

اختيار تقنية دمج الصور الأنسب لشبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للسائط المتعددة

الدكتور مثنى القبيلي*

الدكتور إياد حاتم**

ثناء جبيلي***

(تاريخ الإيداع 20 / 8 / 2014. قُبِلَ للنشر في 24 / 11 / 2014)

□ ملخص □

يعد دمج الصور من أهم الأساليب المتبعة في التعامل مع الصور خاصة في الشبكات محدودة الموارد كشبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للسائط المتعددة، وهو يصنف إلى تقنيات عاملة في المجال المكاني وأخرى في المجال الترددي. اعتمد هذا البحث على تقنيات الدمج في المجال الترددي للاستفادة من المزايا التي يقدمها، وتم استخدام تحويل التجب المنقطع كونه يلائم خصائص هذا النوع من الشبكات فهو تحويل بسيط وسهل التطبيق ويحتاج لمتطلبات ذاكرة منخفضة. تمت دراسة ثلاثة طرق معتمدة على هذا التحويل وهي DCTav, DCTma, DCTah، وطبقت هذه الطرق على ثلاث مجموعات مختلفة من الصور، وبعد تقييم نتائج المحاكاة من خلال مجموعة من البارامترات تم التوصل إلى أن الطريقة الأنسب لدمج الصور الملتقطة من عقد حساسة داعمة للسائط المتعددة هي الطريقة DCTma.

الكلمات المفتاحية: دمج الصور، شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للسائط المتعددة، تحويل التجب المنقطع.

* مدرس - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ مساعد - قسم هندسة الميكاترونك - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية سورية.

Selection of an Appropriate Image Fusion Technique for Wireless Multimedia Sensor Networks

Dr. Mothanna al-Kubeily*
Dr. Iyyad Hatem**
Thanaa Jbeili***

(Received 20 / 8 / 2014. Accepted 24 / 11 / 2014)

□ ABSTRACT □

Image Fusion is one of the most important methods used in image processing, especially in networks with limited resources such as networks of wireless sensors supporting multimedia. It is classified into technologies operating in spatial domain and others in the frequency domain. In this research, Fusion techniques in frequency domain are manipulated to benefit from its advantages. Discrete Cosine Transform is used because it fits the characteristics of this type of networking where it is simple, easy to implement and requires low memory.

Three methods based on this transformation, DCTav, DCTma and DCTah, have been investigated and applied to three different sets of images. The evaluation of simulation results, with different parameters, showed that the DCTma was the most appropriate method to integrate the imagery taken from sensory nodes supporting multimedia.

Keywords: Image Fusion, Wireless Multimedia Sensor Networks, Discrete Cosine Transform.

* Assistant Professor, Department of Communication & Electronics, Faculty of mechanical & electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Associate Professor, Department of Mechatronics, Faculty of mechanical & electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Postgraduate Student, Department of Communication & Electronics, Faculty of mechanical & electrical engineering, University of Tishreen, Lattakia, Syria

مقدمة:

توجهت كثيرٌ من الأبحاث الحديثة نحو شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للوسائط المتعددة *Wireless Multimedia Sensor Network (WMSN)* [1,2,3]، ويعزى ذلك ببساطة إلى غنى التطبيقات التي تقدمها هذه الشبكات [4,5,6,7]، وإلى توجهها نحو مختلف المجالات بدءاً بالتطبيقات الطبية إلى الاتصالات الفضائية مروراً بالتطبيقات البيئية والخدمية والصناعية والعسكرية، وغيرها. تتكون هذه الشبكات من عدد من أجهزة الاستشعار صغيرة الحجم وذاتية التغذية مزودة بتجهيزات خاصة كالكاميرات والميكروفونات تمكنها من التقاط معلومات الوسائط المتعددة، كالصوت والصور والفيديو، والخاصة بظاهرة ما في الوسط المحيط، دون الحاجة إلى وجود تماس مباشر بين أجهزة الاستشعار التي تدعى عادة العقد الحساسة *Sensor Nodes* وتلك الظاهرة [8,9]. ثم تنقل هذه المعلومات لاسلكياً إلى المحطة الرئيسية (*Sink, Base Station*) للاستفادة منها دون الحاجة لوجود المستخدم في مكان الظاهرة المدروسة، حيث تقوم المحطة الرئيسية بإيصال المعلومات إليه عبر الإنترنت أو الأقمار الصناعية [10].

جاءت شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للوسائط المتعددة كتطورٍ منطقي لشبكات الحساسات اللاسلكية التقليدية *Traditional Scalar Wireless Sensor Networks* [11,12]، وذلك بهدف دعم تطبيقات جديدة كتتبع وتمييز الأجسام، وتطبيقات التحقق والتعرف المرئي، وغيرها من التطبيقات التي لم تكن ممكنة في شبكات الحساسات اللاسلكية التقليدية [13]. لذلك يمكن القول إن شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للوسائط المتعددة تستمد أهميتها الكبيرة من كونها تدمج قطبين أساسيين هما:

- الاتصالات اللاسلكية *Wireless Communications*: أي تأمين الوصول إلى المعلومات في أي زمان وأي مكان دون الحاجة إلى بنية تحتية موجودة مسبقاً *Pre-infrastructure* كما هو الحال في الشبكات السلكية.
- دعم الوسائط المتعددة *Multimedia Support*: أي تأمين الحصول على معلومات أشمل وأكثر دقة متمثلة بالصوت والصورة والفيديو إضافة إلى المعطيات العددية *Scalar Data*، مما يؤمن ليس فقط التوصل إلى تطبيقات جديدة، بل أيضاً تطوير ودعم التطبيقات الموجودة.

لكن ورغم المزايا التي تقدمها هذه الشبكات إلا أنها تعاني العديد من التحديات [8,9,14,15,16] والتي يمكن تصنيفها إلى نوعين أساسيين. الأول كان موجوداً في شبكات الحساسات اللاسلكية التقليدية لكنه تنامي بسبب حجم وغزارة وتعقيد بيانات الوسائط المتعددة مقارنة مع البيانات العددية، ونذكر من هذا النوع تحديات الأمن وجودة الخدمة وتحديات الموارد المحدودة كالذاكرة والطاقة وقدرة المعالجة وعرض النطاق الترددي وغيرها. أما النوع الثاني من التحديات فقد برز بسبب طبيعة بيانات الوسائط المتعددة التي تتطلب تعاملاً خاصاً كتحديات التغطية التي تستوجب توجيه عدسات كاميرات العقد الحساسة بحيث تؤمن حقل الرؤية المطلوب (*Desired Field of View (DFoV)*) للمنطقة المدروسة [16,17,18].

طُورت عدة طرائق لمواجهة وتخفيض آثار التحديات السابقة، ويعد مبدأ دمج البيانات *Data Fusion* [19,20,21] من أشهر تلك الطرائق، وهو يعتمد على تجميع عدة أجزاء من البيانات الواردة سواء من مصدر واحد أو من عدة مصادر، وإنتاج بيانات جديدة مختلفة عن البيانات الأصلية بهدف إما الحصول على بيانات جديدة أكثر دقة وموثوقية مقارنة مع البيانات الأصلية، أو تقليل حجم البيانات الناتج لتخفيض الأعباء على المراحل اللاحقة والتخلص

من البيانات المكررة التي تعد فائضاً غير ذي فائدة خاصة في التطبيقات التي تزداد فيها احتمالية التقاط بيانات مكررة [22]. ويعد دمج الصور Image Fusion [23,24,25] أحد أهم فروع دمج البيانات، ويتضمن دمجاً لصورتين أو أكثر لتشكيل صورة مجمعة واحدة من خلال استخدام خوارزميات الدمج، وتتضمن الصورة الناتجة عن الدمج أهم المعلومات بين الصورتين والأنسب لعمليات المعالجة اللاحقة والتطبيق المستخدم.

أهمية البحث وأهدافه:

يعتبر دمج الصور طريقة فعالة للاستفادة من كميات كبيرة من الصور التي يتم التقاطها، وتهدف هذه العملية إلى دمج الصور من أجل الحصول على معلومات أكثر، حيث يمكن اشتقاق هذه المعلومات من جراء دمج ومقارنة الصور مع بعضها البعض للحصول على نتائج لا يمكن التوصل إليها من صورة واحدة [23,24,25]. ويهدف البحث إلى التعرف على مفهوم دمج الصور، وتصنيفاته، ودراسة بعض تقنياته المعتمدة على تحويل التجب المتقطع [26] Discrete Cosine Transform، ومن ثم اعتماد مجموعة من البارامترات لتقييم تلك التقنيات بعد تطبيقها على مجموعات مختلفة من الصور بهدف الوصول إلى الطريقة الأكثر ملاءمة للصور الملتقطة من إحدى عقد شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للوسائط المتعددة، وذلك لما لهذه الشبكات من أهمية كبرى في كثير من التطبيقات العملية الحيوية.

طرائق البحث ومواده:

تمت الدراسة على ثلاث مجموعات مختلفة من الصور. تمثل المجموعة الأولى صوراً مخبرية لا صورة مرجعية لها، وتمثل المجموعة الثانية صوراً من الوسط الخارجي مع توافر الصورة المرجعية، بينما تمثل المجموعة الثالثة صوراً ملتقطة بواسطة عقدة حساسة داعمة للوسائط المتعددة.

تم اختيار مجموعات الصور بحيث تتكون كل مجموعة من صورتين متكاملتين Complementary Images، كل منهما عبارة عن صورة متعددة التركيز multi-focused image مؤلفة من جزء ذي تركيز منخفض out of focused، وجزء ذي تركيز مرتفع in focus، وبشكل متعاكس في الصورتين، بحيث يُتوقع عند دمجهما التوصل إلى صورة ذات ملامح أوضح من ملامح كل منهما على حدة.

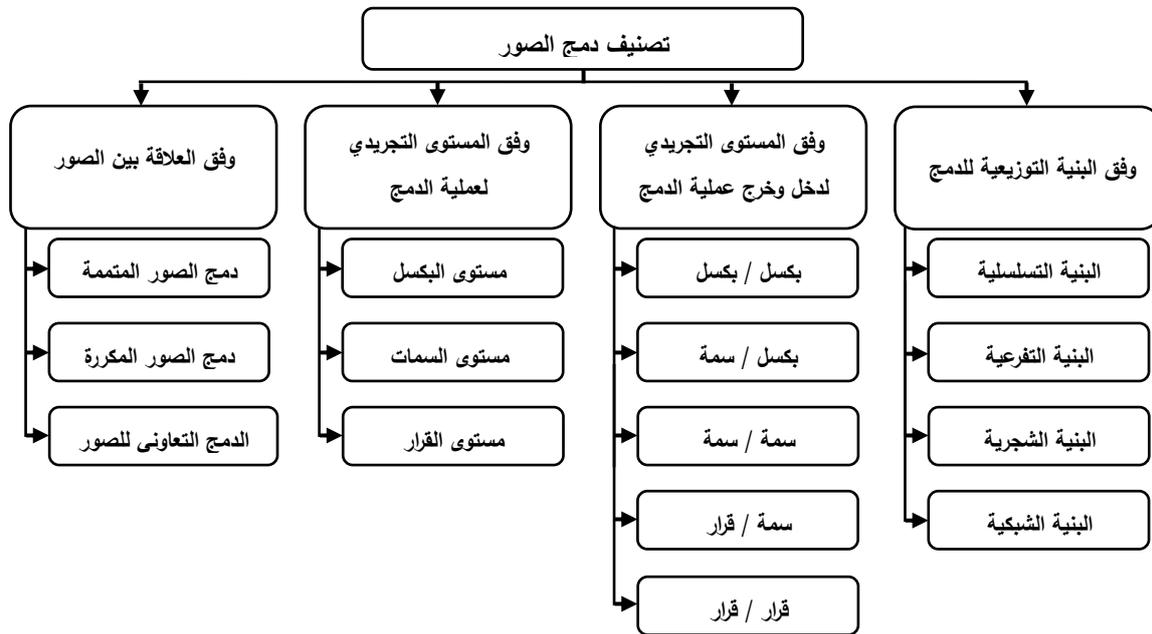
تم استخدام لغة الـ Matlab [27,28] لبرمجة جميع مراحل الخوارزمية المتبعة، وكذلك لإظهار النتائج المتعلقة بهذه الدراسة سواء أكانت صوراً تمثل نتائج تطبيق تقنيات الدمج المختلفة، أم منحنيات بيانية تعبر عن البارامترات المحددة لأداء تلك التقنيات.

1. دمج الصور:

يعد دمج الصور أحد أهم فروع دمج البيانات [23,24,25]، ويتضمن دمجاً لصورتين أو أكثر لتشكيل صورة مجمعة واحدة من خلال استخدام خوارزميات الدمج، وتتضمن الصورة الناتجة عن الدمج أهم المعلومات بين الصورتين والأنسب لعمليات المعالجة اللاحقة والتطبيق المستخدم.

1-1. تصنيف دمج الصور:

يصنف دمج الصور اعتماداً على عدة معايير [21,29,30,31]، ويبين الشكل (1) أشهرها.



الشكل (1): تصنيف دمج الصور.

1-1-1 التصنيف وفق العلاقة بين الصور Classification Based on Relationships among Images

:Images

يصنف دمج الصور وفق العلاقة بين الصور المراد دمجها إلى [21]:

دمج الصور المتممة Complementary Image Fusion:

يهدف هذا الصنف بشكل عام إلى خلق صورة جديدة انطلاقاً من أجزاء مختلفة من الصور، حيث تمثل الصور المراد دمجها أجزاء من مشهد أوسع Broader scene، وبذلك تكمل هذه الأجزاء بعضها البعض عند الدمج للحصول على الصورة الأشمل.

دمج الصور المكررة Redundant Image Fusion:

عندما تملك عقدتان حساستان مستقلتان أو أكثر صوراً لنفس الجزء من المشهد، أي عند وجود صور مكررة للمشهد نفسه ملتقطة من مصادر مختلفة، يمكن دمج هذه الصور المكررة في صورة واحدة من خلال حذف الفائض المكرر. يقدم هذا الصنف من الدمج مزايا عالية خاصة في الشبكات ذات الكثافة العالية والتي تزداد فيها احتمالية التكرار، ومن وجهة نظر أخرى يقدم ذلك مؤشراً إحصائياً لزيادة موثوقية البيانات، حيث يمكن اعتبار التكرار في المعطيات دليلاً على صحتها علماً أن المصادر الملتقطة لها مستقلة عن بعضها البعض.

الدمج التعاوني للصور Cooperative Image Fusion:

يتم في هذا الصنف دمج الصور التي تقدمها المصادر المستقلة للحصول على صورة جديدة مختلفة تقدم حقائق جديدة.

1-1-2. التصنيف وفق المستوى التجريدي لعملية الدمج Classification Based on Abstraction**:Level of Fusion Process**

يصنف دمج الصور وفق المستوى التجريدي لعملية الدمج إلى [29,30,31]:

▪ الدمج على مستوى البكسل Pixel Level Fusion:

ينجز هذا الدمج على مستوى بكسل-لبكسل أي مستوى البكسلات المتقابلة، حيث يتضمن كل بكسل في الصورة الناتجة عن الدمج معلومات من مجموعة البكسلات المقابلة له من الصور المراد دمجها.

▪ الدمج على مستوى السمات Feature Level Fusion:

يتطلب هذا المستوى من الدمج استخلاص السمات من الصور المراد دمجها، وهي سمات تعتمد على ميزات مثل كثافة البكسلات والحواف وغيرها، ويتم دمج هذه السمات المستخلصة لتشكيل سمات موحدة تشكل بدورها ملامح الصورة الناتجة عن الدمج.

▪ الدمج على مستوى القرار Decision Level Fusion:

يستخدم هذا المستوى من الدمج عادة في تطبيقات التعرف على الكائنات Object Recognition Applications حيث تتعامل عملية الدمج مع مجموعة من القرارات المستخلصة من الصور المراد دمجها.

1-1-3. التصنيف وفق المستوى التجريدي لدخل وخرج عملية الدمج Classification Based on**:Abstraction Level of Fusion Process 's Input / Output**

يصنف دمج الصور وفق المستوى التجريدي لدخل وخرج عملية الدمج إلى [29,30,31]:

▪ بكسل / بكسل (PI-PO) Pixel In – Pixel Out :

تتعامل عملية الدمج في هذا الصنف مع مستوى البكسلات المتقابلة للصور المراد دمجها، لتنتج في خرجها بكسلات صورة الدمج.

▪ بكسل / سمة (PI-FO) Pixel In – Feature Out:

تتعامل عملية الدمج في هذا الصنف مع مستوى البكسلات المتقابلة للصور المراد دمجها لاستخلاص السمات منها وتشكيل صورة الدمج اعتماداً على تلك السمات.

▪ سمة / سمة (FI-FO) Feature In – Feature Out:

هنا تتعامل عملية الدمج مع مجموعة من السمات المرسله من عدة مصادر، والمستخلصة من الصور المراد دمجها بهدف تحسين سمة معينة أو استخلاص سمات جديدة منها، أي إن كلاً من دخل عملية الدمج وخرجها هي سمات تتعلق بالصور المدروسة.

▪ سمة / قرار (FI-DO) Feature In – Decision Out:

تتعامل عملية الدمج مع مجموعة من السمات المرسله من عدة مصادر والمستخلصة من الصور المراد دمجها للتوصل إلى قرار بنفي أو إثبات أمر ما، حيث يتخذ القرار الناتج شكلاً رمزياً، وعادة ما يستخدم الرمز 1 للإثبات والرمز 0 للنفي.

▪ قرار / قرار (DI-DO) Decision In – Decision Out:

وفيه تتعامل عملية الدمج مع مجموعة من القرارات المرسله من عدة مصادر والمستخلصة من الصور المراد دمجها للتوصل إلى قرار جديد أو تأكيد قرارات سابقة.

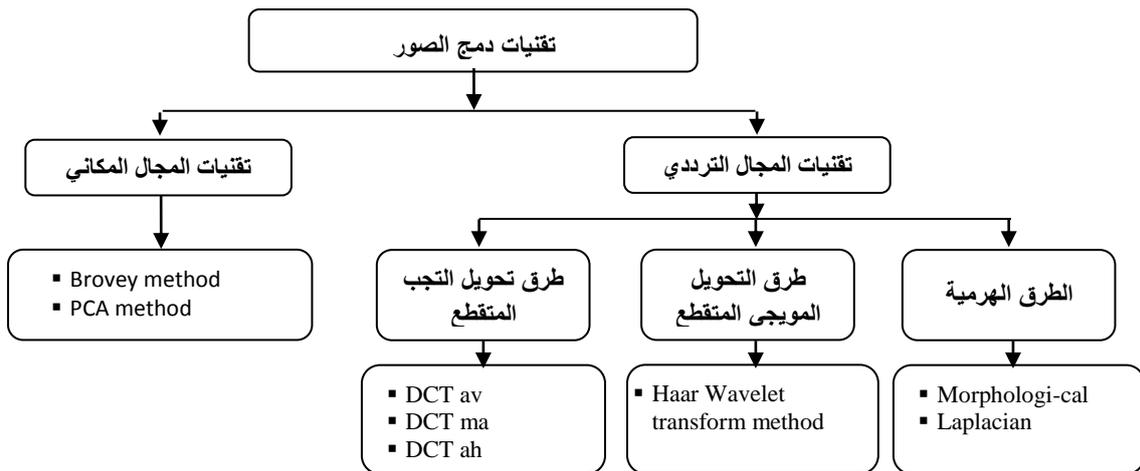
1-1-4. التصنيف وفق البنية التوزيعية للدمج Classification Based on Fusion Topology:

يصنف دمج الصور وفق البنية التوزيعية للدمج إلى [31]:

- البنية التسلسلية Serial Topology: تتعاون العقد تلو الأخرى في إيصال الصور بشكل تسلسلي أو تعاقبي، ووفق مسار محدد وصولاً إلى مركز الدمج.
- البنية التفرعية Parallel Topology: ترسل كل عقدة وبشكل مباشر الصور الخاصة بها إلى مركز الدمج.
- البنية الشجرية Tree Topology: تعتبر هذه البنية تجميعاً لعدة بنى تفرعية مع بعضها البعض، حيث يتم اختيار عدة عقد لتعمل كعقد وسيطة من أجل عملية نقل الصور من العقد الطرفية، التي تعمل كمصادر أساسية لالتقاط الصور، إلى مركز الدمج.
- البنية الشبكية Network Topology: تكون البنية التي يتم وفقها الدمج بشكل بنية شبكية هرمية متعددة المستويات ومتداخلة الاتصال.

1-2. تقنيات دمج الصور:

تصنف تقنيات دمج الصور بشكل أساسي إلى نوعين [32,33,34]، هما تقنيات المجال المكاني Spatial Domain، وتقنيات المجال الترددي Frequency Domain، كما يوضح الشكل (2).



الشكل (2) : تصنيف تقنيات دمج الصور.

1-2-1. تقنيات المجال المكاني:

يتم في هذه التقنيات التعامل مباشرة مع قيم بكسلات الصور المراد دمجها، حيث تعالج هذه البكسلات لتحقيق مستوى التحسين المطلوب [32,33,34]، وتندرج العديد من طرق الدمج تحت مفهوم دمج الصور المكاني كطريقة بروفوي (Brovey method)، وطريقة تحليل المكونات الأساسية - Principle Component Analysis method (PCA).

1-2-2. تقنيات المجال الترددي:

يتم في هذه التقنيات بداية تحويل الصور المراد دمجها إلى المجال الترددي باستخدام أحد أنواع التحويل بهدف الاستفادة من المزايا التي يمكن أن يقدمها التحويل المطبق، ثم يتم إنجاز كل عمليات الدمج على معاملات التحويل

الناجمة، بعدها يتم تطبيق التحويل العكسي للحصول على صورة الخرج [32,33,34]. ومن الطرق التي تندرج تحت مفهوم دمج الصور الترددي طرق الدمج المعتمدة على تحويل التجب المتقطع (Discrete Cosine Transform- DCT)، والطرق المعتمدة على التحويل المويجي المتقطع (Discrete Wavelete Transform-DWT)، وطرق الدمج الهرمية (Pyramid methods).

2. تحويل التجب المتقطع (DCT):

سيتم التعامل في هذه الدراسة مع تقنيات دمج الصور في المجال الترددي، حيث أتاحت تقنيات التحويل إلى المجال الترددي إمكانية الاستفادة من خصائص المعاملات الترددية الناتجة خاصة عند التعامل مع المعطيات الصورية التي تتطلب مساحة تخزين كبيرة والتي تمتاز في نفس الوقت بانطوائها على كثير من الصفات التي يمكن استغلالها كعطالة العين البشرية وسماحتها للتفاصيل بالغة الدقة مما يتيح فرصة التفاوضي عن تلك التفاصيل [32,33,34]. يعد تحويل التجب المتقطع والمويجي المتقطع أشهر أنواع التحويلات إلى المجال الترددي، وبالرغم من أن التحويل المويجي المتقطع (DWT) يقدم صوراً أكثر دقة ونسب ضغط أعلى مقارنة مع تحويل التجب المتقطع إلا أنه أكثر تعقيداً وتطلباً لحجم الذاكرة، وهذا لا يلائم تطبيقات شبكات الحساسات اللاسلكية الداعمة للوسائط المتعددة ذات الموارد المحدودة [34,35]، لذا سيتم التعامل في هذه الدراسة مع تحويل التجب المتقطع (DCT) كمرحلة معالجة تمهيدية تسبق عملية الدمج كونه تحويل بسيط، وسهل التطبيق ويتطلب حجم ذاكرة منخفض [34,35].

يعتمد تحويل التجب المتقطع على تحويل الصورة من المجال المكاني إلى معاملات في المجال الترددي [26]، وتكون مطالات المعاملات ذات الترددات المنخفضة أكبر بشكل ملحوظ مقارنة مع مطالات المعاملات ذات الترددات المرتفعة، وهنا يكمن جوهر هذا التحويل فهو يقدم إمكانية الاستغناء عن المعاملات ذات الترددات المرتفعة بسبب عطالة العين البشرية وعدم تمييزها للتفاصيل التي تمثل المطالات المنخفضة جداً الخاصة بالمعاملات ذات الترددات المرتفعة، لذا يمكن إهمالها، فنحصل بذلك على كمية البيانات المطلوبة لتمثيل الصورة دون أن يتسبب ذلك في خسارة كبيرة في دقة الصورة [26].

يعطى تحويل التجب المتقطع ثنائي البعد $X(k_1, k_2)$ لصورة أو إشارة ثنائية البعد $x(n_1, n_2)$ ذات أبعاد $N_1 \times N_2$ بالعلاقة (1) [36]:

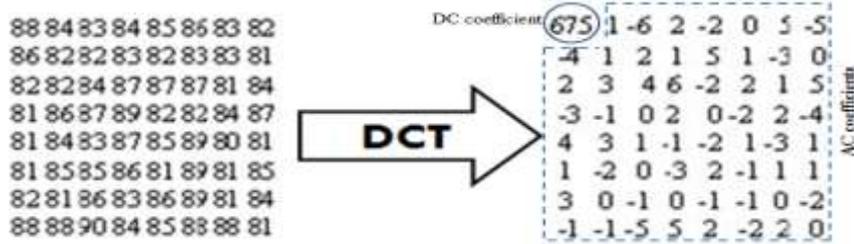
$$X(k_1, k_2) = \alpha(k_1)\alpha(k_2) \sum_{n_1=0}^{N_1-1} \sum_{n_2=0}^{N_2-1} x(n_1, n_2) \cos \left[\frac{\pi(2n_1+1)k_1}{2N_1} \right] \cos \left[\frac{\pi(2n_2+1)k_2}{2N_2} \right] \quad (1)$$

حيث إن:

$$0 \leq k_1 \leq N_1 - 1, \quad 0 \leq k_2 \leq N_2 - 1$$

$$\alpha(k_1) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N_1}}; & k_1 = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N_1}}; & 1 \leq k_1 \leq N_1 - 1 \end{cases}, \quad \alpha(k_2) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N_2}}; & k_2 = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N_2}}; & 1 \leq k_2 \leq N_2 - 1 \end{cases}$$

ويبين الشكل (3) تحويل التجب المتقطع لكتلة بكسلات Block بحجم 8x8 حيث نلاحظ نوعي معاملات التحويل الناتجة وهما المعامل المستمر DC والمعاملات الترددية AC، ونلاحظ انخفاض قيم المعاملات مع ازدياد التردد.



الشكل (3): معاملات تحويل التجب المتقطع .

يعطى التحويل العكسي لتحويل التجب المتقطع ثنائي الاتجاه بالعلاقة (2)[36]:

$$X(n_1, n_2) = \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{N_2-1} \alpha(k_1)\alpha(k_2)X(k_1, k_2) \cos \left[\frac{\pi(2n_1+1)k_1}{2N_1} \right] \cos \left[\frac{\pi(2n_2+1)k_2}{2N_2} \right] \quad (2)$$

$$0 \leq n_1 \leq N_1 - 1$$

$$0 \leq n_2 \leq N_2 - 1$$

3. بعض تقنيات دمج الصور المعتمدة على تحويل التجب المتقطع:

اعتمد تحويل التجب المتقطع كمرحلة أساسية في الكثير من تقنيات دمج الصور نظراً للميزات التي يقدمها، ومن هذه التقنيات:

1-3 DCTav :

وهي تقنية بسيطة جداً لدمج الصور، يتم فيها أخذ المتوسط الحسابي لمعاملات تحويل التجب المتقطع المتقابلة في الصورتين X_1, X_2 المراد دمجهما لنحصل في الخرج على صورة الدمج المطلوبة، ويعبر عن هذه التقنية بالمعادلة (3)[36]:

$$X_f(K_1, K_2) = 0.5 [X_1(K_1, K_2) + X_2(K_1, K_2)] \quad (3)$$

$$; k_1, k_2 = 0, 1, 2, \dots, N - 1$$

2-3 DCTma :

يتم في هذه التقنية حساب المتوسط الحسابي لمعاملي الـ DC المتقابلين في الصورتين X_1, X_2 المراد دمجهما كما تبين المعادلة (4-a)[36]، بينما يتم اختيار المعاملات الـ AC العظمى من المعاملات المتقابلة كما تبين المعادلة (4-b)[36] لنحصل في الخرج على صورة الدمج المطلوبة.

$$X_f(0,0) = 0.5 [X_1(0,0) + X_2(0,0)] \quad (4-a)$$

$$X_f(K_1, K_2) = \begin{cases} X_1(K_1, K_2) & |X_1(K_1, K_2)| \geq |X_2(K_1, K_2)| \\ X_2(K_1, K_2) & |X_1(K_1, K_2)| < |X_2(K_1, K_2)| \end{cases} \quad (4-b)$$

$$; k_1, k_2 = 1, 2, \dots, N - 1$$

3-3 DCTah :

يتم في هذه التقنية حساب المتوسط الحسابي لمعاملي الـ DC المتقابلين في الصورتين X_1, X_2 المراد دمجهما، وكذلك حساب المتوسط الحسابي لمعاملات الـ AC ذات التردد المنخفض، هنا نصف عدد معاملات الـ AC، كما تبين المعادلة (5-a)[36]، بينما يتم اختيار المعاملات العظمى من معاملات الـ AC ذات الترددات المرتفعة كما تبين المعادلة (5-b)[36] لنحصل في الخرج على صورة الدمج المطلوبة.

$$X_f(K_1, K_2) = 0.5 [X_1(K_1, K_2) + X_2(K_1, K_2)] \quad (5-a)$$

$$; k_1, k_2 = 0, 1, 2, \dots, 0.5N - 1$$

$$X_f(K_1, K_2) = \begin{cases} X_1(K_1, K_2) & |X_1(K_1, K_2)| \geq |X_2(K_1, K_2)| \\ X_2(K_1, K_2) & |X_1(K_1, K_2)| < |X_2(K_1, K_2)| \end{cases} \quad (5-b)$$

$$; k_1, k_2 = 0.5N, 0.5N + 1, 0.5N + 2, \dots, N - 1$$

4. البارامترات المستخدمة في تقييم أداء تقنيات دمج الصور:

توجد عدة بارامترات لتقييم أداء وفعالية تقنيات دمج الصور [33,36,37]، ويمكن تصنيف هذه البارامترات وفق عدة أساليب أشهرها التصنيف المعتمد على توافر أو عدم توافر الصورة الحقيقية للمشاهد المدروس، والتي تدعى الصورة المرجعية لصورة الدمج، ويتم التصنيف اعتماداً على ذلك كما يأتي:

4-1. البارامترات المستخدمة في تقييم الأداء في حال عدم توافر الصورة المرجعية:

تقيم البارامترات المستخدمة في هذه الحالة صورة الدمج بشكل مستقل دون مقارنتها مع صورة مرجعية، وتكمن أهميتها في أنها تعطي تقيماً لصورة الدمج دون وجود الصورة الحقيقية للمشاهد المدروس والتي قد لا تتوافر في كثير من التطبيقات، ومن أهم هذه البارامترات:

▪ الانحراف المعياري (SD) Standard Deviation:

يعبر بارامتر الانحراف المعياري عن مقدار التباين في الصورة الناتجة عن الدمج، ويعد التباين مقياساً لوضوح الصورة، حيث إن الصورة الناتجة عن الدمج ذات الانحراف المعياري الأعلى تكون أكثر وضوحاً، ويعبر عن بارامتر الانحراف المعياري بالعلاقة (6) [37]:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{M.N} \sum_{Y=0}^{N-1} \sum_{X=0}^{M-1} (X_f(X, Y) - \mu_f)^2} \quad (6)$$

$$; \mu_f = \frac{1}{M.N} \sum_{Y=0}^{N-1} \sum_{X=0}^{M-1} |X_f(X, Y)|$$

حيث إن:

المتوسط الحسابي لقيم السويات اللونية لبكسلات الصورة المدروسة. μ_f

الصورة الناتجة عن الدمج. X_f

M, N أبعاد الصورة.

:

▪ التردد المكاني (SF) Spatial Frequency:

يحدد هذا البارامتر سوية النشاط activity level في الصورة الناتجة عن الدمج، وزيادة قيمة هذا البارامتر مؤشراً لجودة الصورة، وهو يتعلق بعاملين هما التردد السطري Raw Frequency- RF، والتردد العمودي Column Frequency-CF، ويعطى بالعلاقة (7) [37] حيث:

$$SF = \sqrt{RF^2 + CF^2} \quad (7)$$

$$; RF = \sqrt{\frac{1}{M.N} \sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=1}^{N-1} [X_f(X, Y) - X_f(X, Y - 1)]^2}$$

$$; CF = \sqrt{\frac{1}{M.N} \sum_{Y=0}^{N-1} \sum_{X=1}^{M-1} [X_f(X, Y) - X_f(X-1, Y)]^2}$$

4-2. البارامترات المستخدمة في تقييم الأداء في حال وجود صورة مرجعية:

إضافة إلى بارامتر الانحراف المعياري والتردد المكاني اللذين يمكن استخدامهما أيضاً لتقييم الأداء في هذه الحالة، هناك بارامترات أخرى منها:

▪ نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى (PSNR) Peak Signal to Noise Ratio :

يعبر هذا البارامتر عن مدى التشابه بين الصورة الناتجة عن الدمج والصورة المرجعية، وتزداد قيمته كلما كانت صورتان متشابهتان، ويعبر عن هذا البارامتر بالعلاقة (8)[37]:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{L^2}{MSE} \right) \quad (8)$$

$$; MSE = \frac{1}{M.N} \sum_{X=1}^M \sum_{Y=1}^N (X_t(X, Y) - X_f(X, Y))^2$$

حيث إن:

MSE: متوسط مربع الخطأ بين البكسلات المتقابلة في كل من الصورة المرجعية X_t والصورة الناتجة عن الدمج X_f .

L: عدد السويات اللونية الممكنة في الصورة.

▪ صورة الخطأ Error Image:

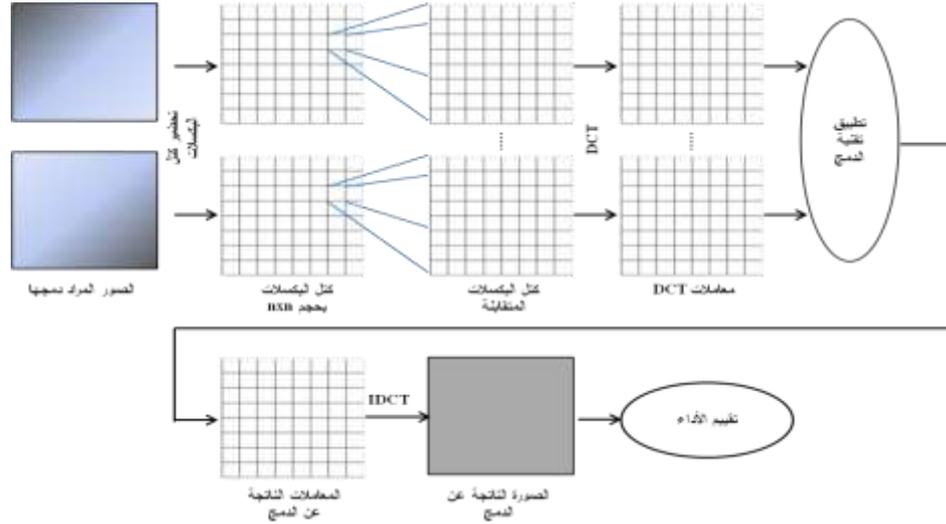
يعد هذا البارامتر من البارامترات الموضوعية في تقييم أداء تقنيات الدمج، أي يعتمد على نظرة المستخدم وتقييمه لجودة الصورة الناتجة عن الدمج ومدى تلبية متطلبات التطبيق المدروس، حيث تمثل صورة الخطأ بصورة الاختلاف بين الصورة المرجعية والصورة الناتجة عن الدمج[37].

5. المحاكاة وإظهار النتائج:

5-1. سيناريو العمل:

تمت الدراسة على ثلاث مجموعات مختلفة من الصور، حيث تمثل المجموعة الأولى صوراً مخبرية لا صورة مرجعية لها، وتمثل المجموعة الثانية صوراً من الوسط الخارجي مع توافر الصورة المرجعية، بينما تمثل المجموعة الثالثة صوراً ملتقطة بواسطة عقدة حساسة داعمة للوسائط المتعددة، وتم تطبيق تقنيات الدمج (DCTav, DCTma, DCTah) على المجموعات الثلاثة، وذلك عند أحجام مختلفة من كتل البكسلات تتراوح من 2×2 إلى 512×512 ، بهدف دراسة تأثير حجم كتلة البكسلات على صورة الدمج الناتجة.

تم استخدام لغة الـ Matlab لبرمجة جميع مراحل الخوارزمية المتبعة والموضحة في الشكل (4)، وكذلك لإظهار النتائج المتعلقة بهذه الدراسة سواء أكانت صوراً تمثل نتائج تطبيق تقنيات الدمج المختلفة، أم منحنيات بيانية تعبر عن البارامترات المحددة لأداء تلك التقنيات.



الشكل (4): الخوارزمية المتبعة.

2-5. نتائج المحاكاة:

رُتبت نتائج المحاكاة وفق مجموعات الصور الثلاث كما يأتي:

1-2-5. مجموعة الصور المخبرية دون وجود صورة مرجعية:

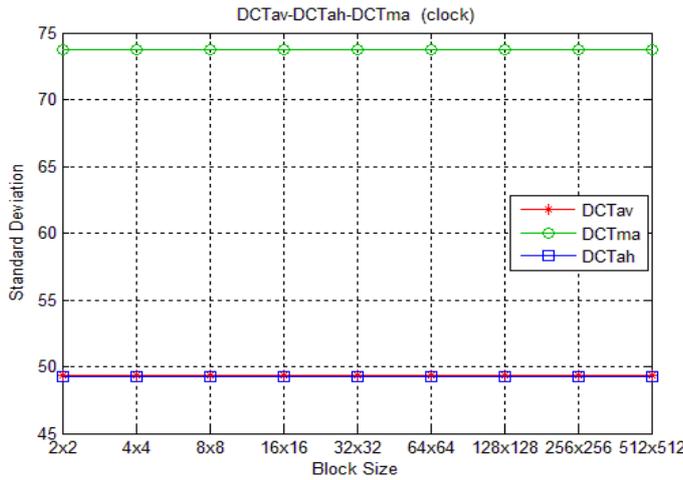
تمت الدراسة على الصورتين الموضحتين في الشكل (5) حيث نجد تركيزين متباينين للجسمين الموجودين فيهما، فالتركيز مرتفع للجسم الأمامي ومنخفض للجسم الخلفي في إحدى الصورتين وينعكس ذلك في الصورة الأخرى، وقد طبقت تقنيات الدمج الثلاث على الصورتين عند أحجام مختلفة لكل البكسلات، وبما أنه في هذه الحالة لا توجد صورة مرجعية فإن البارامترين المستخدمين لتقييم أداء تقنيات الدمج الثلاثة هما الانحراف المعياري SD، والتردد المكاني SF:



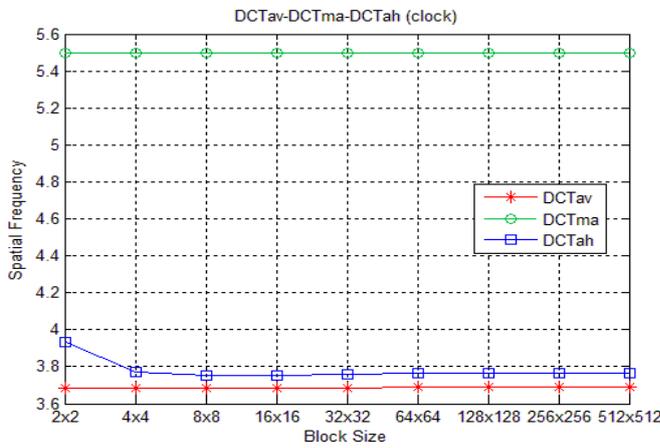
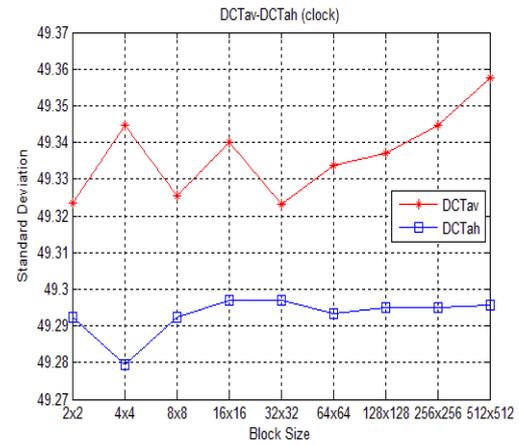
الشكل (5): صور المجموعة الأولى.

أولاً: الانحراف المعياري:

يبين الجزء الأيسر من الشكل (6) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاثة على صور المجموعة الأولى. نظراً لتقارب قيم الانحراف المعياري للطريقتين DCTav و DCTah تم توضيح المنحنيين البيانيين لهما في الجزء الأيمن من الشكل (6) حيث نلاحظ ازدياد الانحراف المعياري مع زيادة حجم كتلة البكسلات المستخدم. بينما ومن أجل طريقة DCTma فلا يتأثر بارامتر الانحراف المعياري بحجم كتلة البكسلات المستخدم ويبقى ثابتاً عند القيمة 73.7014، وهي أعلى من قيمه عند تطبيق الطريقتين الباقيتين، لذا تعد طريقة الدمج DCTma أكثر الطرق الثلاث جودةً من حيث وضوح الصورة الناتجة عن الدمج.



الشكل (6): علاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاثة والمطبقة على صور المجموعة الأولى.



الشكل (7): علاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاثة والمطبقة على صور المجموعة الأولى.

ثانياً: التردد المكاني:

يبين الشكل (7) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الأولى. نلاحظ تأثر كل من الطريقتين DCTav و DCTTah بحجم كتلة البكسلات، بينما لا يتأثر بارامتر التردد المكاني بذلك في طريقة الدمج DCTma ويبقى ثابتاً عند القيمة 5.4949 وهي أعلى من قيمه في الطريقتين الباقيتين، لذا فهذه الطريقة تعد أكثر الطرق الثلاث جودةً من حيث سوية النشاط للصورة الناتجة عن الدمج.

2-2-5. مجموعة الصور الثانية مع وجود صورة مرجعية حقيقية:

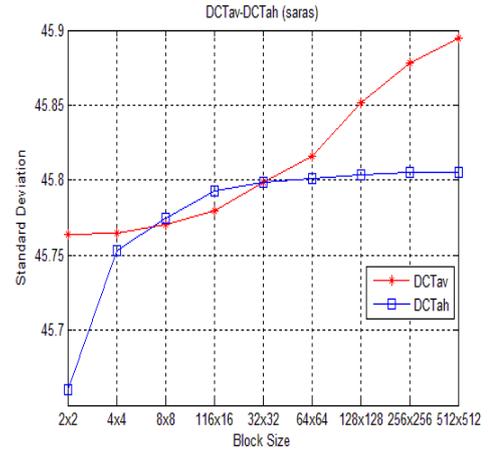
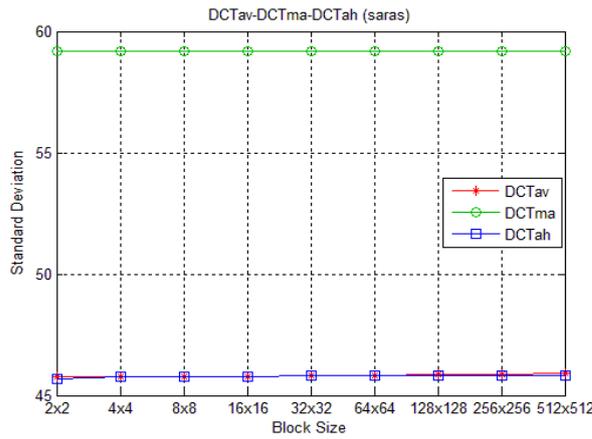
يبين الشكل (8) الصورتين المراد دمجهما وكذلك الصورة المرجعية لهما، حيث نجد تركيزين متباينين ومتعاكسين للجزئين العلوي والسفلي في الصورتين المراد دمجهما، وبعد تطبيق تقنيات الدمج الثلاث عند أحجام مختلفة لكتل البكسلات، ويتوفر الصورة المرجعية يمكن تقييم أداء تلك التقنيات باستخدام بارامترات أخرى كنسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى وصورة الخطأ إضافة إلى بارامتر الانحراف المعياري والتردد المكاني.



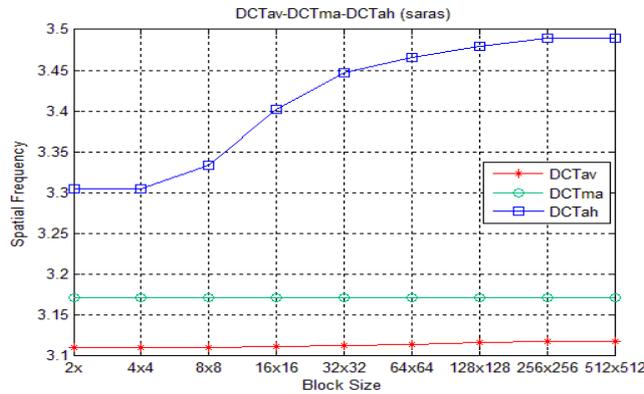
الشكل (8): صور المجموعة الثانية.

أولاً: الانحراف المعياري:

يبين الجزء الأيسر من الشكل (9) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاثة على صور المجموعة الثانية. نظراً لتقارب قيم الانحراف المعياري للطريقتين DCTav و DCTah تم توضيح المنحنيين البيانيين لهما في الجزء الأيمن من الشكل (9) حيث نلاحظ زيادة الانحراف المعياري مع زيادة حجم كتلة البكسلات المستخدم، بينما ومن أجل طريقة DCTma فلا يتأثر بارامتر الانحراف المعياري بحجم كتلة البكسلات المستخدم ويبقى ثابتاً عند القيمة 59.1924 وهي أعلى من قيمه عند تطبيق الطريقتين الباقيتين، لذا تعد طريقة الدمج DCTma أكثر الطرق الثلاث جودةً من حيث وضوح الصورة الناتجة عن الدمج.



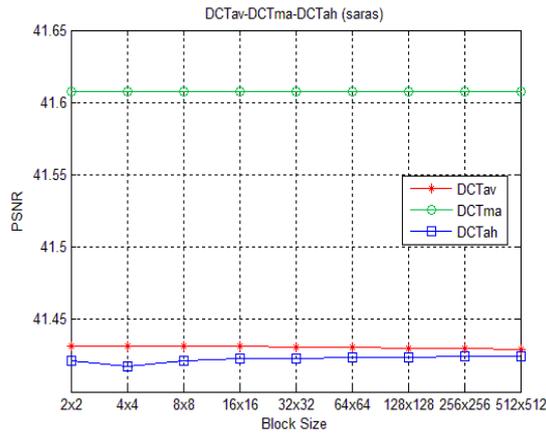
الشكل (9): علاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثانية.



الشكل (10): علاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثانية.

ثانياً: التردد المكاني:

يبين الشكل (10) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات عند تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الثانية. نلاحظ تأثر الطريقتين DCTav و DCTah بالتأثر الطريقة DCTma بذلك وتقدم قيمة ثابتة للتردد المكاني قدرها 3.1711 ، وتقدم DCTah أعلى قيم للتردد المكاني ولكن بقيم قريبة جداً من قيم الطريقتين الباقيتين.



الشكل (11): علاقة نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثانية.

ثالثاً: نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى:

يبين الشكل (11) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى مع حجم كتلة البكسلات عند تطبيق طرق الدمج الثلاثة على صور المجموعة الثانية حيث نلاحظ تفوق طريقة DCTma في قيم نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى ويقدم هذا دليلاً إضافياً لجودة الصور الناتجة عن تطبيق هذه الطريقة مقارنة مع الطريقتين الباقيتين، كما نلاحظ أيضاً عدم تأثر هذه الطريقة بحجم كتلة البكسلات المستخدم حيث تقدم قيمة ثابتة لنسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى وقدرها **41.6073 dB**.

رابعاً: صورة الخطأ:

يبين الجدول (1) صور الدمج الناتجة عن تطبيق تقنيات الدمج الثلاث على صور المجموعة الثانية، وكذلك صور الخطأ التي تبين الاختلاف بين صور الدمج والصورة المرجعية وذلك من أجل حجم كتلة بكسلات مساوٍ لـ 8x8، ومرة أخرى تؤكد هذه النتائج تفوق طريقة الدمج DCTma على الطريقتين الباقيتين فهي تنتج صور دمج أكثر وضوحاً، وبالنتيجة تتضمن صور الخطأ الخاصة بها تفاصيل ومعلومات أقل مما تتضمنه صور الخطأ الخاصة بالطريقتين الباقيتين.

الجدول (1): صور الدمج والخطأ الناتجة عن تطبيق طرق الدمج الثلاث على مجموعة الصور الثانية عند حجم كتلة بكسلات 8x8 .

طريقة الدمج	صورة الدمج	صورة الخطأ
DCTav		
DCTma		



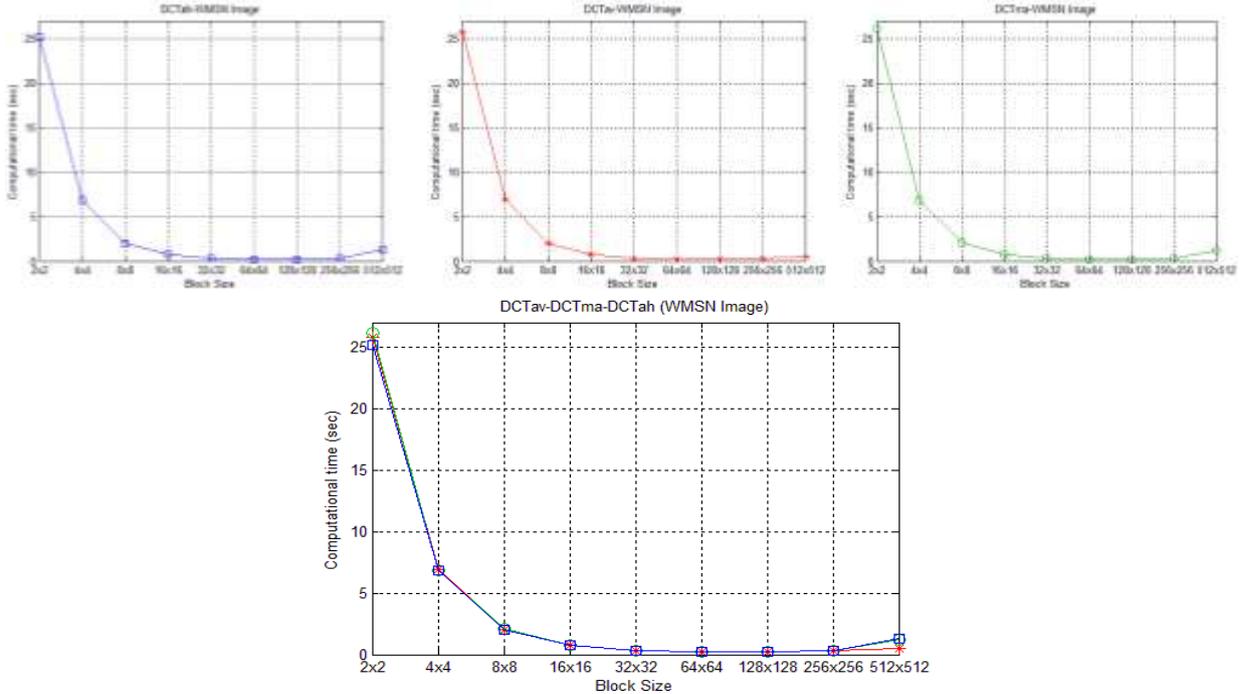
5-2-3. المجموعة الثالثة من الصور الملتقطة من عقدة حساسة داعمة للوسائط المتعددة:

يبين الشكل (12) الصورتين المراد دمجهما، وكذلك الصورة المرجعية لهما. حيث نجد تركيزين متباينين ومتعاكسين للجزأين العلوي والسفلي في الصورتين المراد دمجهما.



الشكل (12): صور المجموعة الثالثة.

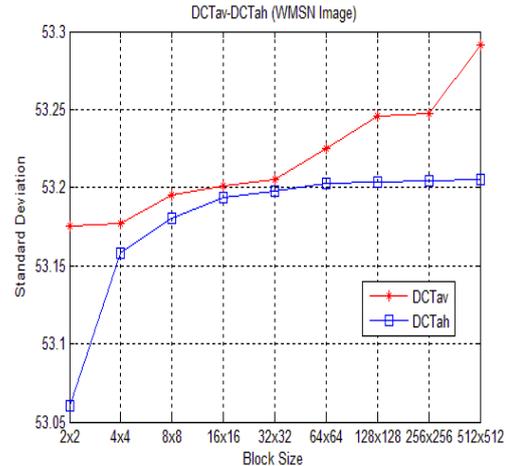
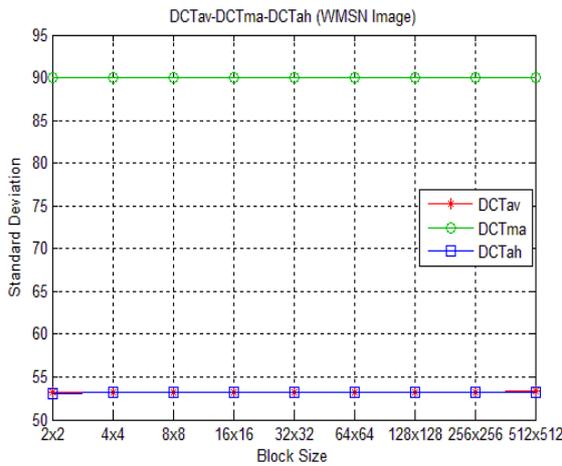
قبل دراسة بارامترات تقييم أداء طرق الدمج الثلاث ونظراً لخصوصية شبكات WMSN ومحدودية مواردها، تمت دراسة تعقيد طرق الدمج المطبقة على صور المجموعة الثالثة الملتقطة من عقدة حساسة من خلال تحديد بارامتر الزمن الحسابي Computational Time الذي يتطلبه كل طريقة، وكانت النتائج أن الطرق الثلاث تتطلب أزمنة تطبيق متقاربة جداً كما هو مبين في الشكل (13).



الشكل (13): الزمن الحسابي الذي يتطلبه تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الثالثة.

أولاً: الانحراف المعياري:

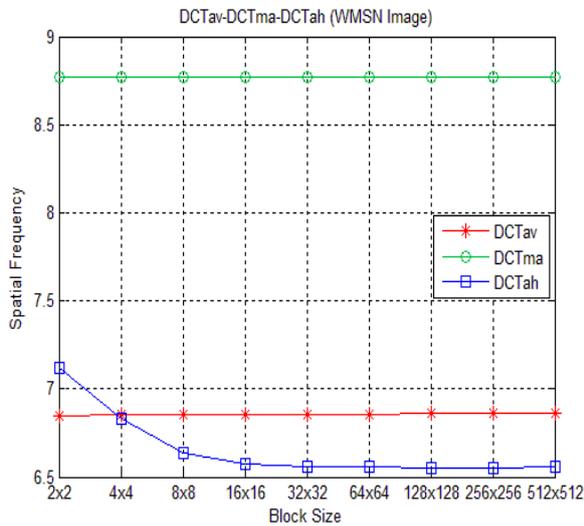
يبين الجزء الأيسر من الشكل (14) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الثالثة. نظراً لتقارب قيم الانحراف المعياري للطريقتين DCTav و DCTah تم توضيح المنحنيين البيانيين لهما في الجزء الأيمن من الشكل (14) حيث نلاحظ زيادة الانحراف المعياري مع زيادة حجم كتلة البكسلات المستخدم، بينما ومن أجل طريقة DCTma فلا يتأثر بارامتر الانحراف المعياري بحجم كتلة البكسلات المستخدم ويبقى ثابتاً عند القيمة **90.0231**، وهي أعلى من قيمه عند تطبيق الطريقتين الباقيتين، لذا تعد طريقة الدمج DCTma أكثر الطرق الثلاث جودةً من حيث وضوح الصورة الناتجة عن الدمج.



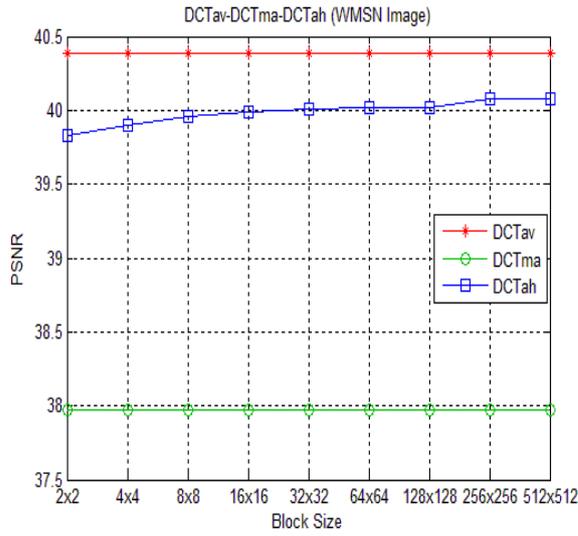
الشكل (14): علاقة الانحراف المعياري مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثالثة.

ثانياً: التردد المكاني:

يبين الشكل (15) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الثالثة. نلاحظ تأثر كل من الطريقتين DCTav و DCTah بحجم كتلة البكسلات، بينما لا تتأثر طريقة الدمج DCTma بذلك وتقدم قيمة ثابتة قدرها **8.7729** هي أعلى من قيم التردد المكاني للطريقتين الباقيتين، لذا فهي مرة أخرى تعد أكثر الطرق الثلاث جودةً من حيث سوية النشاط للصورة الناتجة عن الدمج.



الشكل (15): علاقة التردد المكاني مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثالثة.



الشكل (16): علاقة نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى مع حجم كتلة البكسلات من أجل طرق الدمج الثلاث والمطبقة على صور المجموعة الثالثة.

ثالثاً: نسبة الإشارة إلى الضجيج

العظمى:

يبين الشكل (16) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى مع حجم كتلة البكسلات وذلك عند تطبيق طرق الدمج الثلاث على صور المجموعة الثالثة حيث نلاحظ تفوق طريقة DCTav تليها طريقة DCTah لتقدم طريقة DCTma أخفض القيم لنسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى مع عدم تأثر قيمها بحجم كتلة البكسلات المستخدم حيث تقدم قيمة ثابتة لنسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى وقدرها **37.9746 dB**.

رابعاً: صورة الخطأ:

يبين الجدول (2) صور الدمج الناتجة عن تطبيق تقنيات الدمج الثلاث على صور المجموعة الثالثة، وكذلك صور الخطأ التي تبين الاختلاف بين صور الدمج والصورة المرجعية وذلك من أجل حجم كتلة بكسلات مساوٍ لـ 8×8 ، وتبين هذه النتائج تفوق كل من طريقتي الدمج DCTav, DCTah على DCTma فهما تنتجان صور دمج أكثر وضوحاً، وبالنتيجة تقترب صور الخطأ الخاصة بهما من السواد أي تتضمن تفاصيل ومعلومات أقل.

الجدول (2): صور الدمج والخطأ الناتجة عن تطبيق طرق الدمج الثلاث على مجموعة الصور الثالثة عند حجم كتلة بكسلات 8×8 .

صورة الخطأ	صورة الدمج	طريقة الدمج
		DCTav
		DCTma



الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن وبعد ملاحظة نتائج المحاكاة السابقة التوصل إلى النقاط الآتية :

﴿تفوقت طريقة DCTma على الطريقتين الباقيتين من خلال أولاً تقديمها أفضل النتائج لبارامتر الانحراف المعياري من أجل مجموعات الصور الثلاثة، وثانياً تقديمها أفضل النتائج لبارامتر التردد المكاني من أجل مجموعتي الصور الأولى والثالثة، ويعود ذلك إلى طبيعة عمل هذه الطريقة في اختيارها لمعاملات AC العظمى من المعاملات المتقابلة في الصور المراد دمجها عند مختلف الترددات. لذا تقدم تلك القيم العظمى تباينات تجعل قيمة الانحراف المعياري أعلى على عكس القيم المتوسطة المعتمدة في الطريقتين الباقيتين.

﴿كان تفوق طريقة DCTma في قيم بارامتري الانحراف المعياري والتردد المكاني توفيقاً لافتاً، وذلك عند تطبيقها على صور ملتقطة من عقدة حساسة أي صور المجموعة الثالثة، مقارنة مع النتائج التي قدمتها عند تطبيقها على صور المجموعتين الأولى والثانية.

﴿تفوقت طريقة DCTma أيضاً على الطريقتين الباقيتين من خلال تقديمها أفضل النتائج لبارامترات تقييم الأداء التي تستوجب توافر الصورة المرجعية وهي نسبة الإشارة إلى الضجيج وصورة الخطأ وذلك من أجل مجموعة الصور الثانية، ولكنها قدمت نتائج أقل جودة لهذين البارامترين عند تطبيقها على صور المجموعة الثالثة أي الصور الملتقطة من عقدة حساسة داعمة للوسائط المتعددة.

﴿كانت نتائج الزمن الحسابي الذي يتطلبه تطبيق الطرق الثلاث على صور المجموعة الثالثة متقاربة جداً، لذلك يمكن اعتبار الطرق الثلاث على نفس الدرجة من التعقيد.

﴿أبدت طريقة DCTma عدم تأثير النتائج التي تقدمها بحجم كتلة البكسلات المستخدم، عدا الزمن الحسابي الذي أبدى منحىً متناقصاً بشكل عام مع زيادة حجم كتلة البكسلات المستخدم.

ويعد التدقيق في الاستنتاجات السابقة يوصى باستخدام طريقة DCTma في تطبيقات دمج الصور الملتقطة من العقد الحساسة الداعمة للوسائط المتعددة وذلك للأسباب الآتية:

أولاً: لقد قدمت هذه الطريقة أفضل النتائج عند تطبيقها على مجموعة الصور الملتقطة من العقدة الحساسة الداعمة للوسائط المتعددة، وذلك بالنسبة إلى بارامترات تقييم الأداء التي لا تستوجب توفر الصورة المرجعية، والتي تعد البارامترات الأكثر أهمية في تطبيقات شبكات الحساسات اللاسلكية، حيث لا تتوفر الصورة المرجعية في أغلب تطبيقات هذا النوع من الشبكات أو أنه وإن توافرت لا يتم إرسالها وذلك حفظاً لموارد الشبكة.

ثانياً: أبدت هذه الطريقة عدم تأثير النتائج التي تقدمها بحجم كتلة البكسلات المستخدم (عدا الزمن الحسابي)، لذا يمكن استغلال ذلك في اختصار الخوارزمية المتبعة وإلغاء مرحلة التقسيم إلى كتل بكسلات مما يخفض من تعقيد هذه

الطريقة ومن الزمن اللازم لتنفيذها على حدٍ سواء، وبالنتيجة يخفض ذلك من الأعباء على العقد الحساسة ذات الموارد المحدودة.

ثالثاً: لم تتطلب هذه الطريقة زمناً حسابياً أكبر مقارنة مع الطريقتين الباقيتين، لذا فهي لن تسبب زيادة الحمل الحسابي على العقد الحساسة رغم التفوق العام للنتائج التي قدمتها.

المراجع:

- [1] Prabhu T.N., Ranjeeth Kumar C., Mohankumar B., "Energy-efficient and Secured Data Gathering in Wireless Multimedia Sensor Networks", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. Vol. 2, Issue 2, p.p. 3073-3079, (2014).
- [2] Dang K., Sun H., Chanet J. P., Garcia-Vidal J., Barcelo-Ordinas J. M., Shi & K.M. Hou H.L., "Wireless Multimedia Sensor Network for plant disease detections". New Information Communication Science and Technology for Sustainable Development International Workshop, p.p.1-6, (2013).
- [3] Mohini K., Manoj D., "Survey on Energy Efficient Approach for Wireless Multimedia Sensor Network". International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT). Vol. 5 (4), p.p. 5517-5520, (2014).
- [4] Fuat A., Tommaso M., Kaushik R., "Wireless Multimedia Sensor Networks: Application And Testbeds". Proceedings of the IEEE. Vol.96, No.10, p.p. 1588–1605, (2008).
- [5] Hans-Joachim H., "Application of Sensor Networks". Springer, p.p.1-20, (2007).
- [6] Mehmet R. Yuce, Steven W. P. N., Naung L., Jamil Y., Khan L., "Wireless Body Sensor Network Using Medical Implant Band". Journal of Medical Systems. Vol.31. p.p.467-474, (2007).
- [7] Pejanovic M., Tafa1 Z., "A Survey of Military Applications of Wireless Sensor Networks". Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). p.p.196 – 199, (2012).
- [8] Fuat A., Tommaso M., Kaushik R., "A Survey On Wireless Multimedia Sensor Networks". Computer Networks (Elsevier) Journal. Vol. 51, p.p. 921–960, (2007).
- [9] ATIF S., Vidyasagar P., Elizabeth C., "Wireless Multimedia Sensor Network Technology:A Survey". 7th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN) IEEE.p.p.606-613, (2009).
- [10] Stephan L., Gilles R., Yacine D., "Hierarchical And Qos-Aware Routing In Multi-Tier Wireless Multimedia Sensor Network". 10th IEEE International Conference on Management of Multimedia and Mobile Networks and Services (MMNS'07), United States IEEE. Vol.4787.p.p.191-195, (2007).
- [11] Waltenege D., Christian P., " Fundamentals Of Wireless Sensor Networks Theory And Practice ". John Wiley & Sons Ltd, ISBN:978-0-470-99765-9, (2010).
- [12] Lee I., Shaw W., Fan X., "Guide To Wireless Sensor Networks, Computer Communications And Networks ". Chapter 22. Springer-Verlag, DOI: 10.1007/978-1-84882-218-4 22, (2009).
- [13] Boulanouar I., Rachedi A., Lohier S., Roussel G., "Energy-Aware Object Tracking Algorithm Using Heterogeneous Wireless Sensor Networks". IFIP Wireless Days Conference, p.p.1-6, (2011).

- [14] Denis R., Kassio M., Antonio A., Dionne M., Eduardo C., "*Recent Advances And Challenges In Wireless Multimedia Sensor Networks*", Chapter 4 of Book: *Mobile Multimedia - User and Technology Perspectives*, Publisher InTech, ISBN:978-953-307-908-0, (2012).
- [15] Poonia R., Singh D., Kumar A., "*Multimedia Data Navigation In Wireless Sensor Networks*". *International Journal of Computer Applications*. Vol. 31, p.p. 19 – 25, (2011).
- [16] Sung-Keun L., Jin-Gwang K. Chang-Ryul J., "*An Energy-Efficient QoS-aware Routing Algorithm for Wireless Multimedia Sensor Networks*", *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering* Vol.9, No.2, p.p.245-252, (2014).
- [17] Nawel A., Akkaya K., Yildiz E., "*Providing Multi-Perspective Event Coverage in Wireless Multimedia Sensor Networks*", 35th IEEE Conference on. p.p.464-471, (2010).
- [18] Mohamed Y., Kemal A., "*strategies and techniques for node placement in wireless sensor networks:A survey*" , *ScienceDirect* .vol.6. p.p. 621–655, (2007).
- [19] Ahmed A., Moustafa B., "*Data Fusion in WSN*". Springer, p.p.17-35,(2012).
- [20] Yebin CH., Jian Sh., SHeng Z., Linlan L., Limin S., "*Data Fusion in Wireless Sensor Network*", *Electronic Commerce and Security*, vol.2, p.p. 504-509, (2009)
- [21] Eduardo F.N., Antonio A.F.L., Alejandro C.F., "*Information Fusion For Wireless Sensor Networks: Methods, Models, and Classifications*", *ACM Computing Surveys*. vol.39, article 9, (2007).
- [22] Yui-Liang C., Hong-Hsu Y., "*MAC-Aware and Power-Aware Image Aggregation Scheme in Wireless Visual Sensor Networks*". *Journal of Sensors*.vol.2013, p.p.1-13, (2013).
- [23] Dong J., Dafang Z., Yaohuan H., Jinying F., "*Survey of Multispectral Image Fusion Techniques in Remote Sensing Applications*", *In Tech Open* , Rijeka, Croatia , pp. 1–22, (2011)
- [24] John- Lodewijk- Van G., Christine P., "*Review Article Multisensor Image Fusion in Remote Sensing: Concepts,Methods and Application*", *International Journal of Remote Sensing*.vol.19.p.p.823-854, (1998).
- [25] Pradip KS., Bhanu KN., "*A Survey On Data Fusion And Aggregation Technologies Of Wireless Multimedia Sensor Networks*",*International Journal of Current Research*. Vol.4, p.p.177–180, (2012).
- [26] Andrew B.W., "*Image Compression Using the Discrete Cosine Transform*", *Mathematical Journal*.p.p.81-88, (1994).
- [27] Higham D. J., Higham N. J., "*MATLAB Guide*". Siam, second edition edition, (2005).
- [28] <http://www.mathworks.com/matlabcentral/>.
- [29] Pradip KS., Bhanu KN., "*A Survey On Data Fusion And Aggregation Technologies Of Wireless Multimedia Sensor Networks*",*International Journal of Current Research*. Vol.4, p.p.177–180, (2012).
- [30] Sree R. Y., Kamesh R. N., "*Image Change Detection Using Wireless Sensor Networks*", *Proceedings of the 3rd IEEE international conference on Distributed computing in sensor systems, (DCOSS'07)*, p.p. 240-252, (2007).
- [31] Sicong Z., "*Pixel-Level Image Fusion Algorithms for Multi-Camera Image System*". Trace: Tennessee Research and Creative, p.p.1-82, (2010).
- [32] Rati K., "*Comprehensive and Comparative Study of Image Fusion Techniques*".

- International Journal of Soft Computing and Engineering*". Vol.3, p.p.300-304, (2013).
- [33] Kusum R., Reecha S., "*Study of Different Image fusion Algorithm*". *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol.3, p.p.288-291, (2013).
- [34] Shaveta M., Arpinder S., "*A Comparative Analysis of Different Image Fusion Techniques*". *IPASJ International Journal of Computer Science*. Vol.2, p.p.8-15, (2014).
- [35] Anitha s., "*Image Compression Using Discrete Cosine Transform & Discrete Wavelet Transform*". *International Jurnal of Scientific & Engineering Research*.Vol.2, p.p.1-6, (2011).
- [36] Naidu V.P.S., "*Discrete Cosine Transform based Image Fusion Techniques*". *Journal of Communication, Navigation and signal Processing*. Vol.1, p.p.35-45, (2012).
- [37] Naidu V.P.S., "*Novel Image Fusion Technique Using DCT* ", *International Journal of Computer Science and business Informatics*.Vol.5,No.1 p.p.1-17, (2013).