّل مركز الصورة والبحث انطلاقاً من الصورة الأساسية دون دوران، التي تمثّل بإحداثي مركز الصورة $(0, (x, y))$ والبحث عن α للحصول على أفضل تطابق وبأقصر زمن. وعرضت بعض الأمثلة لإظهار فعالية هذه الطريقة.

الكلمات المفتاحية: الخوارزميات الجينية، الصبغى، التهجين، حجم الجيل، الطفرة.

⁽¹⁾ مدرس في قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق.

Estimation of image rotation by an efficient method using Genetic Algorithm

Dr. Talal Mahmoud Hammoud⁽¹⁾

Abstract

This paper presents an efficient method to estimate an angle of rotated images using Genetic Algorithm (GA).

This method uses a parameter , which is called, chromosome. It represents a position coordinates (X,Y, α) transformed into a sequence of bits of small length depending on the dimension of the original image, whereby the estimation will be obtained in short time. The form of the chromosome is a sequence of binary bits. To demonstrate the efficiency of this method, examples will be shown.

Keywords: genetic algorithm, chromosome, crossover, mutation.

⁽¹⁾Assistant Professor, Dep., Electronics and Communications Engineering Damascus University.

1- الخوارزمية الجينية:

هي خوارزمية بحث يمكن وصفها بأنها خوارزمية تطويرية، وتعدّ الخوارزميات الجينية من التقنيات المهمة المستخدمة في البحث عن الحل الأمثل من مجموعة حلول متوافرة، إذ تقوم هذه الخوارزمية على مبدأ داروين القائم على تطوير الأجيال، حيث تمرر الكروموسومات (الصبغيات) المثلى من خلال عمليات التوالد المتعاقبة. تعمل هذه الخوارزمية على تحسين الكروموسومات التي تختارها، وتكون لهذه الكروموسومات القدرة الكبرى على دخول عملية التوالد، وإنتاج ذرية أفضل، وبتكرار هذه الخوارزمية تتحسن نوعية الذرية تدريجياً لنحصل على عينة مثالية.

تعدّ الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm أحد أساليب الذكاء الاصطناعي. إذ برزت أهميتها في حل كثير من المسائل المعقدة. إذ تمتلك كماً هائلاً من الحلول البديلة، والحل الناتج من تطبيق الخوارزمية الجينية يكون (في أغلب الأحيان) حلاً قريباً إلى الحل الأمثل.

إن فكرة العمل للخوارزمية الجينية تعتمد على أفكار الهندسة الوراثية التي تتميز بالإنتاج المقصود لمجموعات المورثة، بهدف تكوين أفراد ذوي مواصفات جيدة.

وعلى هذا الأساس تقوم الخوارزمية الجينية بانتخاب الحلول الفضلى من بين عدد كبير من الحلول وإجراء بعض التبديلات والتداخلات بين هذه الحلول بهدف الحصول على الحل الأفضل.

وقد استخدمت بنجاح لحلّ مدى واسع من مشكلات تحقيق الأمثلية [1-8].

- تعرّف الأنماط pattern recognition
- تقطيع الصورة Image segmentation
- تسجيل الصورة image registration
- مطابقة الحافات Contour matching

• العلامات المائية Water marking

توصف المشكلة المطروحة بتمثيل الصبغيات Chromosomes الممثلة للحلول بطريقة معينة من طرائق الترميز، بشكل يسهل التعامل معها في الحاسوب. فهناك طرائق عدّة لترميز الصبغيات Chromosomes، أو الجيل Population وفقاً لنوعية المسألة. فهناك الترميز التبدلي والترميز الشجري والترميز الاثنائي [8]. ويستخدم هذا الأخير بكثرة لسهولة التعامل معه، إذ يكون كل صبغي عبارة عن سلسلة محدودة الطول من الأصفار والواحدات المتعاقبة (Bits)، بمراتب معينة، بحيث تمثل مرتبة كل منها قيمة، وتدعى مورثة (gene) ومن ثمّ فإنّ كل صبغي يتألف من مجموعة من المورثات، ولقد اعتمد هذا التمثيل في هذا المقال.

ففي مسائل مطابقة الأنماط، يمكن تحديد أبعاد الصبغي تبعاً لمتطلبات الدقة والوثوقية من الحل، على أن يبقى طوله ثابتاً في أثناء تنفيذ الخوارزمية الجينية. وإذا كان المطلوب وثوقية أعلى، هذا يعني طولاً أكبر للصبغي، ومن ثمّ زمن أكبر في تنفيذ الخوارزمية.

صمّمنا في هذه المقالة خوارزمية جينية فعالة بمطابقة صورة جزئية أبعادها (N1 x N2) مع صورة أصلية بأبعاد (M1 x M2)، إذ تمثّل كل من الصورتين بشكل اثنائي عناصرها أصفار وواحدات [1,0] BW Image، أو بتحويلها من صبغة ما كالمونة Colored image، أو تدرج الرمادي Gray Scale [10]. ستمثّل الصورة الأصلية بمركز الصورة الذي سيعبر عنه بالإحداثيات (x, y)، وباستخدام الخوارزمية المقترحة التي تتميز باستخدام الصبغي بطول صغير، وذلك للحدّ من قيود مفروضة على الخوارزميات الجينية.

نظّمت هذه المقالة بالشكل الآتي: وصّفت مسألة المطابقة بين الأنماط في المقطع الثاني، في حين عرض



الشكل (4)

ستتمثل الصورة الأصلية بإحداثيات مركزها (X, Y) , α (وفي هذه الحالة يكون الممثل عن الصورة الأصلية: $X = N/2$, $Y = M/2$, $\alpha = 0$ أما الصورة بعد تطبيق الدوران بزاوية α ستكون في المستوي

$$((X', Y'), \alpha).$$

أما العلاقة بين الإحداثيات في الفراغين فتعتمد على اتجاه الدوران، إذا كان بعكس عقارب الساعة (اتجاه موجب) أو مع عقارب الساعة (اتجاه سالب):

$$\begin{aligned} X' &= X \cos \alpha + Y \sin \alpha \\ Y' &= Y \cos \alpha - X \sin \alpha \end{aligned}$$

أو بشكل مصفوفات [12]:

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

حيث

$$\begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

مصفوفة الدوران باعتبار الدوران بالاتجاه السالب.

سنقوم في الخوارزمية المقترحة بتدوير صورة جزئية P1 من الصورة الأصلية ذات أبعاد $(L \times K)$ التي مركزها هو مركز الصورة الأصلية.

ومن ثمّ ستمثل هذه الجزئية قبل الدوران أيضاً بالإحداثيات:

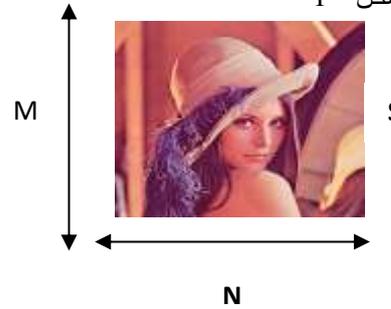
$$(N/2, M/2, 0)$$

عمل الخوارزمية المقترحة في المقطع الثالث. وأخيراً في المقطع الرابع، عرضت نتائج هذه الخوارزمية.

2- وصف المسألة

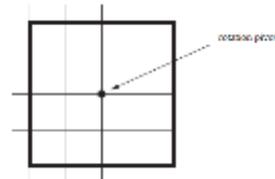
توصّف عملية تقدير زاوية دوران صورة عن طريق مطابقة الأنماط ثنائية الأبعاد 2D كما يأتي:

لتكن الصورة الأصلية S ذات الأبعاد $(M \times N)$ في الفراغ (X, Y) دون تطبيق أي تأثير دوراني عليها كما هو موضح في الشكل 1-1

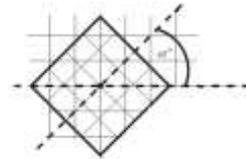


الشكل (1)

لتكن الصورة الجديدة بعد تطبيق الدوران بزاوية α بحيث يكون محور الدوران هو المحور المار من مركز الصورة الأصلية، والموازي للمحور العمودي للإحداثيات (X, Y) ، كما هو موضح في الشكل 2 والشكل 3 [11]



الشكل (2)



الشكل (3)

فتكون الصورة الجديدة بعد تطبيق تأثير الدوران موضحة في الشكل 4

وبعد تطبيق الدوران يمثل مركز الصورة في الفراغ الجديد بالشعاع: \overline{Dn} الذي يمثل مركز الصورة

$$\overline{Dn} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ \alpha \end{bmatrix}$$

\overline{Dn}

$$= \begin{bmatrix} X' = X \cos 30 + Y \sin 30 = 13.6 \\ Y' = Y \cos 30 - X \sin 30 = 3.6 \\ 30 \end{bmatrix} \dots (1)$$

نقوم بتولد أجيال جديدة لـ α في المجال:

"0, 90" أي: 0000000 و 1011010

يتكون كل جيل من 10 أولاد 10 child.

قاعدة التحقق أن يكون الجيل الجديد ضمن المجال المذكور لـ α ، أي [0000000 to 1011010]

نوجد الآن \overline{D} الجديدة وفق القاعدة استناداً إلى قيمة الولد في هذا الجيل، ونقارنها مع \overline{Dn}

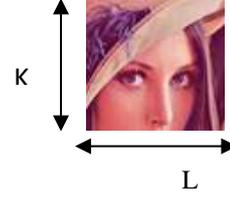
ونولد ونولد حسب عدد الأجيال، حتى يتطابق \overline{D} مع قيمة X', Y' في العلاقة "1".

ونسجل قيمة الجيل، أي الزاوية في كل مرة.

عند التطابق ستكون حتماً قيمة الولد الجديد قريبة من 30 أو تساويها.

ففي هذا المثال نعرف مسبقاً زاوية الدوران التي افترضناها >30

فالخوارزمية المقترحة ستصل إلى هذه القيمة عندها سيطبّق الدوران على الصورة الأصلية بهذه الزاوية، والتحقق من مطابقة الصورة التي طبق عليها الدوران أولاً،



الشكل (5)

أمّا الصورة الجزئية من الصورة الجديدة بعد تطبيق الدوران فيكون مركزها أيضاً هو مركز الصورة المطبق عليها الدوران، أي أنها تمثل صورة جزئية مركزية منها. ومن ثمّ ستمثّل أيضاً بالإحداثيات $(N/2, \alpha)$ كما في الشكل 6



الشكل (6)

ومن ثم مطابقة الصورتين الجزئيتين بعد نقل الصورة الجزئية الأولى P1 إلى الفراغ S1 ، بالزاوية المقدره بالخوارزمية الجينية المقترحة. لتتم المطابقة بين الصورتين الجزئيتين.

كمثال لنفترض أنّ الصورة ذات الأبعاد

(20 x 20) مثّلت بالشعاع

$$\overline{D} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \alpha \end{bmatrix}$$

α ranges from 0 to 90 degree

ويمثل x, y إحداثيات مركز الصورة

ومن ثمّ: الشعاع الذي يمثل الصورة الأصلية قبل

تطبيق الدوران.

$$\overline{D} = \begin{bmatrix} 10 \\ 10 \\ 0 \end{bmatrix}$$

أما المجموعة الثالثة فتمثل زاوية الدوران التي تتغير قيمتها حسب الأجيال بين الصفر و 90 درجة. أي انّ العناصر عبارة عن بتات (0,1) كما ذكرنا. فلو كان حجم الصورة الأصلية 200 x 200 وزاوية الدوران من الصفر حتى 90 فسيكون طول الصبغي وفقاً لهذه المعطيات:

$$\begin{aligned} D1 &= 7 \text{ bits,} \\ D2 &= 7 \text{ bits} \\ D3 &= 7 \text{ bits} \end{aligned}$$

سنحتاج 7 bit لتمثيل الإحداثي X لأن المركز سيكون $200/2 = 100$ ، وكذلك بالنسبة الى D1, D2

5- تابع تحقيق الأمثلية Fitness Function هو عملية ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الصبغي على شكل قيمة عددية، لكي يسهل التعامل معها ومقارنتها عددياً بالصبغيات الأخرى.

ففي مسألتنا، فبعد نقل الصورة الجزئية إلى الفضاء S، يقوم هذا التابع بالتحقق هل كانت الزاوية التي تم توليدها تقع ضمن المجال المقترح [0 - 90]

الذي عبر عنه بالصبغي، يقع في هذا الفضاء أم لا؟

6- توليد التجمع الصبغي المبدئي

تكون نقطة البداية بإعداد التجمع المبدئي، وذلك بتوليد أبوين لهما الصبغيين Chromosomes (X, Y, 0) and (X, Y, 90) ثم نولد مثلاً 20 صبغي، وتعطى الصبغيات التي تملك لياقة أكبر، فرصة للتزاوج والتوالد والبقاء وبهذا يتم الحصول على 20 صبغياً جديداً والاستغناء عن الصبغيات القديمة. وبذلك نكون قد ولدنا جيلاً جديداً Generation أكثر لياقة من الجيل الذي سبقه. ومع مرور الأجيال تصل لياقة الصبغيات إلى مستوى مرتفع. وتمر عملية توالد الصبغيات بثلاث مراحل مهمة، وهي:

مع الصورة التي طبق عليها الدوران بالزاوية التي تم إيجادها بالخوارزمية.

لكن المسألة التي قدّم حلها هذا البحث، هي معرفة قيمة هذه الزاوية دون المعرفة المسبقة لها. وهذا ما سيتم طرحه في المقطع الآتي.

3- الخوارزمية المقترحة

نأخذ صورة جزئية من الصورة الأصلية S بأبعاد (K x L)، مركزها هو مركز الصورة الأصلية (N/2, M/2)، نشير لها بموقع ذي إحداثيات (X, Y, $\alpha=0$).

يبدّل مركز الصورة (X, Y, $\alpha=0$) إلى سلسلة اثنائية Binary string التي ستشكل أو ستمثل الصبغي Chromosome، وبذلك تكون عناصر الصبغي عبارة عن بتات (0,1) بأقل طول ممكن.

4- تمثيل الصبغي

يتم اختيار طول الصبغي Chromosome Length، وفقاً لأبعاد فضاء الصورة الأصلية، بالعلاقة:

$$LC = D_1 + D_2 + D_3$$

D1: يعبر عن عدد البتات الاثنائية اللازمة لتمثيل البعد K للصورة (الشكل 5)

D2: يعبر عن عدد البتات الاثنائية اللازمة لتمثيل البعد L للصورة (الشكل 5)

D3: يعبر عن زاوية الدوران

وتكون صيغة الصبغي بالشكل الآتي:

$$C = x_1x_2x_3 \dots x_{D1} y_1y_2y_3 \dots y_{D2} \alpha_1 \dots \alpha_{D3}$$

تمثل المجموعة الأولى من عناصر الصبغي $x_1x_2x_3 \dots x_{D1}$ الإحداثي X، وهو ثابت بالقيمة خلال عمل الخوارزمية.

بينما تشكل المجموعة الثانية منها $y_1y_2y_3 \dots y_{D2}$ الإحداثي Y. وكذلك هو ثابت بالقيمة أيضاً.

8- استحداث الطفرة Mutation operation

تتلخص عملية الطفرة في الخوارزميات الجينية باختيار مجموعة من البتات العشوائية في مجموعة من الصبغيات التي تختار عشوائياً وتغيير قيمة البت (إذا كانت واحداً تصبح صفراً، أو بالعكس). ويتم اختيار بت الطفرة عشوائياً ضمن المجال [(D3)]
children 0101101 >> mutation >> 0100101

9- موسطات الخوارزمية Algorithm Parameters

NP: عدد عناصر الصورة في الصورة الجزئية المركزية الأصلية
NPM: عدد عناصر الصورة في المطابقة الجزئية
Pop_N: عدد الصبغيات بكل تجمع population
NG: عداد الأجيال generation counter
Pc: نسبة التهجين Crossover rate
Pm: نسبة الطفرة الوراثية Mutation rate
NRUN: عدد مرات تنفيذ النظام
يمكننا فهم الخوارزمية من خلال المخطط الانسيابي المبين.

10- التأهيل الابتدائي:

تحدد بعض المعايير والثوابت وقيم المتغيرات حسب طبيعة المسألة المطروحة.
▪ حجم الجيل: Pop-N: ويقصد به عدد الأفراد ضمن الجيل، وهو من العوامل المهمة لأداء الخوارزمية.
▪ توليد الجيل الابتدائي: كل مجتمع يبدأ من جيل K وهذا الجيل تجمع صفات عامة مشتركة. وهذا ما نطبقه في خوارزمتنا بتوليد جيل عشوائي من الأفراد للانطلاق منه والحصول على بقية الأجيال.

انتقاء الوالدين parent selection

العبور أو الانتقال أو التهجين crossover

الطفرة Mutation

في مسألتنا تولد الصبغيات كما يأتي:

توليد صبغيين Chromosome بطول LC هما الأبوين
(N/2, M/2, 0)

(N/2, M/2, 90)

ثم توليد صبغيين Chromosome بشكل عشوائياً بطول LC ، فإذا لم تتحقق قاعدة التحقق لهذا الصبغي، يهمل ونعيد الخطوة السابقة.

تتوقف العملية عندما يصل عدد الصبغيات إلى العدد المحدد مسبقاً، وليكن 20

7- عملية التهجين Crossover Operation

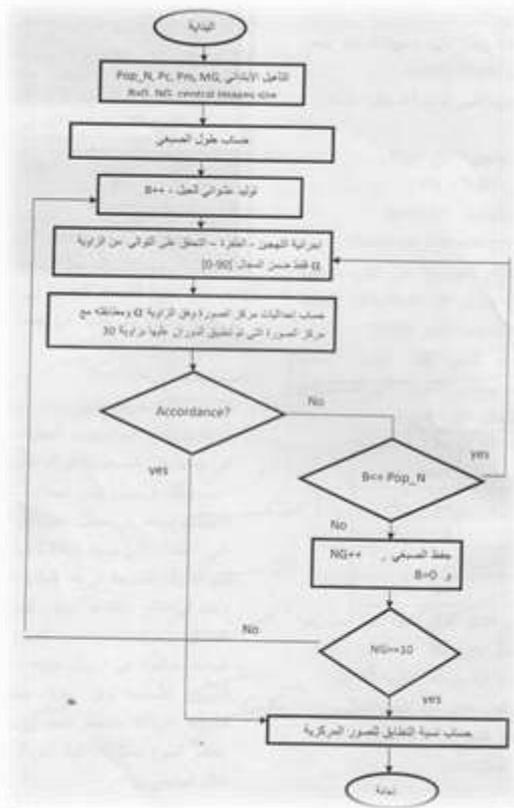
تجري عملية التهجين بين الصبغيات لإنتاج الجيل الجد يد، وتتلخص هذه العملية بتحديد نقطة التبادل التي يجري تحدد عشوائياً ضمن المجال [LC - 0] وفقاً لنسبة التهجين Pc .

واستناداً إلى نقطة التبادل يقوم الصبغيان اللذان يعدان بمنزلة الوالدين بتبادل جزء من سلسلة أرقامهما الثنائية التي تفصلها نقطة التبادل. مثلاً:

$$\begin{cases} \text{parent A : } & 0000 \uparrow 000 = 0 \\ \text{parent B : } & 1011 \uparrow 010 = 90 \\ & \gg \text{ crossover operation} \\ & \gg \begin{cases} \text{child AB } & 010 \ 0000 = 32 \\ \text{child BA } & 0001 \ 010 = 10 \end{cases} \end{cases}$$

نلاحظ أن التهجين يجري فقط على الزاوية أما العنصرين الآخرين من الصبغي فيبقيان دون تغيير

المخطط الانسيابي للخوارزمية:



النتائج:

طبقت الخوارزمية على صورة أصلية بأبعاد 200×200 Lenna Photo 200.
 أما الصورة الجزئية فهي الصورة المركزية بأبعاد 20×20
 حجم التجمع الصبغي: $Pop=20$
 نسبة التهجين: $Pa=0.95$
 احتمال حدوث الطفرة: $Pc=0.05$
 Maximum Generation: $MG=100$
 1- اختبرت الخوارزمية على أكثر من قيمة لزاوية الدوران 15,30,45,60، والنتيجة أنه كانت نسبة التقدير 100%

- نسبة التهجين Pc : وفيه يتم تزواج عنصرين عشوائيين من الجيل لإنتاج جيل جديد بنسبة محددة.
- نسبة الطفرة Pm : كما نعلم تحدث الطفرة البيولوجية بشكل متكرر بين الآونة والأخرى ولكنها تبقى ضمن حدود احتمالية متدنية. وفي الخوارزميات الجينية أيضاً، يختار احتمال الطفرة بقيمة متدنية عموماً.
- عدد مرات التكرار: تكرر الخوارزمية عدداً محدداً من المرات حتى الوصول إلى مستوى جيل محدد.
- حجم الصورة الأصلية والجزئية.

11- عمل الخوارزمية:

1-11 حدد كلاً مما يأتي:

- حجم التجمع Pop_size
- نسبة التهجين Pc
- نسبة الطفرة Pm
- عدد الأجيال MG
- ضع عداد الأجيال صفراً $NG=0$

2-11 يجري توليد الصبغيات

3-11 اختيار عشوائي لصبغيين من التجمع

الصبغي الحالي

4-11 تنفيذ عملية التهجين حسب Pc ، ثم

استحداث الطفرة حسب Pm .

5-11 تحقق من أن الصبغي الجديد يحقق

لدالة التحقق الخاصة بمجال زاوية

الدوران إذا لم تتحقق، تجاهل هذا

التهجين، وعد إلى الخطوة 3-11.

6-11 تحقق من عدد الجيل الجديد من

الصبغيات:

فإذا كان عدد الصبغيات في هذا الجيل

لا يساوي Pop_size عد إلى

الخطوة 3-11

الصبغيات الوراثية بطول صغير جداً، وذلك لإنفاص زمن البحث. مقارنة بالبحوث السابقة في مسائل تقدير زاوية الدوران التي أعطت نتائج جيدة [14,15,16] نجد أنّ الطريقة المقترحة في هذا المقال أقل تعقيداً وأدت إلى نتائج دقيقة جداً ويزمن أقل، إذ احتسبت إحداثيات عناصر الصورة الرقمية الجديدة الناتجة عن الدوران بزوايا ما، بالنسبة إلى الصورة الأساسية وفق علاقة محددة، تطبق على عناصر الصورة كلها. أي أنّ كل عنصر صورة يتمثل بالثلاثية (X, Y, α) التي تمثل الصبغي.

فالصبغي يتمثل بـ (X, Y, α) يتم تحويلها إلى قيم اثنائية، أي إلى سلسلة من البتات عبارة عن الأصفار والوحدات، والذي يمثل الحلول التي يجري البحث عنها لتعطي أفضل تقدير للزاوية α .

وتنفذ خوارزمية التحقق للتأكد هل إذا كان هذا الصبغي المتمثل بإحداثيات موقع (X, Y, α) ينتمي إلى فضاء الصورة الأصلية؟

ومن ثم تجري عملية التهجين بين الصبغيات للجزء الذي يعبر عن α ، في الجيل الحالي، لكي تنتج أجيال جديدة مع احتمال حدوث طفرة واختيار الموقع الأفضل الذي يحقق أفضل تقدير لزاوية الدوران α .

2- والجدول الآتي يبين الزاوية الأصلية والمقدرة وعدد الأجيال التي وأدت للوصول إلى الزاوية المقدر.

angle	N. Gen	Estimated
30	12	30
45	8	45
60	1	60
90	44	90

ويبين الشكل الآتي نتيجة تنفيذ الخوارزمية من أجل الزاوية 60

عند تنفيذ الخوارزمية من أجل الزاوية 60، تم الوصول إلى الحل خلال توليد الجيل الأول. وقيم الزوايا التي تظهر في خرج الخوارزمية هي نتيجة التوليد للجيل الأول.

```

C:\Users\TOSHIBA\Desktop\AMM\TAL\TAL.exe
The pf = 3.142857
ROTATION = 13.458718
ROTATION = -1.466811
angle = 90
angle = 3
angle = 14
angle = 80
angle = 9
angle = 10
angle = 33
angle = 70
angle = 84
angle = 76
angle = 60

The Solution:
The Chromosome: 0 0 1 1 1 1 0 0 The Angle=60 The Angle=60
Generation=1
    
```

أما من أجل الزاوية 30:

```

C:\Users\TOSHIBA\Desktop\AMM\TAL\TAL.exe
The pf = 3.142857
ROTATION = 13.461826
ROTATION = 3.657375
The Angle=7
The Angle=70

The Solution:
The Chromosome: 0 0 1 1 1 1 0 0 The Angle=30 The Angle=30
Generation=12
    
```

أما من أجل الزاوية 30، فتم الوصول إلى الحل بعد 12 جيل ، والزوايا التي تظهر هي القيمة الأخيرة من كل جيل.

الاستنتاجات

لقد اقتحت طريقة لتقدير زاوية دوران صورة رقمية باستخدام الخوارزميات الجينية التي تعتمد في عملها على

المراجع References

- [13] Isra N. Alkallak, Ruqaya Z. Sha'ban " A Genetic Algorithm in Scheduling Processes with Non - Permeability" 2008 كلية الاقتصاد والتجارة جامعة الموصل
- [14] Weimin Wei, Shuozhong Wang, Xinpeng Zhang, and Zhenjun Tang" Estimation of Image Rotation Angle Using Interpolation-Related Spectral Signatures With Application to Blind Detection of Image Forgery" IEEE transaction on information forensics and security Vol 5, No 3, 2010
- [15] Philipp Fischer?, Alexey Dosovitskiy, homas Brox " Image Orientation Estimation with Convolutional Networks "
- [16] Stan Z. LI , Han Wang and William Soh Robust Estimation of Rotation Angles from Image Sequences Using the Annealing M Estimator"Journal of Mathematical Imaging and Vision, March 1998.
- [1] Miss. Komal R. Hole, Vijay S. Gulhane, Prof. Nitin D. Shellokar"Application of Genetic Algorithmfor Image Enhancement and Segmentation. (IJARCET) Volume 2, Issue 4, April 2013
- [2] G. Roth, M. D. Levien, " Geometric primitives extractionusing a genetic algorithm", IEEE Transaction of pattern analysis and machine intelligence, 1994, 901-905
- [3] A. Toel, W. P. Hajema, " Genetic contour matching", Ppattern Recognition Letters, 1995
- [4] M. Mirmehdi, P. L Plamer, J. Kittler," Genetic optimization of image feature extraction process", pattern Recognition Letters, 1997
- [5] Bhanu, B, Lin, Y. Genetic algorithm based feature selection for target detection in SAR images. Image and Vision Computing, 2003, 21: 591-608.
- [6] Sanghamitra Bandyopadhyay, Sankar K. Pal "Pattern classification with genetic algorithms: Incorporation of chromosome Differentiation" Pattern Recognition Letters 18 (1997) 119-131
- [7] Cong Jin and Shi-Huiwang "Robust Watermark Algorithm using Genetic Algorithm"Jornal of information science and engineering 23, 661-670 (2007)
- [8]. أ. ب. حبوح و أ. د. حسان ريشة " تأثير متغيرات الخوارزميات الجينية في مسائل إيجاد الحل الأمثل " مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد 23 - العدد الثاني - 2007
- [9] Pereira, M B, Veiga, A C P. Application of Genetic Algorithms to Improve the Reliability of an Iris Recognition System. IEEE Workshop on Machine Learning for Signal Processing. 2005, 159-164
- [10] Altuwaijri. M, and Bayoumi, M "Recognition of Arabic Character Using Neural Networks", ICECS' 1994, Dec. 19-22, 1994, Cairo, Egypt.
- [11] Amihood Amir , Ayelet Butmana , Maxime Crochemore, Gad M. Landaue; Mary Schapsg Two-dimensional pattern matching with rotations Theoretical Computer Science 314 (2004) 173 - 187
- [12] James D. Foley " Introduction to Computer Graphics" 1994 Addison cpmpany.

Received	2017/01/22	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2017/05/22	قبول البحث للنشر