

محاذاة صورتين حرارية ومرئية ودمجهما

م. يامن الشاويش¹ د.م. أنس وبي² د.م. داؤود قره كوله³

المخلص

تتطلب المراقبة والكشف في البيئات والظروف الجوية المختلفة استخدام وسائل تصوير متعددة في مجالات طيفية مختلفة (مليمترية، تحت أحمر، مرئي، فوق بنفسجي)، حيث تقوم عملية الدمج بجمع المعلومات المفيدة من كل مجال طيفي وتقديمها في صورة واحدة.

تلتزم عملية الدمج مطابقة المشهد (تكبير، دوران، انزياح)، تشكل هذه المقالة أساساً جيداً لتقنية محاذاة ودمج الصور الفيديوية في الزمن الحقيقي، من خلال التركيز بشكل خاص على دمج الصور على مستوى البكسل.

في هذا العمل، طبقنا التحويل affine لمحاذاة صورتين بدقة تصل لبكسل واحد، ثم طبقنا عدة خوارزميات دمج الصور بناءً على جمع قيم بكسلات الصور، أو المتوسط، أو الجمع الخطي أو أخذ القيم العظمى أو القيم الدنيا لقيم البكسلات، وكانت نتائج تطبيق خوارزميات الجمع الخطي والقيم العظمى للبكسلات مميزة مقارنة بالطرق الأخرى.

كلمات مفتاحية: محاذاة صورتين، دمج صورتين، تحويل affine.

(1): طالب ماجستير في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا - دمشق - سوريا

(2): باحث ومدرس في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا - دمشق - سوريا

(3): باحث ومدرس في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا - دمشق - سوريا daoud.karakola@hiast.edu.sy

Eng. Yamen Alshawesh¹/ Dr. Anas Wabby²/ Dr. Daoud Karakolla³

Abstract

Observation and detection in different environments and weather conditions requires the use of multiple imaging methods in different spectral fields (millimeter, IR, visual, ultraviolet), where the merging process collects useful information from each spectral field and presents it in a single image.

Fusion requires scene matching (zoom, rotation, shift). This article forms a good basis for real-time video image alignment and fusion, with a special focus on pixel-level fusion.

In this work, we applied the affine transformation to align two images with an accuracy of up to one pixel, and then we applied several images fusion algorithms based on summing, average, linear summation, or taking the maximum or minimum values of the pixel values, and the results of applying linear addition and values algorithms were The pixels are great compared to other methods.

Key words: image registration, images fusion, affine transformation.

(1) : PhD student in the Higher Institute of Applied Science and Technology – Damascus –syria

(2) : Researcher and Leacturer - Higher Institute for applied sciences and Technology-Damascus-Syria

(3) : Researcher and Leacturer - Higher Institute for applied sciences and Technology-Damascus-Syria - daoud.karakola@hiast.edu.sy

واجه المصور الفرنسي الشهير غوستاف لو جراي (1820-1884) أثناء متابعته التصوير الفوتوغرافي للأرض والبحار، المشكلة التالية: نظراً لمحدودية أجهزة الكاميرات والمواد الفوتوغرافية المستخدمة في التصوير في ذلك الوقت، كان من المستحيل إنشاء صورة تتضمن في الوقت نفسه، تفاصيل السماء الساطعة والبحر المظلم. كحل لذلك، قام بتسجيل اثنين من أفلام السليبيات في أوقات مختلفة بحيث قام بالتقاط تفاصيل السماء وتفاصيل البحر كل على حدا.

بعد ذلك، قام بإنتاج صورة مركبة واحدة عن طريق الجمع بعناية بين الأجزاء المناسبة من أفلام السليبيات في عملية الطباعة. بهذه الطريقة، كانت الصورة الناتجة واضحة بشكل جيد في كل أجزاء الصورة [1].

افترض الباحثون أن الجمع بين مستشعرين طيفيين في مشهد واحد مدمج سيؤدي إلى تحسين حساسية الكشف انطلاقاً من كون كل مستشعر يوفر خصائص مهمة للمشهد.

تم العمل على تحسين اكتشاف المستشعر للهدف بزيادة التباين من خلال جمع أهم المعلومات الطيفية من كل مستشعر، ومن ثم الجمع بين المشهدين في مشهد محسن [2].

وفي عام 1997 استخدم الباحثون تجارب البحث المرئي في محاولة لإظهار أن دمج الصور يحسن زمن اكتشاف الهدف [3].

في عام 1998 قدم هول وليناس مقدمة عامة عن دمج بيانات أجهزة الاستشعار المتعددة وتم نشر مقالة تتضمن مراجعة معمقة حول تقنيات دمج بيانات أجهزة الاستشعار المتعددة.

منذ ذلك الحين تلقى مجال دمج الصور اهتماماً متزايداً وتم نشر المزيد من المقالات العلمية حول هذا المجال مع التركيز على تحسين جودة الدمج وإيجاد المزيد من مجالات

التطبيق[4]. كمثال على ذلك، تطبيقات دمج البيانات في الاستشعار عن بعد، مثل الحصول على خرائط الارتفاع من مقاييس التداخل الخاصة برادار (SAR) ودمج الصور المتعددة، والدمج متعدد التردد[5].

تبين في عام 2002 أن دمج الصور بالرنين المغناطيسي قادر على التخطيط للعملية الجراحية[6]. منذ ذلك الوقت أحدثت التقنية الجديدة فرقاً واضحاً في رعاية المرضى عن طريق تقليص الوقت بين التشخيص والعلاج وعرفت هذه التقنية باسم التصوير المتكامل. وهي تسمح بالجمع بين الصور الطبية متعددة الوسائط في صورة واحدة مع وصف أكثر تكاملاً ودقة لنفس العضو مما يوفر معلومات وظيفية وتشريحية بنفس الوقت.

تم في عام 2015 تقديم مراجعة حول "الاتجاهات الحالية في محاذاة الصور الطبية ودمجها" لفاطمة الزهراء الجمل ومحمد الموجي[7]، تهدف الدراسة إلى تقديم وصف لخطوات دمج الصور مع إيلاء اهتمام خاص لخطوات المحاذاة والدمج ويمكن تلخيص بعض المزايا والعيوب والتطبيقات الرئيسية لعمليات الدمج من خلال هذه المراجعة [8] [9] [10] [11]:

الجدول (1) مزايا وعيوب الدمج

المزايا	العيوب
<ul style="list-style-type: none"> • استخراج جميع المعلومات المفيدة من صور المصدر ووضعها في صورة واحدة. • دمج الصور يتغلب على بعض العيوب مثل عدم المحاذاة. • دمج الصور يمكن أن يحسن الوثوقية من خلال المعلومات المتكاملة. 	<ul style="list-style-type: none"> • الضجيج قد يؤثر على عملية الدمج. • يمكن إنتاج آثار ملونة بسبب الخوارزمية المستخدمة في تقنية الدمج. • مشكلة الإضاءة المتباينة في الصور الناتجة. • معالجة الصور بطيئة أثناء عملية

<ul style="list-style-type: none">• سهولة في التعرف وتحديد هوية الأجسام.• تقليل حجم تخزين البيانات المطلوبة والزمن الفعلي لنقلها.	<ul style="list-style-type: none">• الدمج بسبب الكم الهائل من المعلومات الواجب معالجتها.• يتطلب أكثر من مصدر للصور.
--	--

1.1. بعض تطبيقات عملية الدمج:

- التشخيص الطبي
- كشف الأشخاص والتعرف عليهم.
- مراقبة الملاحه العسكرية والمدنية بظروف جوية صعبة.
- كشف الأسلحة والعناصر المموهة.
- في تطبيقات الروبوتات.
- في تطبيقات الاستشعار عن بعد.

2. هدف البحث

تعد كاميرات التصوير المرئي الأكثر انتشاراً في وقتنا الحالي لأنها رخيصة نسبياً وسهلة الاستخدام وقادرة على إنتاج صور عالية الجودة في ظل ظروف ملائمة. ومع ذلك، يمكن أن تتأثر بشدة بالعوامل البيئية المحيطة مثل الإضاءة المنخفضة والضباب والسحب والدخان والغبار.

قد تتغلب أنظمة التصوير الحراري على بعض هذه المشكلات أو تخفف منها ولكنها تخضع لعدد من القيود الخاصة بها تشمل دقة فصل أقل بكثير من الكاميرات المرئية وانعدام الميزات المرئية المهمة (مثل اللون)، كما أنها غير نفوذة لمواد شفافة مرئياً (مثل

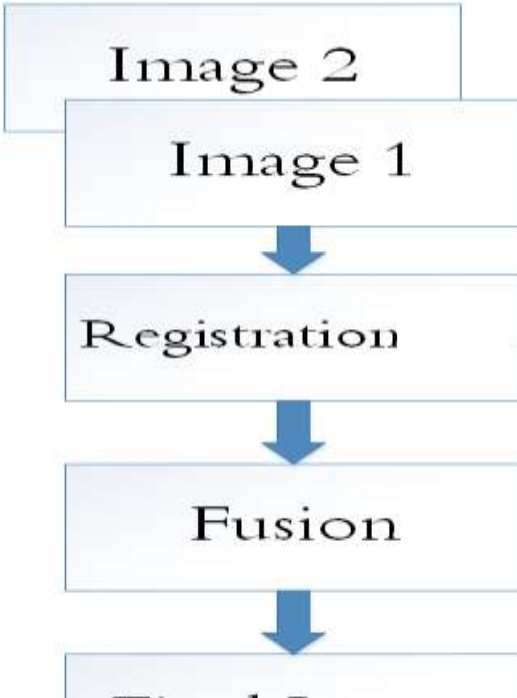
الزجاج الأمامي للسيارة والأبواب الزجاجية) وقد تعاني من تباين حراري منخفض بين الأهداف والخلفية في ظروف وأوقات خاصة.

نظراً لذلك يكون دمج النوعين من الصور (المرئية والحرارية) مفيداً للحصول على صورة متكاملة تشمل ميزات الرؤية المرئية والحرارية ويساعدنا ذلك في الكشف عن الأهداف والتعرف عليها باختلاف العوامل الجوية والظروف [12][13].

3. توصيف خوارزمية محاذاة ودمج صورتين ضمن بيئة Matlab

3.1. خوارزمية العمل المتبعة لتحقيق دمج صورتين:

يظهر الشكل مخطط خوارزمية دمج صورتين.



- تبدأ المرحلة الأولى بتحميل الصورتين.
- تقوم المرحلة الثانية على محاذاة الصورتين من أجل تحقيق التطابق الهندسي بين الصورتين ويجري ذلك باستخدام تحويل هندسي سوف نقوم بشرحه لاحقاً.

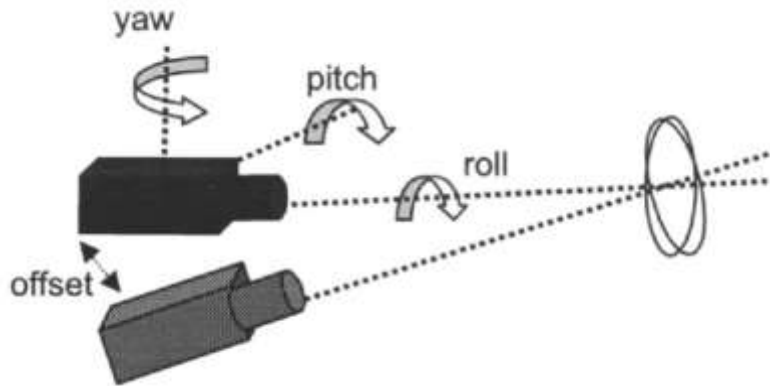
- تتلخص المرحلة الثالثة في تطبيق دمج صورتين على مستوى البكسل.
- تقوم المرحلة الأخيرة بعرض صورة الخرج.

2.3. أهمية محاذاة صورتين:

نفترض فيما يلي أن لدينا صورتين لمشهد واحد، الأولى مأخوذة بالكاميرا الحرارية والصورة الثانية مأخوذة بالكاميرا المرئية.

بالرغم أن المشهد هو ذاته في الصورتين ولكنهما غير متطابقتين تماماً ويعود ذلك إلى:

- وجود عدم تطابق بين المحورين البصريين للكامرتين أو دوران إحدى الكامرتين بالنسبة للأخرى حول محورها البصري.
- عدم تطابق حقلي الكامرتين تطابقاً تاماً.
- وجود عيوب بصرية في النظام البصري.

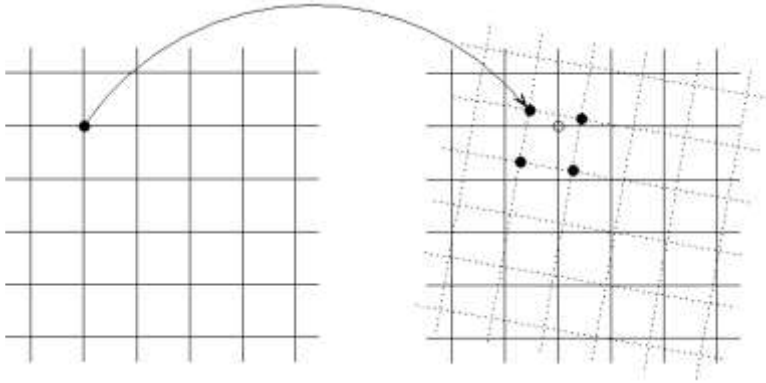


الشكل (1)

3.3. مصفوفة التحويل الهندسية:

هي عملية هندسية T تقوم بتعديل الشكل الهندسي للصورة عن طريق إعادة تموضع البكسلات. فنتغير إحداثيات كل نقطة قديمة (x,y) إلى نقطة جديدة (\acute{x}, \acute{y})

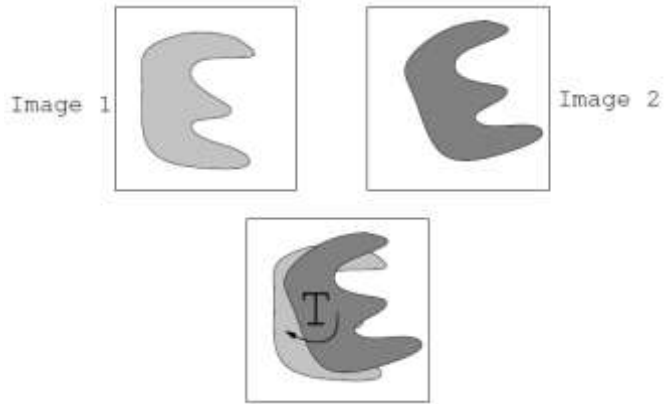
$$T(x, y) = \acute{T}(\acute{x}, \acute{y})$$



الشكل (2)

تستخدم مصفوفة التحويل الهندسية الشكل لتحقيق ما يلي:

- تصحيح التشوهات الهندسية والبصرية.
- إنشاء تأثيرات خاصة على الصور الحالية ، مثل التدوير أو الضغط.
- تقدير الانزياح الحاصل على المحاور الإحداثية وتصحيحه.



الشكل (3)

4.3. أنواع مصفوفات التحويل الهندسية:

1.4.3. مصفوفة التحويل projective:



الشكل (4)

يستخدم هذا التحويل عندما يظهر المشهد مائلاً. تظل الخطوط المستقيمة مستقيمة، لكنها تتقارب باتجاه نقطة.

2.4.3. مصفوفة التحويل polynomial:



الشكل (5)

يستخدم هذا التحويل عندما تصبح الخطوط المستقيمة منحنية مع وجود تشوه محلي في أحد أجزاء الصورة.

3.4.3. مصفوفة التحويل affine:

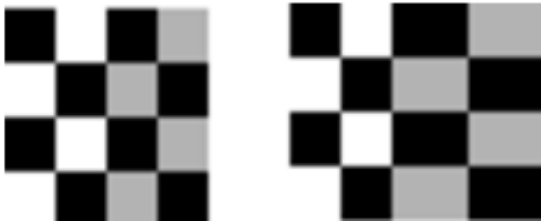


الشكل (6)

يستخدم هذا التحويل عندما تبقى الخطوط المستقيمة مستقيمة

والخطوط المتوازية متوازية ولكن يصبح التغيير نتيجة دوران الشكل او تغيير حجمه.

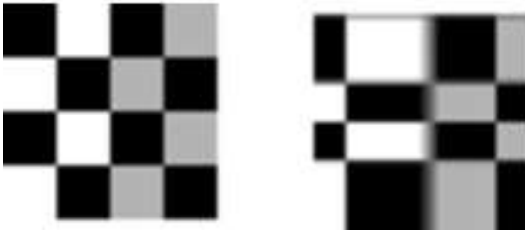
4.4.3. مصفوفة التحويل piecewise linear :



الشكل (7)

يستخدم هذا التحويل عندما تظهر أجزاء من الصورة مشوهة بشكل مختلف.

5.4.3. مصفوفة التحويل lwm:



الشكل (8)

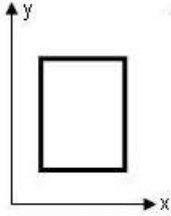
يستخدم هذا التحويل عندما يتغير التشوه محليًا بشكل غير خطي.

تعتبر التحويلات (projective, polynomial , affine) تحويلات هندسية عامة تطبق فيها معاملات التحويل على كامل الصورة بينما تعتبر التحويلات (piecewise linear , linear , lwm) تحويلات هندسية محلية تطبق فيها معاملات التحويل على مناطق

مختلفة من الصورة. ونظراً لقدرة التحويل affine على حساب معاملات التدوير والتقييس والإزاحة والانحراف بين صورتين [14][15] فقد تم اعتماده في هذا البحث.

5.3. التحويل الهندسي affine:

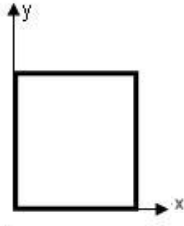
يتكون التحويل الهندسي affine من عدة تحويلات هندسية يمكن أن تعطى وفق التحويلات التالية [16]:



الشكل (9)

(a) 1.5.3. الإزاحة وفق (x_0, y_0)

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

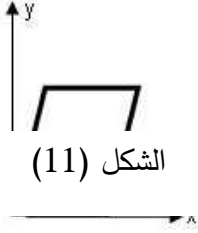


الشكل (10)

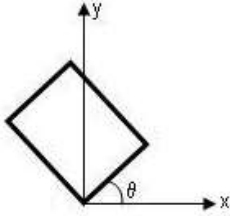
(b) 2.5.3. تغيير حجم الصورة وفق (s_1, s_2)

$$T_2 = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & 0 \\ 0 & s_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

(c) 3.5.3 الانحراف وفق (c_x, c_y)



$$T_3 = \begin{bmatrix} 1 & c_y & 0 \\ c_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$



(d) الدوران وفق زاوية θ

$$T_4 = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

فتكون مصفوفة التحويل النهائية هي سلسلة من التحويلات التالية:

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot T_3 \cdot T_4 \quad (5)$$

وتأخذ الشكل التالي :

$$\begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

حيث (A, B, C, D, E, F) هي معاملات التحويل.

(x, y) الإحداثيات القديمة للبكسل وهي تنتمي للصورة المتحولة.

(X, Y) الإحداثيات الجديدة للبكسل وهي تنتمي للصورة المرجعية.

فحصل على إحداثيات أي بكسل بتطبيق العلاقة التالية :

$$X=A_x+By+C \quad (7)$$

$$Y=Dx+Ey+F \quad (8)$$

6.3. خطوات عملية دمج صورتين ضمن بيئة Matlab:

نعتبر في حالتنا أن الصورة المرئية هي الصورة المرجعية وأن الصورة الحرارية هي الصورة المتحولة التي يجب تصحيحها.

تنقسم عملية الدمج إلى الخطوات التالية:

(a) تحصيل صورتين من الكامرتين المرئية والحرارية



الشكل (14) صورة حرارية



الشكل (13) صورة مرئية

(b) تحديد مجموعة من النقاط المرجعية في الصورة المتحولة ومقابلاتها من الصورة المرجعية علماً أنه يجب تحديد ثلاث نقاط مرجعية على الأقل لتقدير التحويل ولزيادة الدقة قمنا باختيار أربع نقاط.



الشكل (15)

- يبين الجدول مثال عن النقاط المرجعية المأخوذة من الصورتين في برنامج ماتلاب:

	x	y	X	Y
1	308.25	189.25	442.75	263.75
2	492.25	218.25	577.75	274.25
3	859.75	264.25	855.75	291.75
4	690.25	563.25	756.25	519.25

الجدول (2)

(c) إجراء التحويل الهندسي affine على النقاط وتقدير معاملات التحويل.

للحصول على مصفوفة التحويل الهندسي affine نقوم بتطبيق العلاقة التالية:

$$\begin{bmatrix} C \\ A \\ B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ D \\ E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum x & \sum y \\ \sum x & \sum x^2 & \sum xy \\ \sum y & \sum xy & \sum y^2 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \sum X & \sum Y \\ \sum xX & \sum xY \\ \sum yY & \sum yY \end{bmatrix} \quad (9)$$

حيث n هو عدد نقاط المرجعية، و (X,Y) إحداثيات النقاط في الصورة المرجعية (المرئية).

(x,y) إحداثيات النقاط المقابلة في الصورة المتحولة (الحرارية).

فيكون:

$$C= 197.2511 \quad B= 0.0878 \quad A= 0.7382$$

$$F=138.9022 \quad E= 0.7346 \quad D= -0.0484$$

(d) استخدام المعاملات المقدرة ومعادلات التحويل لحساب إحداثيات كل بكسل من بكسلات الصورة المتحولة.

بتطبيق المعادلتين التاليتين على كل بكسل (x,y) في الصورة المتحولة نحصل على إحداثياته الجديدة (X,Y) :

$$X=Ax+By+C \quad (10)$$

$$Y=Dx+Ey+F \quad (11)$$

مثلا: لدينا نقطة من الصورة المتحولة (الحرارية) إحداثياتها (462,405) كما هو في الشكل، بتطبيق المعادلتين السابقتين تكون الإحداثيات الجديدة (573,414) وهو ما يطابق إحداثيات النقطة المقابلة في الصورة المرئية.



الشكل (17) الصورة الحرارية المتحولة

الشكل (16) الصورة الحرارية بعد التحويل



الشكل (18) الصورة المرئية المرجعية

- e) مطابقة الصورة المتحولة مع الصورة المرجعية وإجراء عملية الدمج.
f) عرض صورة الدمج.

يمكننا تطبيق عملية محاذاة الصور على الفيديو من خلال تطبيق تحويل الإحداثيات على كل إطار من الفيديو الحراري فنحصل على إطار جديد مطابق لإطار الفيديو المرئي.

7.3. دمج الصور باستخدام برنامج Matlab :

بعد تحقيق محاذاة الصورتين المرئية والحرارية يصبح المشهدين الملتقطين متطابقين أي إن البكسلات المتقابلة تشير إلى نفس الجسم بخطأ لا يتجاوز البكسل الواحد باعتبار النقاط المرجعية مأخوذة من هدف معياري.

إن فكرة دمج الصورتين هي أخذ قيم البكسلات من الصورة المرئية مع قيم بكسلات الصورة الحرارية المقابلة لها وإجراء عمليات حسابية (خوارزمية الدمج) لنحصل على صورة نهائية تحمل خصائص المشهد الحراري والمشهد المرئي.

تم العمل على عدة طرق لدمج الصور اعتماداً على تقنيات المجال المكاني منها حسابي ومنها يعتمد على المقارنة.

1.7.3. تقنيات حسابية:

باعتبار أن I هي قيمة إضاءة البكسل Luminance value.

$$I_1(x_1, y_1): \text{قيمة إضاءة البكسل من الصورة المرئية}$$

$$I_2(x_2, y_2): \text{قيمة إضاءة البكسل من الصورة الحرارية}$$

لدينا الطرق التالية:

a. جمع قيم إضاءة البكسلات المتقابلة: ينفذ دمج الصور عن طريق حساب متوسط قيمة إضاءة البكسلات المتقابلة في كل من الصورة الحرارية والمرئية وفق المعادلة:

$$I_F = I_1(x_1, y_1) + I_2(x_2, y_2) \quad (12)$$

b. فرق قيم إضاءة البكسلات المتقابلة:

$$I_F = I_1(x_1, y_1) - I_2(x_2, y_2) \quad (13)$$

c. توسيط قيم إضاءة البكسلات المتقابلة:

$$I_F = \frac{I_1(x_1, y_1) + I_2(x_2, y_2)}{2} \quad (14)$$

d. تثقيل الصورة المرئية والحرارية بمعاملات وجمع قيم إضاءة البكسلات الناتجة من الصورتين:

$$I_F = \alpha I_1(x_1, y_1) + (1 - \alpha) I_2(x_2, y_2) \quad (15)$$

2.7.3. تقنيات المقارنة:

a. القيم العظمى لإضاءة البكسلات المتقابلة

$$I_F = \max(I_1(x_1, y_1), I_2(x_2, y_2)) \quad (16)$$

b. القيم الدنيا لإضاءة البكسلات المتقابلة:

$$I_F = \min(I_1(x_1, y_1), I_2(x_2, y_2)) \quad (17)$$




8.3. نتائج عمليات الدمج باستخدام بيئة Matlab:




نظهر في هذه الفقرة النتائج العملية لتطبيق خوارزميات الدمج ومقارنة النتائج.

الجدول (2)




نتيجة الدمج	الخوارزمية المطبقة
	$I_F = I_1(x_1, y_1) + I_2(x_2, y_2)$

محاذاة صورتين حرارية ومرئية ودمجها

	
	$I_F = I_1(x_1, y_1) - I_2(x_2, y_2)$
	$I_F = \frac{I_1(x_1, y_1) + I_2(x_2, y_2)}{2}$

	$I_F = \alpha I_1(x_1, y_1) + (1 - \alpha) I_2(x_2, y_2)$ $\alpha = 0.2$
	$I_F = \alpha I_1(x_1, y_1) + (1 - \alpha) I_2(x_2, y_2)$ $\alpha = 0.4$
	$I_F = \alpha I_1(x_1, y_1) + (1 - \alpha) I_2(x_2, y_2)$ $\alpha = 0.6$

محاذاة صورتين حرارية ومرئية ودمجها

	$I_F = \alpha I_1(x_1, y_1) + (1 - \alpha) I_2(x_2, y_2)$ $\alpha = 0.8$
	$I_F = \min(I_1(x_1, y_1), I_2(x_2, y_2))$
	$I_F = \max(I_1(x_1, y_1), I_2(x_2, y_2))$

4. مقارنة النتائج:

نظراً لعدم وجود صورة مرجعية أو صورة دمج مثالية ليصار إلى مقارنة النتائج بها، يتم تقييم طرق الدمج بشرياً من خلال المستثمر مباشرة.

بناءً على ذلك تم أخذ التقييم على أساس وضوح التفاصيل وظهور ألوان الصورة وظهور تفاصيل جديدة في الصورة و كانت كما يلي:

طريقة الدمج وفق متوسط الشدات والقيم العظمى لشدات البكسلات وتثقيل الصور لشدات البكسلات تعطي نتائج جيدة مقارنة بالطرق الأخرى ولكن طريقة توسيط قيم شدات البكسلات المتقابلة لا تسمح بإظهار المعلومات المهمة في الصورة المدمجة وذلك نتيجة توسيط قيم الشدات (تخفيض التباين).

أما طريقة أخذ القيم العظمى لشدات البكسلات تسمح بإظهار المعلومات المهمة بتباين جيد دون أن تأخذ بعين الاعتبار تأثير الإضاءة في الصورتين على عكس طريقة التثقيل التي يمكن من خلالها التحكم بمعامل التثقيل بحسب إضاءة المشهد في كلا الصورتين.

5. الاستنتاجات والتوصيات:

- تم في العمل الحالي دمج صورتين (حرارية ومرئية) لنفس المشهد، لكن من الممكن العمل على دمج عدد أكبر من الصور من مستشعرات مختلفة لتحقيق مكاسب أكبر مثل دمج الصور المرئية والحرارية والصور الناتجة عن رادار ميليمتري.
- يدمج العمل الحالي صورة مرئية وحرارية بحقول ثابتة، مستقبلاً يمكن العمل على دمج صورتين تتمتع فيها الكاميرا المرئية بتكبير متغير.
- في هذه العمل يتم تحديد النقاط المرجعية يدوياً من قبل المستثمر، يمكن لاحقاً العمل على تحديد النقاط المرجعية أوتوماتيكياً عن طريق كشف الزوايا ومحاولة ربط النقاط المرجعية من الصورة الأولى مع مقابلاتها من الصورة الثانية.
- تم العمل على دمج صورتين على مستوى البكسل يمكن لاحقاً تحقيق الدمج على مستوى المنطقة أو استخدام طرق دمج أخرى تناسب دمج الصور المرئية مع الصور الحرارية.
- تنتج بعض خوارزميات الدمج أثراً ملونة تشكل تحدياً قوياً لعملية الدمج خاصة في حال استخدام هذه التقنيات في أنظمة الملاحقة، وبالتالي وجب البحث على تجاوزها.
- إن عملية الدمج هي قاعدة أساسية للأنظمة فائقة الدقة، وبالتالي يمكن التطرق إلى هذه الأفكار مستقبلاً والعمل بها.

6. المراجع العلمية:

- [1]. ROBINSON H.,1869–Pictorial Effect in Photography. Hints on Composition and Chiaroscuro for Photographers. Piper & Carter, London, PP 288.
- [2]. PA;MER J., RYAN D., TINKLER R., CRESWIK H., 1993–Assessment of image fusion in a Night pilotage system. Multisensors and Sensor Fusion. Symposium conducted at North Atlantic Treaty Organization, Brussels Belgium, PP 241.
- [3]. BOYCE S., POLLATSEK A., 1992–An exploration of the effects of scene context on object identification. In K. Rayner. Eye Movements and Visual Cognition, New York, PP 23
- [4]. POHL C., VAN GENDEREN J., 1998–Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. int. j . remote sensing, Vol.19, PP 33.
- [5]. SIMONE G., FARINA A., MORABITO F., SERPICO B., BRUZZONE L., 2002– Image fusion techniques for remote sensing applications. Information Fusion. Vol.3, PP 26.
- [6]. PATIAS P., 2002– Medical imaging challenges photogrammetry. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 56, No.5–6, PP. 295–310

- [7].EL-GAMAL F., ELMOGY M., 2015–Current Trends in Medical Image Registration and Fusion. Egyptian Informatics Journal, Egypt , PP. 99–124.
- [8]. PAJARES G., Manuel de la Cruz J., 2004– A wavelet-based image fusion tutorial. Pattern Recognition Society, Spain, PP 18.
- [9]. CHETAN K., SOLANKI M., 2011–Pixel based and Wavelet based Image fusion Methods with their Comparative Study. National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology, PP 7.
- [10]. PIELLA G. 2003– A general framework for multiresolution image fusion: from pixels to regions. Information Fusion , PP 259 – 280.
- [11] .CONSTANTIONS S., PATTICHIS M., MICHELI T., 2001– Medical imaging fusion applications: An overview, Signals, Systems and Computers. Conference Record of the Thirty-Fifth Asilomar, PP 1263.
- [12]. DEEPALI A., DATTATRAYA S., 2011–Wavelet based image fusion using pixel based maximum selection rule. International Journal of Engineering Science and Technology , PP 7.

- [13]. VEKOT S., SHUKLA P., 2009–A Novel Architecture for Wavelet based Image Fusion. World Academy of Science Engineering and Technology, PP6.
- [14].KADYROV A., PETROU M., 2004–Affine parameter estimation from the trace transform. Electrical and Electronic Engineering Department, Imperial College, London, PP35.
- [15].MONDAL P., BISWAL K., BANERJEE S., 2012–Acceleration of Affine Transform for Multiplane Image Stabilization in Digital Camera. International Journal of Computer and Electrical Engineering, PP 5.
- [16]. Ghali S.2008–Introduction to Geometric Computing. Springer Verlag, London, PP43.

