

تحسين نسبة ضغط الصور المجسمة باستخدام التحويل المويجي المتقطع

د. السموعل صالح*

م. رنيم اسماعيل**

(تاريخ الإبداع 23 / 4 / 2018 . قبل للنشر 5 / 6 / 2018)

ملخص

انتشر استخدام الصور المجسمة في مختلف مجالات الحياة، ونظراً لكونها تتألف من زوج من الصور ثنائية الأبعاد لذلك فهي بحاجة إلى ضعف عرض الحزمة المطلوب للإرسال وضعف المساحة اللازمة للتخزين، لذلك فإن ضغط الصور المجسمة يعدّ مجالاً بحثياً مهماً.

تم في هذا البحث تحسين نسبة ضغط الصور المجسمة بالاعتماد على التحويل المويجي المتقطع باستخدام زوج صورة مجسمة مرجعي. قدم البحث اختباراً لأداء (20) نوع مختلف من الموجات الأم مع أشهر تقنيات الترميز المعتمدة على التحويل المويجي وهي (EZW (Embedded Zerotree Wavelet و (SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees و (WDR (Wavelet Difference Reduction وذلك بغية اختيار الموجة الأم المثلى التي تحقق أفضل نسبة ضغط والموجة الأم المثلى التي تحافظ على أفضل جودة للصورة المستعادة بالإضافة إلى تحديد تقنية الترميز الأفضل المستخدمة مع الموجات السابقة. تم الاختبار باستخدام بارامتر نسبة الضغط وبارامتر الخطأ الوسطي التريبيعي وبارامتر نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى. قدم البحث مخططاً لضغط زوج الصورة المجسمة ضغطاً متناظراً. تمت عملية المحاكاة باستخدام MATLAB.

أظهرت النتائج أن الموجة الأم من النوع (bior3.1) حققت أفضل نسبة ضغط عند استخدامها مع تقنية الترميز (SPIHT)، ومن أجل تقنية الترميز ذاتها وجدنا أن الموجة الأم من النوع (db7) حققت أفضل جودة للصورة المستعادة. حقق المخطط المقترح زيادة في نسبة الضغط من أجل زوج الصورة المجسمة، حيث تجاوزت قيمة نسبة الضغط بعد تطبيق المخطط المقترح ضعف ما كانت عليه في الحالة الأولية قبل تطبيقه.

كلمات مفتاحية: الصور المجسمة، التحويل المويجي المتقطع، خوارزميات ضغط الصور المجسمة، نسبة الضغط.

* أستاذ، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا a.saleh@free.fr
** طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا

raneemismail90@gmail.com

Improving Stereoscopic Images Compression Ratio using Discrete Wavelet Transform

Dr. Al-Samawal Saleh*

**Eng. Raneem Ismail

(Received 23 / 4 / 2018 . Accepted 5 / 6 / 2018)

ABSTRACT

The use of stereoscopic images has spread in different fields of life, and because they consist of a pair of two-dimensional images, so they need twice the bandwidth required for transmission and twice the space needed for storage. Therefore, stereoscopic images compression is an important research area.

In this paper, the compression ratio of stereoscopic image was improved based on Discrete Wavelet Transform using a reference stereoscopic image pair. The research achieved a performance test of (20) different types of mother wavelets with the most famous wavelet encoding techniques: EZW (Embedded Zerotree Wavelet), SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees) and WDR (Wavelet Difference Reduction). In order to select the optimal mother wavelet that achieves the best compression ratio and the optimal mother wavelet that maintains the best quality of the reconstructed image as well as determining the best encoding technique used with the previous wavelets. We achieved the test using Compression Ratio (CR), Mean Square Error (MSE) and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) parameters. The research proposed a scheme for compressing stereoscopic image pair symmetrically. The simulation was performed using MATLAB.

The results showed that the mother wavelet (bior3.1) achieved the best compression ratio when used with (SPIHT). For the same encoding technique we found that the mother wavelet (db7) achieved the best quality of the reconstructed image. The proposed scheme achieved an increase in the compression ratio for the stereoscopic image pair, where the compression ratio after applying the proposed scheme was twice as high as before.

Keywords: stereoscopic images, Discrete Wavelet Transform, stereoscopic images compression algorithms, Compression Ratio.

* Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. a.saleh@free.fr

** Postgraduate student(M.A), Department of Communication and Electronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. raneemismail90@gmail.com

مقدمة:

ازداد استخدام تطبيقات معالجة الصورة في أيامنا هذه في المجالين المدني والعسكري، فظهرت كاميرات المراقبة والرادارات المرئية في المنشآت المهمة وأصبح من الضروري استخلاص أكبر قدر من المعلومات من الصور كتقدير أبعاد الأجسام وكشف حركتها لذلك بدأ الحديث عن الصور المجسمة. الصورة المجسمة هي الصورة الناتجة عن التقاط صورتين باستخدام كاميرتين للمشاهد نفسه من زاويتين مختلفتين ومن نقطة مشاهدة واحدة ثابتة. عندما تعرض الصورة المجسمة على المشاهد فإن العين اليسرى ترى الصورة اليسرى، والعين اليمنى ترى الصورة اليمنى، ويقوم الدماغ بجمع الصورتين وتفسير الاختلاف النسبي بينهما على أنه إدراك للعمق [1]. استخدمت تطبيقات الرؤية المجسمة خلال العمليات الطبية الجراحية وفي مجالات التسلية والترفيه كألعاب الفيديو كما تم الاستفادة منها ضمن برامج المحاكاة ذات التطبيق الميكانيكي أو الهندسي المعماري وفي عملية الرسم المساحي وأنظمة الاستشعار عن بعد وأنظمة استكشاف الفضاء وغيرها من التطبيقات... [2].

تواجه عملية تخزين الصور المجسمة ومشاركتها مجموعة من التحديات التي تعيق تطورها ونمو تطبيقاتها خاصة كون الصور المجسمة تتكون من زوج من الصور الأحادية لذلك فهي بحاجة إلى ضعف عرض الحزمة المطلوب للإرسال وضعف المساحة اللازمة للتخزين. خلال تبادل بيانات الصور المجسمة نرغب باستخدام أقل ما يمكن من المساحة التخزينية على القرص الصلب بالإضافة إلى الحفاظ على جودة صورة مقبولة وزمن نقل صغير نسبياً، ولتحقيق المتطلبات السابقة إضافة إلى المتطلبات المتعلقة بسرعة وصلات الاتصالات المستخدمة حالياً تم طرح العديد من الأبحاث المتعلقة بتقنيات ضغط الصور المجسمة وخوارزمياتها. تصنف خوارزميات ضغط الصورة المجسمة في ثلاث فئات أساسية وهي: خوارزميات الضغط المتناظر وخوارزميات الضغط غير المتناظر وخوارزميات ضغط الصورة المرجعية وخريطة العمق [4] [3]. وسنعمد في بحثنا على خوارزميات الضغط المتناظر حيث سنقوم بتطبيق كمية الضغط نفسها على كل من الصورتين اليسرى واليمنى لزوج الصورة المجسمة وبالتالي محاولة الحصول على تشويه متساوٍ.

يعدّ التحويل المويجي المتقطع من أهم التحويلات المستخدمة في مجال معالجة الصورة الرقمية ويعرف بأنه تقنية رياضية يتم فيها تحليل إشارة معينة (أو تركيبها) باستخدام نسخ مختلفة موسعة (أو متقلصة) ومنقولة (أو مزاحة) من تابع أساسي يسمى الموجة الأم. يوجد العديد من عوائل الموجات التي يمكن استخدامها لإجراء التحويل المويجي المستمر والمنقطع وتتميز كل عائلة بمجموعة من الخصائص التي تميزها عن غيرها من العوائل [5]. سيتم في هذا البحث استخدام التحويل المويجي المتقطع ثنائي الأبعاد الذي يستخدم بنك مرشحات لتحليل الصورة إلى أربع مجموعات من المعاملات وهي المعاملات التقريبية (LL) ومعاملات التفاصيل الأفقية (HL) ومعاملات التفاصيل الشاقولية (LH) ومعاملات التفاصيل القطرية (HH). بتكرار عملية الترشيح أحادية المستوى يمكننا الحصول على عملية ترشيح متعددة المستويات. ويتم إنجاز هذه العملية بإسناد خرج معاملات التقريب (LL) إلى دخل بنك مرشحات آخر. ينشأ لدينا هنا مفهوم "عدد مستويات التحليل"

للإشارة إلى عدد مراحل الترشيح المستخدمة في تحليل الصورة [6]. تتبع مرحلة التحويل الموجي بعلميتي التكميم والترميز للمعاملات الموجية الناتجة.

أثبت [3] (Seuntiens et al, 2006) أن الضغط JPEG غير المتناظر لزوج الصورة المجسمة ينتج جودة صورة أقل مما هو عليه الحال في الضغط المتناظر، حيث طبقت خوارزمية JPEG وتم دراسة كيفية تأثير الجودة الكلية للصورة المجسمة باختلاف كمية الضغط كما تم تغيير العمق من خلال تغيير التباين بين الكاميرتين وأظهرت النتائج أن الجودة في الصورة المرزومة بشكل متناظر كانت أعلى من تلك المحصلة في الضغط غير المتناظر حتى عندما كان معدل البت المرمز من أجل الزوج المتناظر أقل من ذلك في غير المتناظر .

ركز [4] (Gorley et al, 2010) على ضغط الصورة المجسمة باستخدام خوارزمية JPEG ولكن السؤال الأهم المطروح من قبل هذه الدراسات كان متعلقاً بكمية الضغط الواجب تطبيقها، وبناء على النظريات المتعلقة بالكبت ثنائي العينية فقد أكدت الدراسات أن الإدراك المجسم لزوج الصورة المجسمة يكون مسيطراً عليه من قبل المركبات عالية الجودة. أظهرت نتائج قيم بارامتر نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى أنه من أجل ضغط الصورة المجسمة باستخدام JPEG فإنه ينصح باستخدام خوارزميات الضغط المتناظر .

قدم [7] (Barbhuiya et al, 2014) مقارنة بين أداء كل من التحويل التجيبي المتقطع (Discrete Cosine Transform DCT) والتحويل الموجي المتقطع (Discrete Wavelet Transform DWT) في مجال ضغط الصورة ثنائية الأبعاد. أثبتت هذه الدراسة أن التحويل الموجي المتقطع يحقق أداءً أفضل من التحويل التجيبي المتقطع من أجل كل من بارامتر نسبة الضغط وبارامتر الخطأ الوسطي التريبي وبارامتر نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى.

وجد [8] (Wu et al, 2014) في دراسته المطبقة على صورة ذات تدرج رمادي بحجم (512*512) من أجل عدد من الموجات مع ثلاثة مستويات تحليلية أنه لمسألة اختيار نوع الموجة وعدد المستويات التحليلية الأثر الأهم على فعالية عملية الضغط وجودة الصورة المضغوطة ومن الواجب أن يتلاءم هذا الاختيار مع محتوى الصورة المراد ضغطها، كما أظهرت أن تقنيات الترميز المعتمدة على التحويل الموجي المتقطع أكثر كفاءة من منهجيات الضغط التقليدية المعتمدة على العتبة.

أثبت [9] (Dabas et al, 2015) قدرة التحويل الموجي المتقطع على التغلب على أهم مساوئ التحويل التجيبي المتقطع وهي ظهور تشوهات كبقع وظلال عند حدود الكتل في الصورة المستعادة بعد عملية فك الضغط .

أشار [10] (Setyaningsih et al, 2017) إلى أن أداء عائلة الموجات ثنائية التعامد (Biorthogonal) يعدّ أفضل نسبياً من أداء باقي عوائل الموجات.

1. أهمية البحث وأهدافه :

يكتسب البحث أهميته من ازدياد التوجهات الحديثة في الآونة الأخيرة لاستخدام الرؤية المجسمة في كثير من التطبيقات المدنية والعسكرية وذلك انطلاقاً من الأهمية الكبيرة للإدراك المجسم للعالم المحيط، لذلك كانت هناك حاجة متزايدة لإيجاد تقنيات ضغط فعالة تخفض تكاليف التخزين والإرسال وتحافظ على جودة صورة مقبولة

نسبياً. كما أن العديد من التقنيات استخدمت لعرض الصور والفيديو بطرق ثلاثية الأبعاد ومنها Holographic و Volumetric ولكن تقنية (Stereoscopic image/video) تبدو التقنية الأكثر استخداماً بالوقت الحاضر [11]. يهدف البحث إلى اختيار نوع معين من الموجات بحيث يناسب طبيعة الصورة المستخدمة ويحقق أفضل نسبة ضغط بالإضافة إلى اختيار التقنية الأفضل لترميز المعاملات الموجية. بالإضافة إلى اقتراح مخطط متكامل لضغط زوج الصور المجسمة ضغطاً متناظراً يعمل على تحسين نسبة الضغط عن النسب المحققة قبل تطبيقه.

2. طرائق البحث ومواده:

استخدم في البحث برنامج المصفوفات الشهير (MATLAB (R2013a المنفذ من قبل شركة (MathWorks) من أجل صياغة الترميزات البرمجية اللازمة لإنجاز هذا العمل مستفيدين من إمكانياته في مجال معالجة الصورة. اخترنا كنموذج لاختبار النتائج زوج صورة مجسمة ملون مرجعي وهو (Teddy). يعد هذا الزوج من أشهر الصور المجسمة المستخدمة كنموذج اختبائي في الأبحاث العلمية. تم تحميل زوج الصورة المجسمة من الموقع (<http://vision.middlebury.edu/stereo/data>) [12]. و تم اختبار النتائج باستخدام المعايير الموضوعية لتقييم فعالية وجودة خوارزمية الضغط وهي:

✓ بارامتر نسبة الضغط (CR) Compression Ratio ويحسب بالعلاقة الآتية من أجل الصورة اليمنى أو اليسرى للزوج المجسم:

$$CR = \frac{B_{org}}{B_{comp}} \quad (1) \quad [13]$$

حيث B_{org} هو عدد بتات الصورة الأصلية و B_{comp} هو عدد بتات الصورة المضغوطة. وبالتالي من أجل زوج الصورة المجسمة فإنه يحسب بالعلاقة الآتية:

$$CR_{pair} = \frac{B_{orgL} + B_{orgR}}{B_{compL} + B_{compR}} \quad (2)$$

حيث B_{orgL} هو عدد بتات الصورة الأصلية اليسرى و B_{orgR} هو عدد بتات الصورة الأصلية اليمنى، أما B_{compL} فيعبر عن عدد بتات الصورة المضغوطة اليسرى و B_{compR} يعبر عن عدد بتات الصورة المضغوطة اليمنى.

✓ بارامتر الخطأ الوسطي التربيعي (Mean Square Error (MSE) ويحسب بالعلاقة الآتية من أجل الصورة اليمنى أو اليسرى للزوج المجسم:

$$MSE = \frac{1}{M.N} \sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f(m,n) - f'(m,n)]^2 \quad (3) \quad [13]$$

حيث يمثل $f(m,n)$ بكسل الصورة الأصلية ويمثل $f'(m,n)$ بكسل الصورة المستعادة بعد فك الضغط، و M, N تمثلان عدد الأسطر والأعمدة في الصورة على التوالي. ومن أجل زوج الصورة المجسمة يحسب بالعلاقة الآتية:

$$[14] \quad MSE_{pair} = \frac{MSE_L + MSE_R}{2} \quad (4)$$

حيث يدل MSE_L على الخطأ الوسطي التريبي للصورة اليسرى من الزوج المجسم و يدل MSE_R على الخطأ الوسطي التريبي للصورة اليمنى من الزوج المجسم ذاته.

✓ بارامتر نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى (PSNR) Peak Signal to Noise Ratio ويحسب بالعلاقة الآتية من أجل الصورة اليمنى أو اليسرى للزوج المجسم:

$$[13] \quad PSNR(db) = 10 * \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (5)$$

ومن أجل زوج الصورة المجسمة يحسب بالعلاقة الآتية:

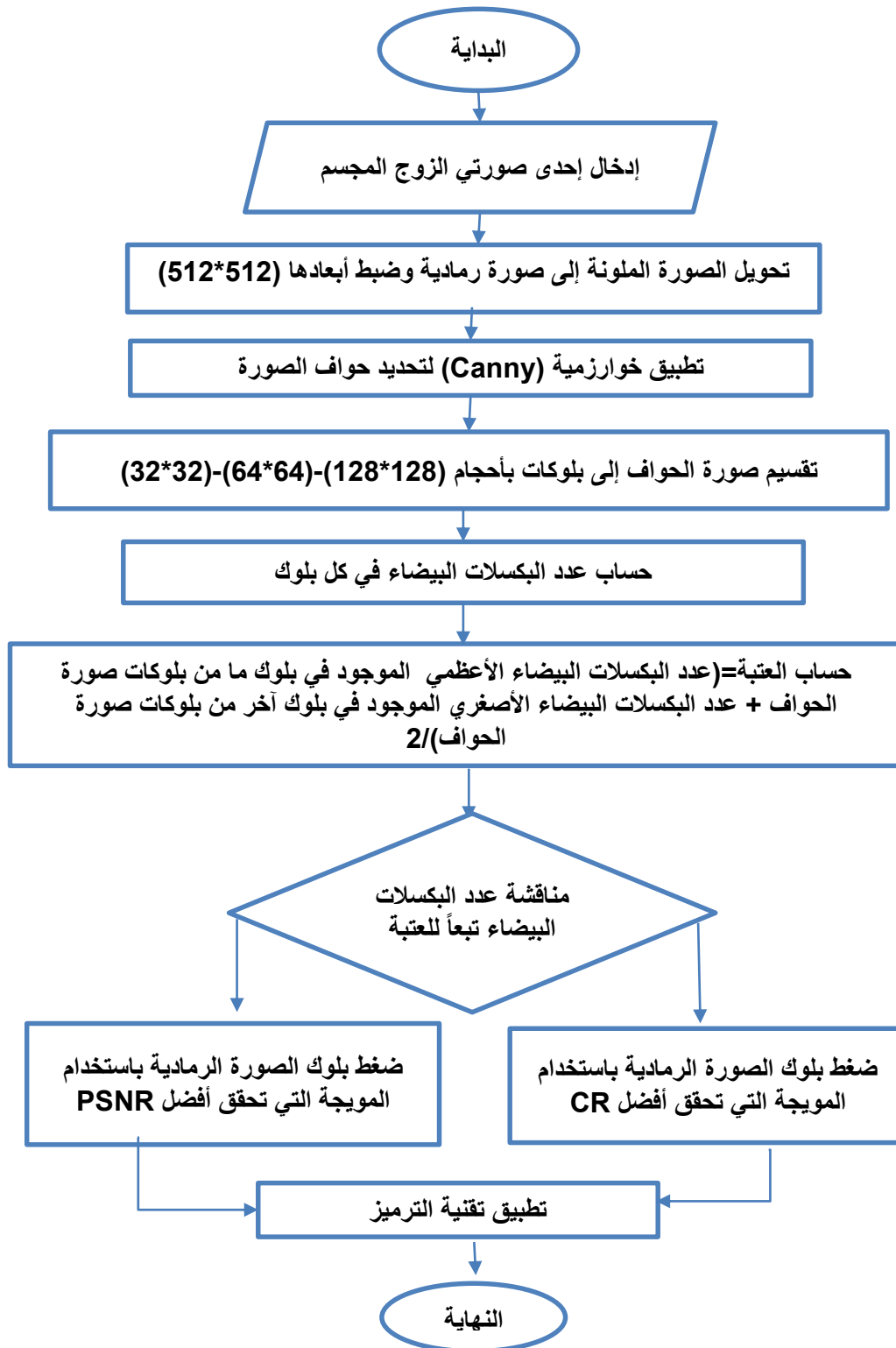
$$[15] \quad PSNR_{pair}(db) = 10 * \log_{10} \frac{255^2}{MSE_{pair}} \quad (6)$$

1.2. منهجية البحث:

ينقسم العمل إلى مرحلتين أساسيتين: المرحلة الأولى هي مرحلة الاختبار؛ والغاية الأساسية من هذه المرحلة هي اختيار الموجة الأم المثلى التي تحقق أفضل نسبة ضغط، والموجة الأم المثلى التي تحافظ على أفضل جودة للصورة المستعادة؛ بالإضافة إلى تحديد تقنية الترميز الأفضل المستخدمة مع الموجات السابقة. انطلاقاً من نتائج المرحلة الأولى تم اقتراح تطبيق مخطط لضغط زوج الصورة المجسمة ضغطاً متناظراً في المرحلة الثانية. في المخطط المقترح سيتم استخدام الموجة الأم التي حققت أفضل نسبة ضغط من أجل بلوكات الصورة التي تحوي على أقل قدر من التفاصيل، بينما سيتم استخدام الموجة الأم التي حافظت على أفضل جودة للصورة المستعادة من أجل بلوكات الصورة التي تحوي على أكبر قدر من التفاصيل، وفي الحالتين سيتم استخدام تقنية الترميز نفسها. ويتكون المخطط من المراحل الآتية:

- (a) تحويل الصورة الملونة إلى صورة ذات تدرج رمادي وضبط أبعادها لتصبح (512*512).
- (b) تتم عملية الكشف عن حواف الصورة باستخدام المرشح (Canny) لأنه يعطي أفضل النتائج مقارنة مع غيره من المرشحات [17] [16].
- (c) يتم تقسيم صورة الحواف الناتجة إلى بلوكات ولقد تم اختيار بلوكات بأحجام (128*128) و (64*64) و (32*32).
- (d) حساب عدد البكسلات البيضاء لجميع البلوكات ومن ثم يتم تصنيف البلوكات بالاعتماد على العتبة T.
- (e) يتم حساب العتبة بإيجاد عدد البكسلات البيضاء الأعظمي المتواجدة في بلوك ما من بلوكات الصورة مضافاً له عدد البكسلات البيضاء الأصغري المتواجدة في بلوك آخر من بلوكات الصورة وتقسيم الناتج على 2. وفقاً للنتيجة السابقة فإن البلوك الذي يحتوي على عدد بكسلات بيضاء أكبر من قيمة العتبة يوافق أحد بلوكات الصورة التي تحوي على قدر كبير من التفاصيل وبالتالي سنستخدم لأجله الموجة الأم التي حافظت على أفضل جودة للصورة المستعادة، أما البلوك الذي يحتوي على عدد بكسلات بيضاء أقل من قيمة العتبة فإنه يوافق أحد بلوكات الصورة التي تحوي على قدر قليل من التفاصيل وبالتالي سنستخدم لأجله الموجة الأم التي

حققت أفضل نسبة ضغط. وسيتم استخدام تقنية الترميز نفسها من أجل جميع البلوكات. يوضح الشكل (1) المخطط التدفقي لخوارزمية الضغط المقترحة من أجل كل من الصورة اليسرى والصورة اليمنى من الزوج المجسم:



3. النتائج والمناقشة:

اخترنا كنموذج لاختبار النتائج زوج صورة مجسمة ملون وهو (Teddy). تشترك الصورة اليسرى والصورة اليمنى للزوج المجسم بالامتداد png ويعمق البت (24 bit) والأبعاد (450*375 Pixels). يظهر الشكل (2) كل من الصورة اليسرى والصورة اليمنى للزوج المجسم:



(a):Left image



(b):Right image

الشكل (2): الزوج المجسم المرجعي Teddy

1.3. المرحلة الأولى: اختيار الموجة الأم المثلى وتقنية ترميز المعاملات الموافقة:

لتحقيق الغاية من هذه المرحلة قمنا بإجراء اختبار على الصورة اليسرى من زوج الصورة المجسمة المرجعي Teddy والموضح بالشكل (2). تم تطبيق ثلاثة مستويات تحليلية من التحويل المويجي المتقطع وذلك باستخدام (20) نوعاً مختلفاً من الموجات الأم وهي على التالي:

- Haar
- db 2,3,4,5,6,7,8,9,10
- bior1.1,1.3,1.5,2.2,2.4,2.6,2.8,3.1,3.3,3.5

تم اختبار جميع الموجات السابقة مع ثلاث من أهم تقنيات ترميز الصورة المعتمدة على التحويل المويجي وهي:

(EZW-SPIHT-WDR). تم تقييم أداء جميع الموجات مع التقنيات الثلاث باستخدام البارامترات الثلاثة (CR-MSE-PSNR).

توضح الجداول الثلاثة الآتية النتائج التي حصلنا عليها:

الجدول(1): نتائج تقنية الترميز EZW

Wavelet name	CR	MSE	PSNR
haar	1.3162	5.008	41.1342
db2	1.3934	3.1766	43.1112
db3	1.4235	6.6433	39.907
db4	1.4319	1.9982	45.1244
db5	1.431	1.4479	46.5234
db6	1.4379	5.1165	41.0411
db7	1.4323	1.1297	47.6011
db8	1.4311	6.2681	40.1594
db9	1.4291	4.45	41.6472
db10	1.746	2.9929	43.3699
bior1.1	1.3161	5.008	41.1342
bior1.3	1.2833	6.7853	39.8151
bior1.5	1.2674	4.5618	41.5394
bior2.2	1.5128	1.3821	46.7253
bior2.4	1.8313	2.2769	44.5574
bior2.6	1.8112	3.1292	43.1765
bior2.8	1.7954	1.8988	45.346
bior3.1	1.8988	3.507	42.6815
bior3.3	1.8875	1.8756	45.3995
bior3.5	1.8844	1.9952	45.1309

الجدول (2): نتائج تقنية الترميز SPIHT

Wavelet name	CR	MSE	PSNR
haar	2.2701	5.529	40.7043
db2	2.4834	3.7244	42.4203
db3	2.5503	7.1854	39.5663
db4	2.5742	2.5297	44.1001
db5	2.5848	1.9823	45.1591
db6	2.5933	5.6488	40.6112
db7*	2.5897*	1.6632*	45.9213 *
db8	2.5828	6.8025	39.8041
db9	2.5836	4.9844	41.1546
db10	2.6027	3.2059	43.0713
bior1.1	2.27	5.529	40.7043
bior1.3	2.2148	7.2814	39.5087
bior1.5	2.1928	5.054	41.0944
bior2.2	2.6757	2.0389	45.0369
bior2.4	2.6963	2.4966	44.1574
bior2.6	2.6707	3.3329	42.9025
bior2.8	2.6525	2.0908	44.9277
bior3.1*	3.6746*	6.3497*	40.1033 *
bior3.3	2.7625	2.1289	44.8493
bior3.5	2.7564	2.231	44.6458

الجدول(3): نتائج تقنية الترميز WDR

Wavelet name	CR	MSE	PSNR
haar	1.1247	5.008	41.1342
db2	1.2126	3.1766	43.1112
db3	1.2406	6.6433	39.907
db4	1.2471	1.9982	45.1244
db5	1.2475	1.4479	46.5234
db6	1.2496	5.1165	41.0411
db7	1.2453	1.1297	47.6011
db8	1.2431	6.2681	40.1594
db9	1.2401	4.45	41.6472
db10	1.5309	2.9929	43.3699
bior1.1	1.1247	5.008	41.1342
bior1.3	1.0991	6.7853	39.8151
bior1.5	1.0883	4.5618	41.5394
bior2.2	1.3306	1.3821	46.7253
bior2.4	1.6367	2.2769	44.5574
bior2.6	1.6173	3.1292	43.1765
bior2.8	1.6027	1.8988	45.346
bior3.1	1.6881	3.507	42.6815
bior3.3	1.6977	1.8756	45.3995
bior3.5	1.6918	1.9952	45.1309

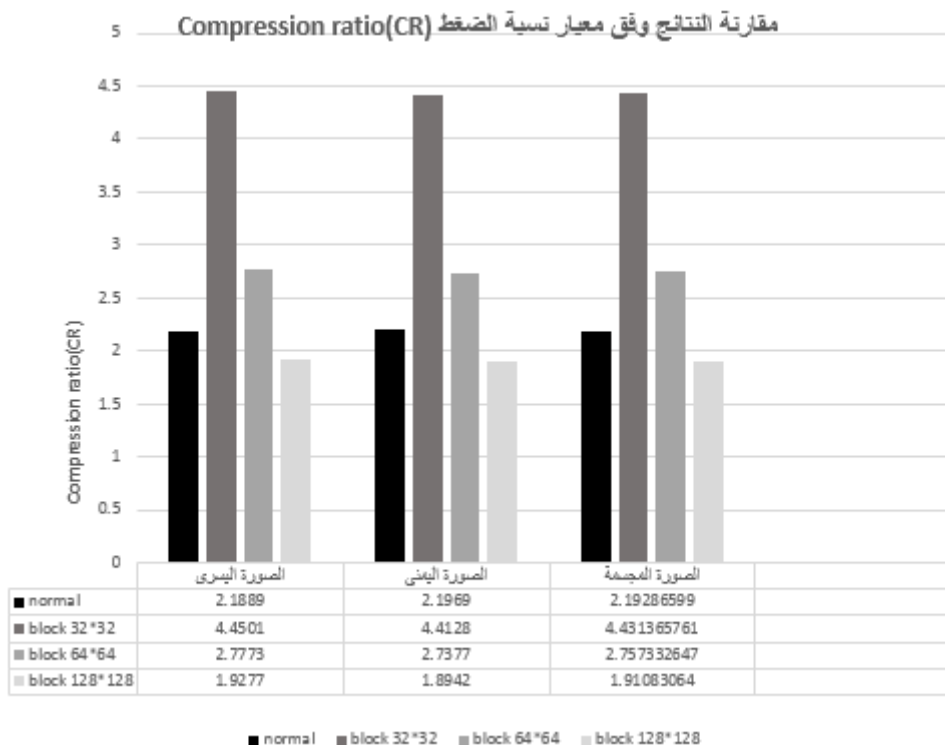
مناقشة:

نستنتج من النتائج الواردة في الجداول الثلاثة السابقة أن الموجة الأم المثلى التي حققت أفضل نسبة ضغط هي الموجة (bior3.1) عند استخدامها مع تقنية الترميز (SPIHT) ، ومن أجل تقنية الترميز ذاتها وجدنا أن الموجة الأم المثلى التي حافظت على أفضل جودة للصورة المستعادة هي الموجة (db7) وقد تم تمييز هذه الموجات بالرمز (*). يمكننا تفسير النتائج السابقة بوجود عدة عوامل مؤثرة؛ ومن أهمها نوع الموجة الأم المستخدمة. حيث يؤثر نوع الموجة على القيم الفعلية للمعاملات، وبالتالي عدد المعاملات التفصيلية الناتجة التي تملك قيمة صفرية أو قريبة من الصفر. كما يعدّ عدد مستويات التحليل عاملاً أساسياً حيث أنه مع زيادة

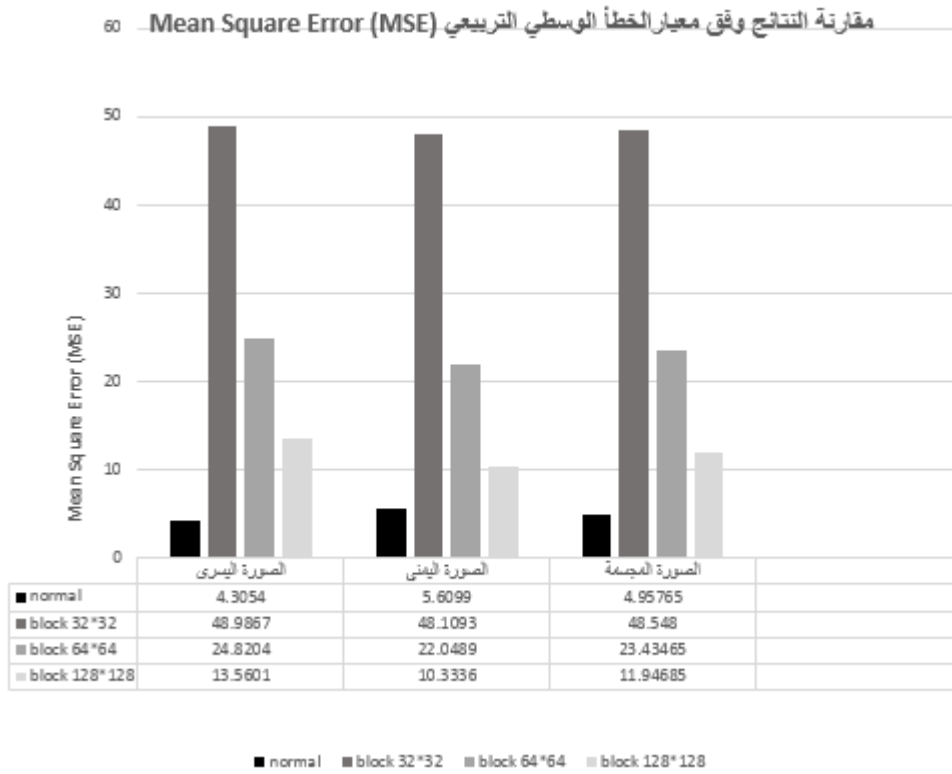
عدد مستويات التحليل تزداد نسبة الضغط ولكن تقل نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى أي تقل جودة الصورة المستعادة لهذا ينبغي اختيار عدد مستويات التحليل بدقة. كما تلعب تقنية ترميز المعاملات دوراً رئيسياً فكما وجدنا بمساعدة الدراسة الإحصائية أن تقنية الترميز SPIHT حققت أداءً أفضل ومعدلات ضغط أعلى من EZW & WDR حيث يمكن اعتبارها التقنية الأمثل للإرسال التعاقبي للصورة ويمكن من خلالها استعادة الصور بشكل أفضل مع أصغر خطأ وسطي تربيعي، بالإضافة للحصول على قيم عالية لبارامتر PSNR من أجل معدلات ضغط مختلفة.

2.3. المرحلة الثانية: تطبيق خوارزمية العمل المقترحة لضغط زوج الصورة المجسمة:

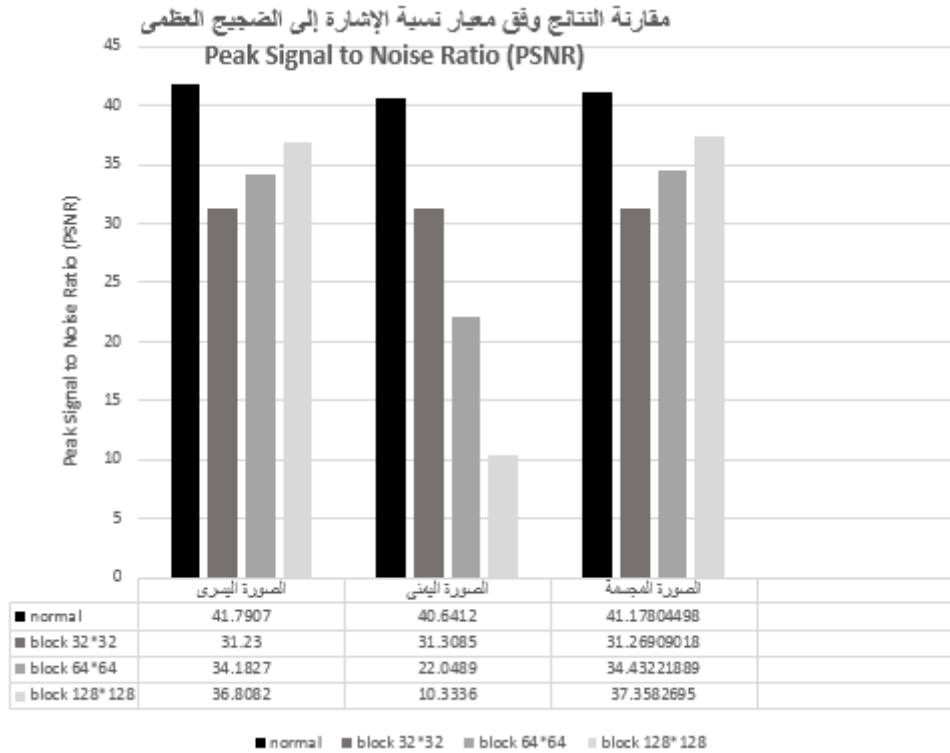
انطلاقاً من نتائج المرحلة السابقة قمنا باختبار فعالية المخطط المقترح حيث أوجدنا النتائج لكل من الصورة اليسرى والصورة اليمنى والزوج المجسم ككل وذلك من أجل البارامترات الثلاثة (CR-MSE-PSNR) لأربع حالات مختلفة وهي: نتائج الحالة الأولية عند تطبيق الموجة الأم (bior3.1) التي حققت أفضل نسبة ضغط باستخدام ثلاث مستويات تحليلية على كامل الصورة دون التقسيم إلى بلوكات مع تقنية الترميز (SPIHT)، والحالات الثلاث المتبقية هي نتائج تطبيق المخطط المقترح من أجل بلوكات بأحجام -64*64-32*32 (128*128). وكانت النتائج كمايلي:



الشكل (3): نتائج الزوج المجسم المرجعي Teddy من أجل بارامتر نسبة الضغط



الشكل (4): نتائج الزوج المجسم المرجعي Teddy من أجل بارامتر الخطأ الوسطي التربيعي



الشكل (5): نتائج الزوج المجسم المرجعي Teddy من أجل بارامتر نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى

مناقشة:

تظهر النتائج السابقة زيادة في نسبة الضغط من أجل الصورة المجسمة المدروسة بعد تطبيق السيناريو المقترح وعند استخدام بلوكات بأحجام $(32*32)$ و $(64*64)$ عن الحالة الأولية قبل تطبيقه. تحققت الزيادة الأعلى في نسبة الضغط عند تطبيقه مع بلوكات بأحجام $(32*32)$ حيث تجاوزت ضعف النسبة المحققة في الحالة الأولية وبشكل دقيق ازدادت بمقدار (2.24). ويمكننا تفسير النتيجة بأن تطبيق ثلاثة مستويات تحليلية على بلوك بحجم صغير $(32*32)$ يحقق المزيد من العزل الترددي لمكونات الصورة وبالتالي زيادة كمية المعاملات التفصيلية التي تملك قيمة صفرية أو قريبة من الصفر في الحزم الفرعية والتي تتطلب عدد بتات أقل عند التخزين والإرسال الأمر الذي يسبب زيادة في نسبة الضغط عند اختيار هذا الحجم للبلوكات بالمقارنة مع حالتي البلوكات بأحجام $(64*64)$ و $(128*128)$. رافق الزيادة في نسبة الضغط من أجل أحجام بلوكات $(32*32)$ زيادة في الخطأ الوسطي التريبي بمقدار (43.59)، كما رافقها نقصاناً في نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى بمقدار (9.91). تؤكد النتيجة السابقة على عدم حدوث تشوهات كبيرة في الصورة المستعادة بعد تطبيق المخطط المقترح حيث بقيت قيم البارامتر (PSNR) ضمن حدودها المثالية (20-40db) وذلك بسبب مراعاة المخطط المقترح لكل من بارامترتي نسبة الضغط ونسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى.

4. الاستنتاجات والتوصيات:

بعد دراستنا لنقاط هذا البحث ومن خلال التطبيق العملي لمرحلتيه وجدنا أن الموجة الأم المثلى التي تحقق أفضل نسبة ضغط هي (bior3.1) والموجة الأم المثلى التي تحافظ على أفضل جودة للصورة المستعادة هي (db7) بالإضافة إلى أن تقنية الترميز الأفضل المستخدمة مع الموجات السابقة هي (SPIHT). حقق مخطط الضغط المقترح زيادة في نسبة الضغط من أجل زوج الصورة المجسمة المرجعي المدروس عند تقسيم الصورة إلى بلوكات بأحجام (32*32) بالمقارنة مع الحالة الأولية قبل تطبيقه. بنهاية البحث نقترح تطبيق سيناريو العمل على قاعدة أوسع من الصور التي تملك طبيعة وخصائص مختلفة عن زوج الصورة المرجعي المستخدم في بحثنا. كما نقترح إجراء دراسة معمقة أكثر حول خوارزميات الضغط غير المتناظر وخوارزميات ضغط الصورة المرجعية وخريطة العمق وتطبيق المخطط المقترح خلالهما ومقارنة أدائه من أجل الفئات الثلاث لخوارزميات ضغط الصور المجسمة. كما تجدر الإشارة إلى وجوب دراسة بارامتر زمن التنفيذ وأخذه بعين الاعتبار لدراسة مدى فعالية استخدام المخطط المقترح مع تطبيقات الصور المجسمة الحساسة للزمن.

5. المراجع:

- [1] SHARMA, P. and CHITALIYA, N., *Obstacle Avoidance Using Stereo Vision: A Survey*. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 3, Issue. 1, January 2015.
- [2] BENOIT, A.; CALLET, P.; CAMPISI, P. and COUSSEAU, R., *Quality Assessment of Stereoscopic Images*. Hindawi Publishing Corporation EURASIP Journal on Image and Video Processing, Vol. 2008, Article ID 659024, 13 pages.
- [3] SEUNTIENS, L.; MEESTERS, L. and IJSSELSTEIJN, W., *Perceived Quality of Compressed Stereoscopic Images: Effects of Symmetric and Asymmetric JPEG Coding and Camera Separation*: ACM Transactions on Applied Perception, Vol. 3, No. 2, pp. 95-109, April 2006.
- [4] GORLEY, P. and HOLLIMAN, N., *Investigating Symmetric and Asymmetric Stereoscopic Compression using the PSNR Image Quality Metric*. Innovative Computing Group, School of Engineering and Computing Sciences, Durham University, United Kingdom, IEEE 2010.
- [5] STARK, H., *Wavelets and Signal Processing*. Springer, University of Applied Sciences, Germany, ISBN 3-540-23433-0.
- [6] GRGIC, S.; GRGIC, M. and CIHLAR, Z., *Performance Analysis of Image Compression Using Wavelets*. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, Vol. 48, No. 3, June 2001.
- [7] BARBHUIYA, A.; LASKAR, T. and HEMACHANDRAN, K., *An Approach for Color Image Compression of JPEG and PNG Images using DCT And DWT* . 2014 Sixth International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks IEEE, DOI 10.1109/CICN.2014.40.
- [8] WU, X.; HU, S.; LI, Z.; TANG, Z.; LI, J. and ZHAO, J., *Comparisons of Threshold EZW and SPIHT Wavelets Based Image Compression Methods*. TELKOMNIKA Journal of Electrical Engineering, Vol. 12, No. 3, March 2014, pp. 1895-1905.
- [9] DABAS, B. and ARORA, V., *Image Compression Using DCT and DWT* . International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 3, Issue. 6, June 2015.
- [10] SETYANINGSIH, E. and HARJOKO, A., *Survey of Hybrid Image Compression Techniques* . International Journal of Electrical and Computer Engineering , Vol. 7, No. 4, August 2017, pp. 2206-2214.
- [11] HOLLIMAN, S.; DODGSON, A.; FAVALORA, E. and POCKETT, L., *Three-Dimensional Displays: A Review and Applications Analysis*. IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 57, pp. 362-371, 2011.
- [12] www.vision.middlebury.edu/stereo/dataset Last visit at 25/3/2018.
- [13] SHI, Y., *Image And Video Compression For Multimedia Engineering Fundamentals, Algorithms And Standards*. Second Edition, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business , International

- Standard Book Number-13: 978-0-8493-7364-0 , 2008.
- [14] HUSSIEN, M., *Fast Stereo Images Compression Method based on Wavelet Transform and Two Dimensional Logarithmic (TDL) Algorithm*. Global Journal of Computer Science and Technology: Information & Technology, Vol. 17, Issue. 2, Online ISSN: 0975-4172& Print ISSN: 0975-4350, 2017.
- [15] KAA NICHE, M.; BENAZZA, A.; POPESCU, B. and PESQUET, B., *Vector Lifting Schemes for Stereo Image Coding*. IEEE Transactions on Image Processing, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Vol. 18, pp.2463-2475, 2009.
- [16] BHARDWAJ, S. and MITTAL, A., *A Survey on Various Edge Detector Techniques*. Procedia Technology 4, ELSEVIER Since Direct, 2012, pp. 220-226.
- [17] RASHMI.; KUMAR, M. and SAXENA, R., *ALGORITHM AND TECHNIQUE ON VARIOUS EDGE DETECTION: A SURVEY* : Signal & Image Processing : An International Journal, Vol. 4, No. 3, June 2013.