

الضغط التجزيئي للصور المجسمة باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM لتحصيل خريطة التفاوت

د. مريم ساعي *
د. السموعل صالح **
هبة حاتم ***

تاريخ الإيداع 5 / 3 / 2017. قُبل للنشر في 3 / 5 / 2017

□ ملخص □

نظرا للأهمية البالغة لضغط الصور المجسمة من جهة وبروز الهندسة التجزيئية كأحد أهم فروع العلم الحديث من جهة ثانية، قمنا في هذا البحث بتطبيق الضغط التجزيئي المعتمد على خوارزمية التقسيم باستخدام شجرة الأرباع وخوارزمية البحث العام من أجل ضغط مجموعة من أزواج الصور المجسمة. وبما أن الصورة المجسمة تتألف من صورتين اليمنى ويسرى. تم ضغط الصورة المرجعية (الصورة اليسرى) من الزوج المجسم ضغطا تجزيئيا في حين تم تخمين التفاوت باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و Semi Global (SGM)، وتم ضغط صور خرائط التفاوت المحصلة باستخدام هاتين الخوارزميتين باستخدام الضغط التجزيئي للصور المعتمد على طريقة التقسيم باستخدام شجرة الأرباع وخوارزمية البحث العام.

استخلصت الصورة اليسرى باستخدام خوارزمية فك الضغط التجزيئي وتم الاعتماد على الصورة اليسرى المستعادة وعلى خريطة التفاوت و صورة الخطأ المحصلة بين الصورة اليمنى الأصلية والصورة اليمنى المبنية انطلاقا من الصورة اليسرى وخريطة التفاوت في إعادة استعادة الصورة اليمنى (صورة الهدف). قيمت النتائج من خلال معيارين من معايير التقييم الموضوعي لجودة الضغط وهما الخطأ الوسطي التربيعي MSE ونسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى PSNR ومعيارين من معايير التقييم الموضوعي لكفاءة الضغط هما معدل الضغط CR و زمن الضغط ومقارنة النتائج مع الخوارزميات المرجعية لضغط الصور المجسمة وهي JPEG المعتمد على تحويل التجب المتقطع DCT و JPEG2000 المعتمد على تحويل الموجة المتقطع DWT.

الكلمات المفتاحية: الصور المجسمة، الضغط التجزيئي للصور، خريطة التفاوت، توقع التفاوت

* أستاذ مساعد - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية
** أستاذ - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية
*** طالبة دكتوراه - قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي - اختصاص الاتصالات المعلوماتية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Fractal Compression of Stereo Images Using Block Matching and SGM Algorithms to Obtain the Disparity Map

Dr.Mariam Saii*
Dr. AL Samaoual Saleh**
Heba Hatem***

(Received 5 / 3 / 2017. Accepted 3 / 5 / 2017)

□ ABSTRACT □

Considering the increasing importance of stereo image compression and Fractal geometry becoming one of the most important fields of modern science ,we applied fractal image compression based on quadtree portioning method and global search algorithm , on a group of stereo image pairs . As the stereo image consists of two planar images , left and right .Both the left image (reference image) and the disparity map between left and right images , were compressed using fractal compression . We applied both block matching algorithm and Semi Global Method (SGM)to obtain the disparity map.

The left image and the depth map were reconstructed using fractal decompression while the right image (target image) was reconstructed using the reconstructed left image , disparity map and the error image between the original right image and the reconstructed right image that was build from the left image and the disparity map .

The results were evaluated using quality objective measures which are MSE (Mean Square Error) and PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) and efficiency objective measures which are CR(Compression Ratio) and compression time . The results were compared with JPEG compression of stereo pairs based on Discrete Cosine Transform DCT and JPEG2000 compression of stereo pairs on stereo image based on Discrete Wavelet Transform DWT .

Key words: Fractal image compression , Stereo images , Disparity map , Disparity estimation

* Associate Professor –Computers and Automatic Control Department ,faculty of Mechanical and Electronic Engineering , Tishreen University – Lattakia- Syria

** Professor –Telecommunication and electronics Department ,faculty of Mechanical and Electronic Engineering , Tishreen University – Lattakia- Syria

*** Postgraduate student - Computers and Automatic Control Department ,Tele-informatics, faculty of Mechanical and Electronic Engineering , Tishreen University – Lattakia- Syria

مقدمة :

إن الصور الثابتة وسلاسل الصور الديناميكية هي نتيجة لعرض مشاهد العالم الواقعي ثلاثية البعد على مستويات ثنائية البعد وكنتيجة لذلك تفقد معلومات العمق في عناصر المشهد. وبوساطة مؤشرات حسية (CUES) كالظلال والحجم النسبي والحدة وعوامل المنظور وحركة الجسم والتجسيم ، يمكننا إعادة صياغة انطباع العمق من مشاهد العالم الحقيقي .

إن الحاجة إلى تصوير مجسم ثلاثي البعد أصبح أمراً متزايداً وذلك كون الصور المجسمة تؤمن واقعية الصور ثنائية البعد ويكون ثمن زيادة الواقعية هو مضاعفة حجم البيانات. ومع التطور الحالي الذي شهدته أجهزة الإظهار خلال السنوات الأخيرة لوحظ زيادة في طلب السوق على المحتوى المجسم ولتغطية المحتوى ثلاثي البعد فإننا بحاجة إلى إرسال وعرض مشهدين على الأقل من محتوى الصورة المجسمة. وهذا كله يؤدي إلى محدودية في عرض الحزمة للقنوات الموجودة ومحدودية وسائط التخزين وهنا تبرز الحاجة الملحة إلى ضغط الصور المجسمة. إن الصور المجسمة تحوي نوعين من الفائضية : inter image redundancy (الفائضية بين الصور) و intra image redundancy (الفائضية في الصورة) ، هذه الفائضية يمكن أن تستغل بكفاءة بواسطة تقنيات الضغط التجزيئي من أجل تقليل الكمية الإجمالية لبيانات الصورة مع الحفاظ على جودة بمستوى مطلوب.

أهمية البحث وأهدافه :

إن المساحة اللازمة لتخزين الرموز التجزيئية أصغر بكثير من المساحة اللازمة لتخزين بيانات الصورة كما هي. إضافة إلى أن الضغط التجزيئي غير متناظر حيث تعتبر هذه الخاصية شديدة الأهمية في حال إرسال الصور عبر الإنترنت، حيث أن الصورة المرمزة تجزيئياً تتطلب تمثيلاً ذو حجم أقل من خوارزميات الضغط الأخرى وبالتالي زمن الإرسال وفك الضغط أقل بكثير. علاوة على ماسبق فإن خاصية التضخيم التجزيئي أو الاستكمال التجزيئي تحسن الصور المضغوطة تجزيئياً من ظهور عيوب الصورة الناتجة عن تكبيرها. يهدف هذا البحث إلى تطبيق الضغط التجزيئي على الصور المجسمة بغية الاستفادة من الخصائص أنفة الذكر في ضغط الصور المجسمة خاصة وأن الأبحاث التي درست تطبيق الضغط التجزيئي على الصور المجسمة مازالت قاصرة ومحدودة.

طرائق البحث ومواده :

1- الصور المجسمة Stereo Images :

يشير مصطلح الرؤية المجسمة إلى إدراك العمق والبنى ثلاثية البعد المحصل على أساس المعلومات البصرية المأخوذة من كلتا العينين. ولأن عيون البشر ومعظم الحيوانات تتوضع على جانبي الرأس فإن الرؤية ثنائية العينية تؤدي إلى ظهور صورتين مختلفتين بشكل طفيف على شبكيتي العينين، ويكون هذا الاختلاف الطفيف موجود في الإزاحة الأفقية لعناصر المشهد في الصورتين، ويشار إلى هذه الإزاحة بالتفاوت ثنائي العينية binocular disparity. إن معالجة هذا التفاوت في العصب البصري في الدماغ يؤدي إلى إدراك العمق عند البشر [1][2]. وفي مجال الرؤية الحاسوبية يشير هذا المصطلح إلى نفس الاختلاف ولكن المحصل من كاميرتين بدلاً من العينين حيث وبدلاً من

المسافة بين العينين يوجد مسافة متغيرة بين كاميرتين تسمى بالخط الرئيسي baseline . يزداد التفاوت كلما زاد الخط الرئيسي بسبب زيادة الاختلاف بين مشهدي الكاميرتين عند زيادة الخط الرئيسي [3] عند تصوير صورة ثلاثية البعد يتم استخدام كاميرتين لالتقاط صورتين منفصلتين لنفس المشهد من زاويتين مختلفتين ومن نقطة مشاهدة واحدة ثابتة، وعندما تعرض هذه الصورة على شاشة ذات مستوي تجسيمي (plano- stereoscopic display)، فإن العين اليسرى لا ترى إلا الصورة اليسرى والعين اليمنى لا ترى سوى الصورة اليمنى ، ويقوم الدماغ بجمع الصورتين حتى يعطي إدراك العمق ، ويتم حاليا إدراك العمق في الصور المجسمة باستخدام شاشات تجسيمية أوتوماتيكية [3].

يشير مصطلح الصور المجسم إلى الصور المحصلة عند التقاط أو تركيب صورتين للمشهد نفسه ، بحيث يحصل إدراك العمق عند عرضهما على المشاهد [4]



الشكل (1) زوج صورة مجسمة مركبة بواسطة الحاسب

1-1- خريطة التفاوت Disparity map :

إن هدف المطابقة المجسمة هو إيجاد البيكسلات المتطابقة لصورتين المشاهد الأيمن والأيسر المشكلين لزوج الصورة المجسمة وتحفظ نتائج إيجاد البيكسلات المتطابقة في خريطة تفاوت. حيث يشير مصطلح التفاوت إلى المسافة الأفقية بين بيكسلين متطابقين . أما مصطلح خريطة التفاوت فإنه يشير إلى قيمة هذه المسافة الأفقية من أجل إحداثي كل بيكسل من بيكسلات الصورة. وبالتالي ينظر لخريطة التفاوت رياضيا على أنها التابع $d(x,y)$ لإحداثيات بيكسلات الصورة [5]

وتتعلق إحداثيات البيكسل في المشهدين الأيمن والأيسر المشكلين للزوج المجسم كالتالي [5]

$$x_{left} = x_{right} + d_{right}(x_{right}, y) \quad (1)$$

$$x_{search} = x_{ref} + s \cdot d_{ref}(x_{ref}, y) \quad s = \pm 1 \quad (2)$$

$$y = y_{left} = y_{right} \quad (3)$$

حيث يرمز كل من $d_{right}(x, y)$ و $d_{left}(x, y)$ إلى خرائط التفاوت للمشهدين الأيسر والأيمن للصور المجسمة.

2-3- المطابقة المجسمة Stereo correspondence :

إن الإشارات المجسمة تضيف مصدر آخر للفائضية بالمقارنة مع الفائضية ضمن الإطار الموجودة في الصور الثابتة والفائضية بين الأطر الموجودة في سلاسل الصور ، ويكون مصدر هذه الفائضية هو مشاهدة المشهد نفسه انطلاقا من منظورين مختلفين تسمى هذه الفائضية بالفائضية المجسمة ، نظريا يتم استغلال هذه الفائضية لأغراض الضغط . وإحدى طرق استغلالها هو تأسيس مناطق مطابقة بأحجام وأشكال محددة مسبقا (كتل أو عناصر أو مناطق) ومن ثم إرسال خرائط التفاوت ، مما يسمح بإعادة بناء أحد المشهدين انطلاقا من الآخر وتسمى استراتيجية التوقع هذه بتعويض التفاوت Disparity Compensation [6]. تعرف عملية المطابقة المجسمة بأنها عملية أخذ صورتين أو

أكثر وتوقع النموذج ثلاثي البعد للمشاهد من خلال إيجاد البيكسلات المتطابقة في الصورة وتحويل مواقعها ثنائية البعد إلى أعماق ثلاثية البعد [6]

من أجل إيجاد البيكسلات المتطابقة في الصورتين اليمنى واليسرى نحتاج إلى معيار تشابه، وقد جرت العادة على تسميته معيار عدم التشابه أو تابع الكلفة والذي يزداد كلما قل التشابه بين البيكسلين الذين تتم مقارنتهما. رياضياً يعبر عن كلفة المطابقة بالتابع $C(x, y, d)$ وذلك بالنسبة إلى الصورة المرجعية والتفاوت. وهو يعيد قيمة عدم التشابه من أجل الإحداثي (x, y, d) [7].

تم توظيف عدد كبير من معايير عدم التشابه خلال السنوات الأخيرة استخدم في هذا البحث معيار مجموع الكثافات المطلقة (Sum of Absolute Differences) SAD وهو يعطى بالمعادلة (4)[7]

$$C_{SAD}(x, y, d) = \sum_{(u,v)} |I_L(u, v) - I_R(u - d, v)| \quad (4)$$

حيث I_R و I_L هما الصورتان اليسرى واليمنى و (u, v) تنتمي إلى نافذة تحيط بالبيكسل ذو الإحداثي (x, y) . إن معظم خوارزميات المطابقة المجسمة لا تستخدم المعلومات اللونية الموجودة في النظام اللوني RGB وإنما تأخذ بعين الاعتبار فقط الكثافة I . ي المعادلات السابقة تعبر I عن قيمة الكثافة الوسطية و d عن التفاوت، ويتم الجمع على نافذة عادة تكون متمركزة حول البيكسل المراد إيجاد المطابق له. وتفترض المعادلات أيضاً أن المطابقات تتم عبر خط المسح v .

وإن إيجاد المطابق لبيكسل ما في الصورة اليسرى من الصورة اليمنى يتطلب حساب كلفة المطابقة وبحيث يكون التفاوت d متبايناً من قيمته الدنيا إلى قيمته العليا (عادة ما يعطى). ثم تعتبر الكلفة الأدنى هي الراجعة ويتم تحديد التطابق.

2-1- خوارزميات المطابقة المحلية Local Methods:

تحاول الخوارزميات المحلية أن تقوم بمطابقة نوافذ ثنائية البعد (كتل) في الصورتين اليمنى واليسرى باستخدام طريقة "الفائز يربح كل شيء" (Winner Take All) (WTA). وتختلف هذه الخوارزميات بالمعايير المستخدمة لحساب كلفة المطابقة ويبعد منطقة البحث عن البيكسل المدروس. ولا تسمى هذه الخوارزميات بالمحلية بسبب طريقة حلها لمشكلة المطابقة وليس بسبب طريقة حسابها لكلفة المطابقة وإنما تسمى بالمحلية لأنها لا تستخدم سوى المعلومات المحلية حول كل بيكسل. وهي بعكس الطرق العامة التي تسعى لتقليل طاقة النظام ككل إلى الحد الأدنى. فإن الطرق المحلية أسرع بكثير من الطرق العامة ولذلك فإنها شائعة الاستخدام بكثرة ومناسبة جداً لتطبيقات الزمن الحقيقي إلا أن خرائط العمق التي نحصل عليها من الخوارزميات المحلية تفقر إلى النعومة وتفشل في إيجاد التطابقات في المناطق ذات البنى الفقيرة والتكرارية [7].

2-1-1- خوارزمية مطابقة الكتل Block Matching algorithms :

يتم تقسيم الصورة اليسرى إلى كتل بحجم مثلاً 7×7 بيكسل ثم من أجل كل كتلة يتم البحث عن الكتلة الأكثر مطابقة في الصورة اليمنى و يتم تحديد الكتلة المطابقة التي تعطي أدنى كلفة باستخدام أحد معايير المطابقة.

2-2- خوارزميات المطابقة العامة Global Methods :

عندما يكون تابع الكلفة عاماً فهذا يعني أنه علينا تقييم كافة التفاوتات المحتملة لكل بيكسل وعلى عكس الطرق المحلية فإن الطرق العامة تهدف إلى تحديد كل التفاوتات لكل بيكسلات الصورة المرجعية بنفس الوقت. ويتم ذلك

بخفض تابع الطاقة إلى الحد الأدنى ويتألف تابع الطاقة المستخدم في المطابقة المجسمة إلى قسمين ، يتعلق الأول ببيانات المطابقة والثاني بالتنعيم [8] .

$$E(d) = E_{data}(d) + \lambda . E_{smooth}(d) \quad (5)$$

في المعادلة (5) تكون $d=d(x,y)$ هي خريطة التفاوت من أجل الصورة المرجعية وتكون λ هي بارمتر يستخدم من أجل تنعيم النتيجة النهائية. أما بالنسبة للقسم المتعلق بالبيانات عادة ما يكون مجموع الكلفات من أجل خريطة تفاوت معطاة [8]

$$E_{data}(d) = \sum_{(x,y)} C(x, y, d(x, y)) \quad (6)$$

يكون الوقت التقريبي اللازم لإجراء حساب التفاوت باستخدام هذه الخوارزمية مساويا مربع طول الصورة مضروبة بمربع عرضها مضروبا بعدد التفاوتات المحتملة لكل بيكسل مقدرا بالثانية [8] . وبسبب هذه الكلفة الزمنية العالية فقد اخترنا العمل على خوارزمية SGM في هذا البحث.

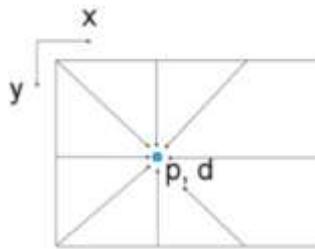
3-2- خوارزمية (SGM) Semi Global Method :

تجمع هذه الخوارزمية وبشكل ناجح مفاهيم خوارزميات المطابقة المحلية والعامية من أجل مطابقة على أساس البيكسل دقيقة ويزمن قليل. فهي تستخدم تابع كلفة مختلف قليلا من أجل معاقبة خطوات التفاوت الصغيرة والتي غالبا ما تكون جزءا من الأسطح المائلة أقل من الحالة التي يكون فيها عدم استمرارية ويعبر رياضيا عن تابع الكلفة لهذه الخوارزمية بالمعادلة (7) [8]

$$E(d) = \sum_p(C(p, dp) + \sum_{q \in Np} P1T[|dp - dq| = 1] + \sum_{q \in Np} P2T[|dp - dq| > 1]) \quad (7)$$

يقوم تابع الطاقة المستخدم في هذه الخوارزمية بتنعيم خريطة التفاوت عند حساب تابع الكلفة. حيث يعبر القسم الأول $\sum_p(C(p, dp)$ عن تابع الكلفة المحسوب على أساس البيكسل. أما القسم الثاني $\sum_{q \in Np} P1T[|dp - dq| = 1]$ فإنه يضيف عقوبة P1 على كل البيكسلات q في الجوار Np والتي من أجلها يتغير التفاوت قليلا، أما القسم الثالث فهو يضيف عقوبة تكيفية P2 من أجل تغيرات التفاوت الأكبر . إن إضافة العقوبة المنخفضة على تغيرات التفاوت القليلة تسمح بالتلاؤم مع الأسطح المائلة والمنحنيات . أما العقوبة الأكبر P2 فهي المفروضة على التغيرات الأكبر تسمح بالتكيف مع الانقطاعات وعدم الاستمرارية، ويشير T إلى تابع يعطي القيمة 1 إذا تحقق الشرط و 0 إذا لم يتحقق.

إن الفكرة الأساسية في هذه الخوارزمية هي أن الحسابات تتم عبر عدة مسارات عبر كل اتجاهات الصورة ، كما هو موضح في الشكل (2) ، حيث نلاحظ وجود ثمان مسارات من كل الاتجاهات تلتقي عند كل بيكسل ، حيث يحمل كل مسار معلومات عن الكلفة، حيث ومن أجل كل بيكسل وكل تفاوت يتم جمع الكلفات عبر هذه المسارات الثماني وبالتالي ومن أجل كل بيكسل يتم اختيار التفاوت ذو الكلفة الأقل [8]



الشكل(2)ثمان مسارات من اتجاهات مختلفة تلتقي عند كل بيكسل

3-الضغط التجزيئي للصور Fractal Image Compression :

يشير مصطلح ضغط الصورة إلى العملية التي يتم فيها تقليل حجم وكمية البيانات المستخدمة لتمثيل صورة معينة أي تقليل كلفة النقل والتخزين. أما عملية فك الضغط فهي العملية المعاكسة التي تقوم بإعادة بناء الصورة الأصلية انطلاقاً من الصورة المضغوطة. تقسم خوارزميات ضغط الصورة إلى صنفين أساسيين هما : خوارزميات الضغط بدون خسارة والتي تكون فيها الصورة المستخلصة بعد عملية فك الضغط نسخة طبق الأصل عن الصورة الأصلية ولكنها تحقق نسب ضغط منخفضة تتراوح بين 2:1 إلى 3:1. وخوارزميات الضغط مع خسارة والتي تكون فيها الصورة المستخلصة خلال عملية فك الضغط هي تقريب من الصورة الأصلية شريطة ألا يتم إدراك خسارة المعلومات من قبل المراقبين وقد زادت هذه الطرق نسب الضغط ولكن بقي الحفاظ على جودة الصورة موضوع بحث جاد[9].

يعرف الضغط التجزيئي بأنه خوارزمية ضغط ذات خسارة وهو عملية رياضية مستخدمة لترميز صور خرائط البت (bitmaps) كمجموعة من البيانات الرياضية التي تصف الخصائص التجزيئية للصورة. ويعتمد على فكرة أن كافة الصور تحتوي على فائض في المعلومات على شكل أنماط متكررة ومتشابهة تسمى الأجسام التجزيئية. تختلف تقنية الضغط هذه عن تقنيات الضغط الأخرى من خلال نظرية جديدة هي أن أجزاء معينة من الصورة مشابهة بشكل تقريبي لأجزاء أخرى من الصورة نفسها وهذا ما يسمى بالتشابه الذاتي (self-similarity) وتقتض أن جزءاً من الصورة يمكن أن يوصف بنسخة مقيسة من جزء آخر من الصورة بعد تطبيق عليه تحويل معين ، وانطلاقاً من هذا الافتراض يمكن معالجة الصورة وكأنها جسم تجزيئي(fractal) [10] .

3-1-أطوار الضغط التجزيئي Fractal Compression Phases :

3-1-1- طور التقسيم Portioning Phase :

يتم فيه تقسيم الصورة إلى كتل صغيرة الحجم غير متراكبة تسمى كتل المدى (range blocks Ri) تغطي كامل سطح الصورة ومن ثم يتم تقسيم الصورة إلى مجموعة من الكتل المتراكبة الأكبر حجماً تسمى كتل المجال (domain blocks Di) [11]. إن طريقة التقسيم المتبعة لرسم حدود كتل المدى هي إحدى العناصر الأساسية في عملية الضغط التجزيئي حيث أن الكثير من الخصائص المهمة مثل جودة الصورة المستخلصة وطول بنية الرمز التجزيئي وشكل التحويلات المطبقة على كتل المجال ونسبة الضغط وزمن الترميز كلها تتأثر باختيار خوارزمية التقسيم، هناك الكثير من الأبحاث التي درست طور التقسيم التجزيئي وقد اعتمدنا في هذا البحث على إحدى الطرق الهرمية وهي التقسيم باستخدام شجرة الأرباع .

3-1-1-1- التقسيم باستخدام شجرة الأرباع Quadtree Portioning Method :

يتراوح حجم كتل المدى في هذه الطريقة بين 8,12,16,24,32,48,64 بيكسل. وفيها يتم تقسيم الصورة إلى كتل ثابتة الحجم ومن ثم ومن أجل كل كتلة مدى تحاول الخوارزمية أن توجد كتلة المجال الأكثر مطابقة التي تعطي أصغر خطأ تراكمي ويكون هذا الخطأ أصغر من عتبة محددة مسبقاً ، فإذا انتهت هذه المحاولة بالفشل من أجل مجموعة من كتل المدى فإن الخوارزمية تعيد تقسيم هذه الكتل إلى أربعة أرباع مجدداً ويتم إعادة إجراء نفس عملية البحث من أجل الأرباع الجديدة الناتجة أي يتم البحث مجدداً عن كتل المجال التي تعطي أصغر الأخطاء وهكذا تكرر الخوارزمية عودياً حتى يصل العدد النهائي لكتل المدى إلى عدد معين أعظمي محدد مسبقاً.[12]

3-1-2- طور البحث عن التشابه الذاتي Self- Similarity Search Phase :

يتم في هذا الطور البحث من أجل عن بلوك المدى عن بلوك المجال الأكثر مطابقة وفق تحويل معين . تعددت الدراسات التي بحثت في خوارزميات البحث عن التشابه الذاتي للصورة وقد اخترنا في هذا البحث اعتماد خوارزمية البحث العام بسبب كونها أكثر الخوارزميات أمانة [13].

3-1-2-1- خوارزمية البحث العام Global Search Method :

تفترض هذه الخوارزمية أن كتلة المدى وكتلة المجال يمكن أن تتم مزوجتهما من خلال تحويل معين حتى لو وقعا في أجزاء مختلفة كلياً من الصورة . أي ، يتم أخذ كل كتل المجال بعين الاعتبار أثناء البحث عن كتل المدى المطابقة. إن التكلفة الزمنية عالية جداً ولكن هذه الخوارزمية تعطي أداءاً أمثلتي وفقداناً أصغري في المعلومات لأنه سوف يتم دوماً إيجاد التطابق الأمثل بين كتل المدى وكتل المجال [13].

3-1-3- طور كتابة الرمز التجزيئي Fractal Code Formation Phase :

حالما يتم إيجاد التطابق تقوم الخوارزمية بإنشاء وصف رياضي يحوي كل التعديلات بالإضافة إلى مواقع الأجزاء المطابقة والتحويلات المطبقة ومن ثم تخزين هذا الوصف الرياضي كبيانات [14] إذا كانت m_i ترمز إلى العملية التناظرية المطبقة على كتلة المجال . عندئذ فإن الرمز المرافق لتمثيل الصورة يتألف من مجموعة المترابطات البيانية التالية و ذلك من أجل كل كتلة مدى [15]:

$w_i = (e_i , f_i , m_i , o_i , s_i)$ حيث e_i, f_i تحددان موقع كتلة المجال ويحددان المعامل m_i العملية التناظرية المطبقة . والمعاملين o_i, s_i يحددان معاملي التقويس و الإزاحة .

النتائج والمناقشة :

تم الحصول على الصور المجسمة من [16] وهو موقع يحتوي على قاعدة بيانات تضم مجموعة معتمدة من الصور المجسمة متاحة للباحثين في مجال الرؤية الحاسوبية والمطابقة المجسمة. وتم استخدام مجموعة من أزواج الصور المجسمة بأحجام مختلفة موضحة في الجدول رقم (1) . يشير مصطلح الخط الرئيسي baseline الموجد في الجدول إلى المسافة بين مركزي الكاميرتين . يظهر الشكل (3) المشهدين الأيمن والأيسر المشكلين للصورة المجسمة scene أما من أجل بقية الصور المستخدمة في البحث فقد وضعنا فقط صورة المشهد الأيسر .

الجدول (1) الصور المجسمة المستخدمة وبارامتراتها الأساسية

Stereo Image Name	Size	Disparity Range (pixel)	Baseline (mm)
Scene	514*486 pixel	16	150
Australia	701*487 pixel	73	203.047
Bicycle	713*488 pixel	63	173.557
Classroom2	750 *474 pixel	153	237.604
Hoops	721*489 pixel	103	383.905
Livingroom	742*496 pixel	80	185.551
Newkuba	701*487pixel	143	203.047



الشكل (3) المشهدين الأيمن والأيسر المشكلين للصورة المجسمة scene



(4-b)

(4-a)

الشكل (4) (a) المشهد الأيسر من صورة australia و (b) المشهد الأيسر من صورة bicycle



(5-b)

(5-a)

الشكل (5) (a) المشهد الأيسر من صورة classroom و (b) المشهد الأيسر من صورة Hoops



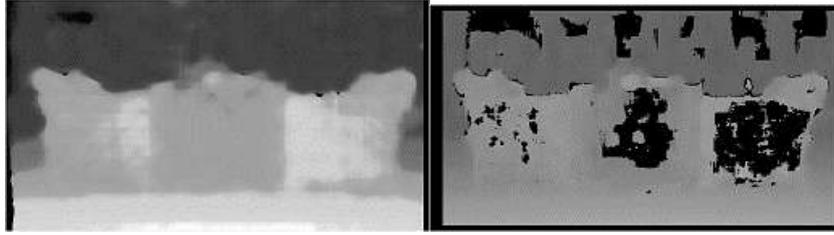
(6-b)

(6-a)

الشكل (6) (a) المشهد الأيسر من صورة livingroom و (b) المشهد الأيسر من صورة newkuba

1- الخطوة الأولى استنتاج خريطة التفاوت وفقا لخوارزميتي مطابقة الكتل و SGM:

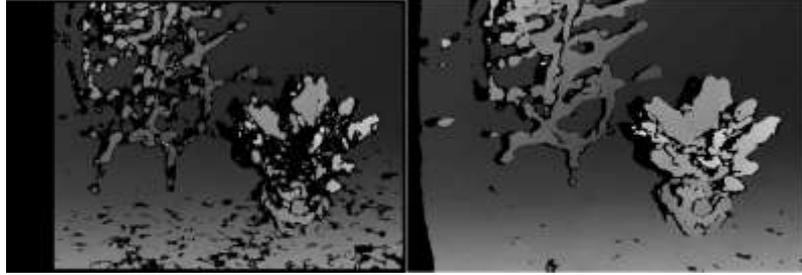
تم استخدام برنامج MATLAB2015 من أجل حساب خرائط التفاوت بين المشهدين الأيمن والأيسر المشكلين لكل زوج من أزواج الصور المجسمة المستخدمة في البحث وذلك باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل المحلية و خوارزمية SGM واعتمادا على الخصائص الموضحة في الجدول (1) وتظهر الأشكال التالية خرائط التفاوت التي حصلنا عليها :



(7-b)

(7-a)

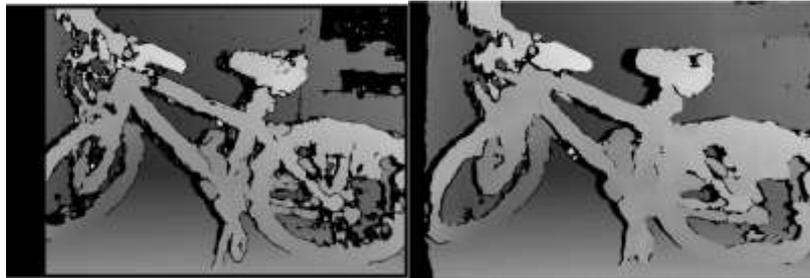
الشكل (7) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة scene



(8-b)

(8-a)

الشكل (8) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة australia



(9-b)

(9-a)

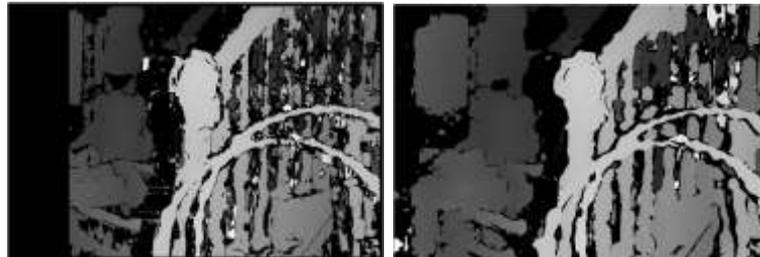
الشكل (9) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة bicycle



(10-b)

(10-a)

الشكل (10) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة classroom



(11-b)

(11-a)

الشكل (11) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة hoops



(12-b)

(12-a)

الشكل (12) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة livingroom



(13-b)

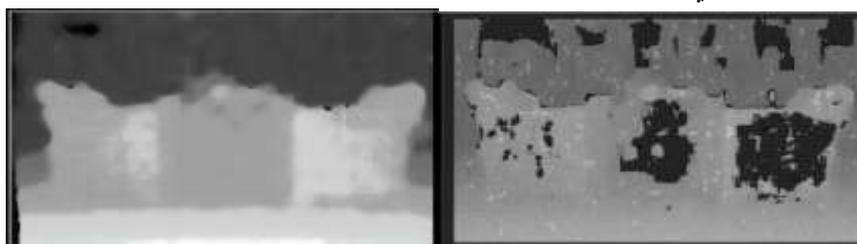
(13-a)

الشكل (13) (a) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية SGM (b) خريطة التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل لصورة newkuba

2- الخطوة الثانية تطبيق الضغط التجزيئي على الصورة اليسرى من الزوج المجسم وعلى

خرائط التفاوت :

تم تطبيق الضغط التجزيئي المعتمد على خوارزمية التقسيم باستخدام شجرة الأرباع و خوارزمية البحث العام من أجل ضغط كل المشاهد اليسرى وخرائط التفاوت لكافة الصور المجسمة المستخدمة في البحث، حيث استخدمت مكتبات لغة البرمجة JAVA الخاصة بالضغط التجزيئي للصور لهذه الغاية. ويظهر الشكلين (14) و(15) كل من المشهد الأيسر من الزوج المجسم SCENE وخرطتي التفاوت المحصلتين باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM وذلك بعد الاستخلاص أي بعد فك الضغط



(14-b)

(14-a)

الشكل (14) (a) خريطة التفاوت بواسطة خوارزمية SGM بعد فك الضغط (b) خريطة التفاوت بواسطة خوارزمية مطابقة الكتل بعد فك الضغط



(15-b)

(15-a)

الشكل (15) (a) الصورة الأصلية من المشهد الأيسر ل scene و (b) المشهد الأيسر بعد فك الضغط

تم استخدام بارامترتي الخطأ الوسطي التربيعي Mean Square Error ونسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى PSNR Peak Signal to Noise Ratio لقياس أمانة الضغط وهو يعني مدى تشابه الصورة الأصلية قبل الضغط مع الصورة المستخلصة بعد فك الضغط وتعطي المعادلتين (7) و(8) قيم هذين البارامترين [9]

$$MSE = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f(x, y) - f'(x, y)]^2 \quad (7)$$

$$PSNR(db) = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (8)$$

هناك عدة بارامترات تستخدم لقياس فعالية الضغط ويعتبر بارامتر نسبة الضغط (CR) Compression Ratio) أشهرها حيث أنه يصف قدرة خوارزمية الضغط المستخدمة على تقليل المساحة المطلوبة من أجل تخزين البيانات ويعطى بالعلاقة (9) [9]

$$CR = B_{org} / B_{comp} \quad (9)$$

حيث B_{org} عدد بتات الصورة الأصلية و B_{comp} عدد بتات الصورة المضغوطة . كما يؤدي بارامتر النسبة المئوية للضغط (نفس الوظيفة ويعطى بالعلاقة التالية) [9] :

$$CP = (1 - 1/CR) * 100\% \quad (10)$$

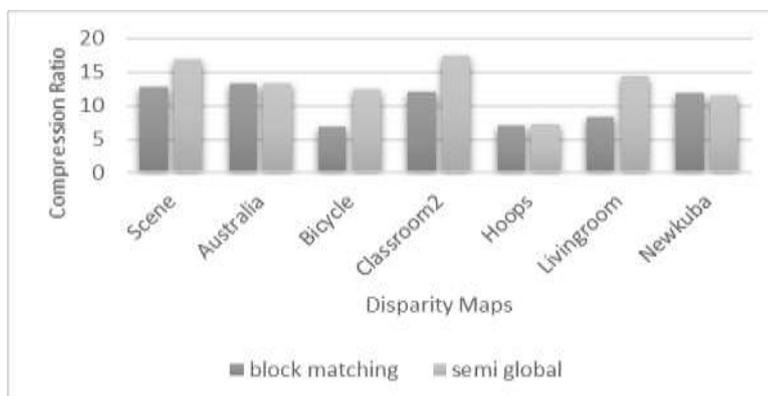
حيث يوضح الجدول (2) النتائج التي حصلنا عليها .

الجدول (2) نتائج الضغط التجزيئي لكل من المشاهد اليسرى خرائط التفاوت المحصلة باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل وخريطة التفاوت المحصلة باستخدام خوارزمية SGM لكافة الصور المجسمة المستخدمة في البحث وذلك من ناحيتي الكفاءة والأمانة

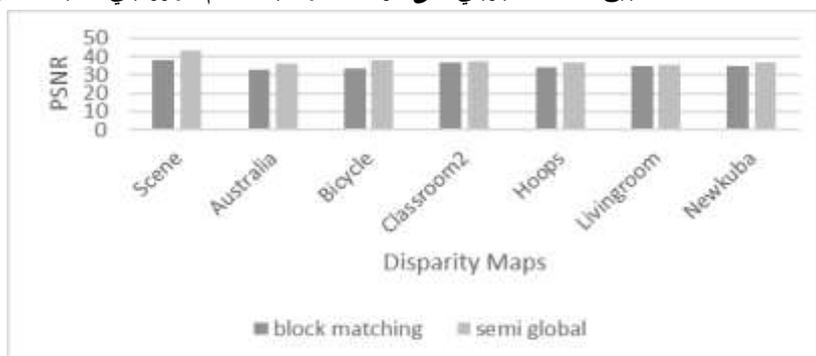
Image	PSNR	MSE	Compression time	CP	CR
Left scene of Scene	40.3312	6.0250	00:10:16	93.63	9.2944
Disparity map of scene Using BM	37.9896	10.3304	00:06:03	92.198%	12.818
Disparity map of scene Using SGM	43.6060	2.8345	00:06:10	94.085%	16.907
Left scene of Australia	29.9921	65.1439	00:09:51	89.59975	9.615
Disparity map of Australia Using BM	32.5867	35.8439	00:05:03	92.552	13.42
Disparity map of Australia Using SGM	35.9965	16.3466	00:04:07	92.505	13.343
Left scene of bicycle	31.8606	42.3661	00:04:59	89.319	9.362
Disparity map of bicycle Using BM	33.6026	28.3674	00:01:12	85.352	6.82
Disparity map of bicycle Using SGM	37.8716	10.6149	00:03:45	91.927%	12.387
Left scene of classroom	30.8528	53.4318	00:08:08	89.06	9.14
Disparity map of classroom Using BM	36.5428	14.4146	00:01:04	91.736	12.01
Disparity map of classroom Using SGM	37.3609	11.9397	00:00:54	94.260	17.42
Left scene of hoops	33.2647	30.6625	00:07:55	89.147	9.214
Disparity map of hoops Using BM	34.4926	23.1109	00:01:25	85.844	7.06

Disparity map of hoops Using SGM	36.5144	14.5092	00:10:25	86.07	7.18
Left scene of livingroom	31.335	47.8117	00:10:25	89.115	9.18
Disparity map of livingroom Using BM	34.5496	22.8149	00:01:19	87.882	8.25
Disparity map of livingroom Using SGM	35.3369	19.0279	00:03:11	93.051	14.391
Left scene of newkuba	33.1072	31.7955	00:08:58	89.285	9.333
Disparity map of newkuba Using BM	34.7945	21.592	00:01:15	91.589	11.89
Disparity map of newkuba Using SGM	36.8337	13.4807	00:00:49	91.349	11.56

يوضح الشكل (16) الفرق بين خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM عند تطبيق الضغط التجزيئي على خرائط التفاوت. حيث يبين أنه وعند تحصيل خريطة التفاوت بواسطة خوارزمية SGM فإن نسبة الإشارة إلى الضجيج تكون أعلى عند كافة نسب الضغط المحققة وهذا يعني أن أمانة الضغط تكون أعلى في حال تم استخدام خوارزمية SGM لتحصيل خريطة التفاوت ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن خرائط التفاوت المحصلة باستخدام SGM تكون أكثر نعومة واستمرارية من مثيلاتها المحصلة باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل مما يعني أن خرائط خوارزمية SGM تكون ذات تشابه ذاتي أعلى من خرائط خوارزمية مطابقة الكتل مما يعني أمانة أعلى للضغط التجزيئي. حتى أن معدلات الضغط المحققة عند تطبيق الضغط التجزيئي على خرائط الضغط المحصلة باستخدام خوارزمية SGM تصل إلى قيم لا تتحقق عند تطبيق الضغط على خرائط محصلة بواسطة خوارزمية مطابقة الكتل وهذا يعني أن الكفاءة تكون أعلى أيضا .



الشكل(16) معدلات الضغط عند تطبيق الضغط التجزيئي على خرائط التفاوت باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM



الشكل(17) نسب الإشارة إلى الضجيج عند تطبيق الضغط التجزيئي على خرائط التفاوت باستخدام مطابقة الكتل و SGM

3- الخطوة الثالثة استخلاص الصورة اليمنى انطلاقاً من الصورة اليسرى المستعادة ومن

خريطة التفاوت :

لتنك خريطة التفاوت $d(n1,n2)$ حيث $n1,n2$ فهرسي السطر و العمود في الصورة ، وبما أن خريطة العمق تحتوي على الإزاحات المكانية بين البيكسلات المتطابقة في زوج الصور المجسمة بالتالي فإن الاستخلاص الكامل للصورة اليمنى $X_{RR}(n1,n2)$ يتم تبعا للعلاقة التالية :

$$X_{RR}(n_1, n_2 - d(n1, n2)) = X_L(n1, n2) \quad (11)$$

ويسبب القفزات التي يمكن أن تحصل خلال عملية تخمين التفاوت مثلا عند حدود العناصر فإن الاستخلاص المثالي غير ممكن والخطأ الحاصل بين الصورة اليمنى الأصلية $X_R(n1,n2)$ والصورة المستعادة $X_{RR}(n1,n2)$ يمكن أن يكشف من خلال طرح على أساس البيكسل وذلك وفقا للمعادلة التالية :

$$X_E(n1, n2) = |X_R(n1, n2) - X_{RR}(n1, n2)| \quad (12)$$

وبالتالي يكون الحل هو إرسال صورة الخطأ من أجل حذف أخطاء الاستعادة $X_E(n1, n2)$ بالإضافة إلى الصورة اليسرى وخريطة .وتكون الصورة اليمنى المستعادة بشكل نهائي هي مجموع الصورة اليمنى المبينة انطلاقا من الصورة اليسرى وخريطة التفاوت و صورة الخطأ :

$$X_{FRR}(n1, n2) = X_{RR}(n1, n2) + X_E(n1, n2) \quad (13)$$

يوضح الجدول (3) والجدول(4) قيم معايير التقييم الموضوعي لكفاءة وأمانة الضغط وذلك لصور الخطأ بين الصور اليمنى الأصلية والصور اليمنى المبينة انطلاقا من الصور اليسرى وخرائط التفاوت وذلك عند تحصيل الخرائط بواسطة خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM .

الجدول(3) معايير التقييم الموضوعي لجودة وكفاءة الضغط التجزيئي لصور الخطأ في حال تحصيل خرائط التفاوت باستخدام SGM

Error image	CP%	CR	CT	PSNR	MSE
Scene	95.64	22.04	00:04:07	34.6312	22.3852
Australia	95.2248	20.95	00:03:21	37.6488	11.1840
Bicycle	97.548	40.7853	00:01:95	38.7575	8.6562
classroom	74.493	3.92	00:06:33	36.8162	13.5349
hoops	92.672	13.647	00:05:01	34.88	21.1001
living room	92.871	14.027	00:06:31	33.8185	26.9918
Newkuba	95.8825	24.2866	00:02:14	41.002	5.1624

الجدول(4) معايير التقييم الموضوعي لجودة وكفاءة الضغط التجزيئي لصور الخطأ

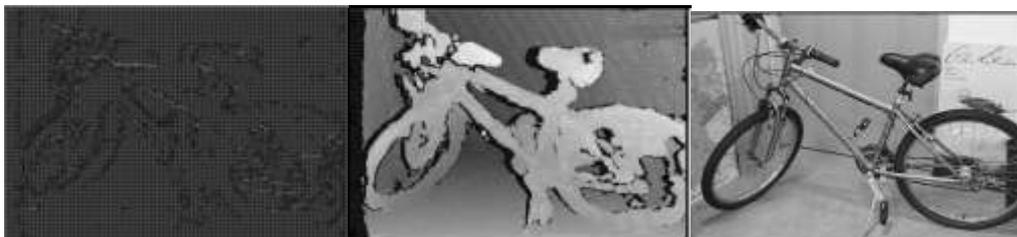
وذلك في حال تحصيل خرائط التفاوت باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل

Error image	CP%	CR	CT	PSNR	MSE
Scene	91.67	12.011	00:04:51	35.0331	20.4068
Australia	92.944	14.174	00:05:49	35.3449	18.9928
Bicycle	92.7955	13.88	00:07:24	36.1404	15.8138
classroom	94.6715	18.579	00:04:25	38.7633	8.6446
hoops	95.067	20.27	00:04:33	24.7483	217.8965
living room	94.706	18.89	00:04:09	37.4594	11.6718
Newkuba	95.694	23.2268	00:02:51	36.7582	13.7169

وبالتالي من أجل كل زوج مجسم يتم إرسال الصورة اليسرى وخريطة التفاوت وصورة الخطأ بين الصورة اليمنى الأصلية والصورة اليمنى المحصلة انطلاقاً من الصورة اليسرى وخريطة التفاوت وفقاً للمعادلة (13) ويوضح الشكل التالي الصور التي سيتم إرسالها من أجل كل زوج مجسم ولنأخذ مثلاً عنها الصورة المجسمة bicycle ، ونفس هذه الصور بعد فك الضغط.



الشكل (18) المشهد الأيسر و خريطة التفاوت باستخدام SGM من أجل الزوج المجسم bicycle قبل الضغط ،



الشكل (19) المشهد الأيسر و خريطة التفاوت باستخدام SGM وصورة الخطأ من أجل الصورة bicycle بعد فك الضغط،

. بالتالي للحصول على القيم النهائية لمعايير التقييم الموضوعية نطبق المعادلات التالية :

$$cr = (cr_{left} + cr_{disparity} + cr_{error})/3 \quad (14)$$

حيث cr_{left} و $cr_{disparity}$ و cr_{error} هي معدل الضغط لكل من الصورة اليسرى وصورة خريطة التفاوت و صورة الخطأ على الترتيب

$$psnr = (psnr_{left} + psnr_{disparity} + psnr_{error})/3 \quad (15)$$

حيث $psnr_{left}$ و $psnr_{disparity}$ و $psnr_{error}$ هي نسبة الإشارة إلى الضجيج العظمى لكل من من الصورة اليسرى و صورة خريطة التفاوت و صورة الخطأ على الترتيب

$$mse = (mse_{left} + mse_{disparity} + mse_{error})/3 \quad (16)$$

حيث mse_{left} و $mse_{disparity}$ و mse_{error} هي الخطأ الوسطي التربيعي لكل من الصورة اليسرى و صورة خريطة التفاوت و صورة الخطأ على الترتيب

$$CT = CT_{left} + CT_{disparity} + CT_{error} \quad (17)$$

حيث CT_{left} و $CT_{disparity}$ و CT_{error} هي الزمن المستغرق لضغط لكل من الصورة اليسرى و صورة خريطة التفاوت و صورة الخطأ على الترتيب.

يوضح الجدولان (5) و (6) النتائج النهائية لقيم معايير التقييم الموضوعي للصور المجسمة المستخدمة في البحث بعد تطبيق المعادلات (14) و (15) و (16) و (17) وذلك عند استخدام SGM ومطابقة الكتل كخوارزميات تعويض تفاوت

الجدول(5) القيم النهائية لمعايير التقييم الموضوعي لجودة وكفاءة الضغط التجزيئي عند استخدام SGM كخوارزمية تعويض تفاوت

Stereo image	CP	CT	CR	PSNR	MSE
Scene	90.42	00:20:26	16.1047	39.5228	10.4149
Australia	96.762	00:17:19	14.6360	34.5458	30.8915
Bicycle	95.132	00:10:31	20.8448	36.1632	20.5457
Classroom2	96.198	00:14:45	10.1600	35.0100	26.3021
Hoops	95.473	00:23:21	10.0137	34.8864	22.0906
Livingroom	96.80	00:20:17	12.5327	33.4940	31.2771
Newkuba	94.052	00:12:01	15.0599	36.9810	16.8129

الجدول(6) القيم النهائية لمعايير التقييم الموضوعي لجودة وكفاءة الضغط التجزيئي عند استخدام مطابقة الكتل كخوارزمية تعويض تفاوت

Stereo image	CP	CT	CR	PSNR	MSE
Scene	91.226	00:21:09	11.3983	37.7846	8.9234
Australia	91.937	00:21:11	12.4030	32.6412	43.9598
Bicycle	90.02	00:13:35	10.0207	33.8679	30.4264
Classroom2	92.448	00:13:37	13.2430	35.3863	31.3828
Hoops	91.79	00:14:28	12.1813	30.8352	25.2880
Livingroom	91.74	00:15:53	12.1067	34.4480	33.9679
Newkuba	93.25	00:05:31	14.8166	34.8866	23.4001

يبين الشكل(20) المشهد الأيمن من صورة Bicycle قبل الضغط وبعد أن تمت استعادته انطلاقاً من الصورة

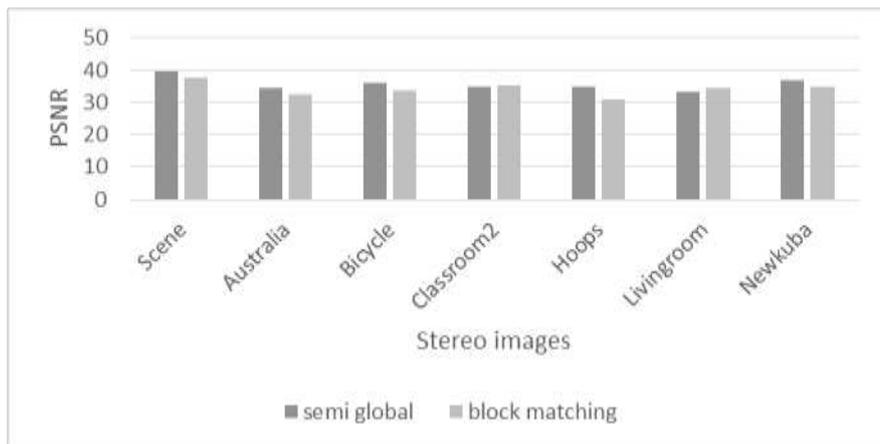
اليسرى وخريطة التفاوت وصورة الخطأ



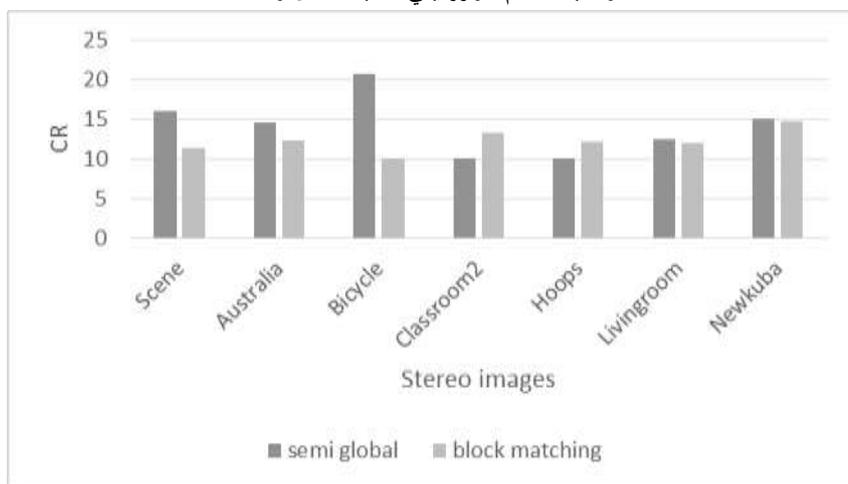
الشكل(20)المشهد الأيمن من bicycle قبل الضغط وبعد الاستعادة

يوضح الشكل (21) الفرق بين معدلات الضغط ونسب الإشارة إلى الضجيج النهائية المحققة عند تطبيق

الضغط التجزيئي على الصور المجسمة المستخدمة في البحث وذلك عند تحصيل خرائط تفاوت بواسطة خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM .



الشكل (21) نسب الإشارة إلى الضجيج النهائية المحققة عند تطبيق الضغط التجزيئي على الصور المجسمة وذلك عند تحصيل خرائط التفاوت باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM



الشكل (22) معدلات الضغط النهائية المحققة عند تطبيق الضغط التجزيئي على الصور المجسمة وذلك عند تحصيل خرائط التفاوت باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM

4- المقارنة مع JPEG و JPEG2000 :

تم ضغط أزواج الصورة المجسمة السابقة بواسطة خوارزميتي JPEG المعتمدة على تحويل التجب المنقطع DCT و JPEG2000 المعتمدة على تحويل الموجة المنقطع DWT عند نفس نسب الضغط . حيث تم ضغط كل من المشاهد اليسرى وخرائط التفاوت المحصلة في الخطوة الأولى وصور الخطأ المحصلة في الخطوة الثالثة على جهاز الحاسب نفسه وحسبت معايير التقييم الموضوعي تبعا للمعدلات (14) (15) (16) .

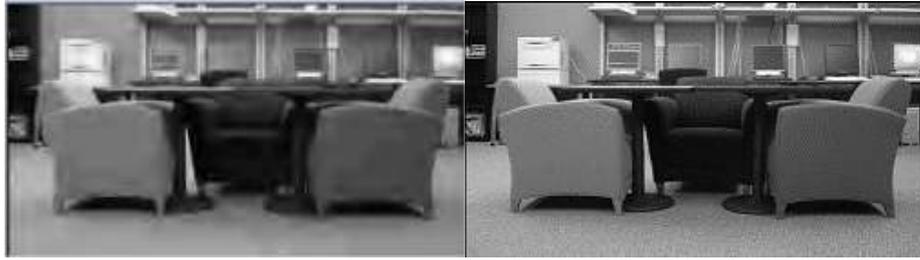


(23-b)

(23-a)

الشكل (23) (a) صورة المشاهد الأيسر المستخلصة بعد ضغطها باستخدام الضغط التجزيئي أ (b) فهي صورة المشاهد الأيسر المستخلصة بعد ضغطها باستخدام خوارزمية jpeg

يبين الشكل (24) الفرق بين صورتي المشهد الأيسر للزوج المجسم scene المستخلصتين (مفكوكتي الضغط) بعد تطبيق الضغط التجزيئي وبعد تطبيق jpeg2000 .

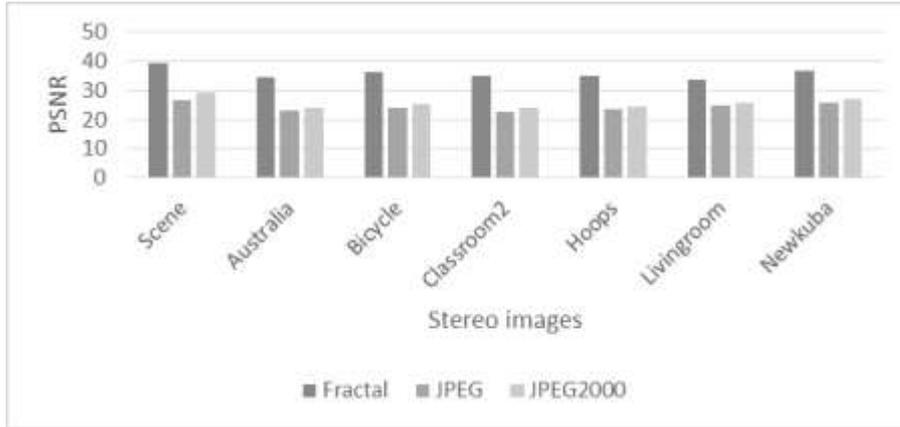


(24-b)

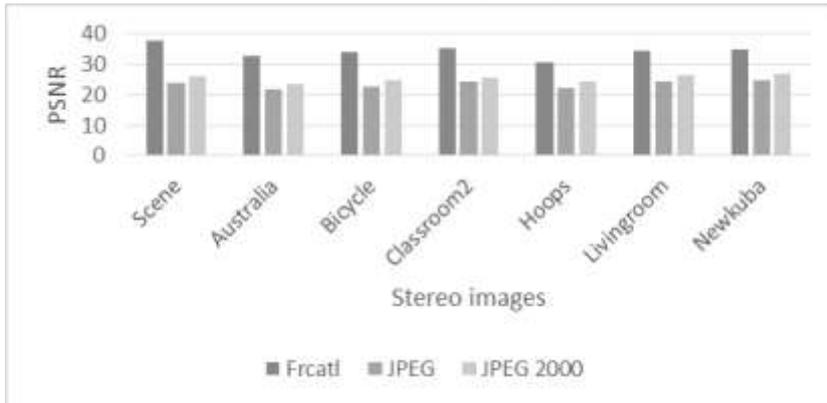
(24-a)

الشكل (24) صورة a المشهد الأيسر المستخلصة بعد ضغطها باستخدام الضغط التجزيئي (b) فهي صورة المشهد الأيسر المستخلصة بعد ضغطها باستخدام خوارزمية jpeg2000

تبين الاشكال التالية (25) و (26) الفروقات بين نسب الإشارة إلى الضجيج المحققة بعد تطبيق JPEG و jpeg2000 بنفس معدلات الضغط المحصلة عند تطبيق الضغط التجزيئي على كل من المشاهد اليسرى و خرائط التفاوت و صور الخطأ وذلك في حالتي تحصيل خرائط التفاوت باستخدام خوارزميتي مطابقة الكتل و SGM ،



الشكل(25) الفرق بين نسب الإشارة إلى الضجيج النهائية المحققة في الخوارزميات الثلاث و باستخدام SGM



الشكل(26) الفرق بين نسب الإشارة إلى الضجيج النهائية المحققة بين الخوارزميات الثلاث و باستخدام خوارزمية مطابقة الكتل

الاستنتاجات والتوصيات :

- 1- قدمت خوارزمية SGM تحسينا في نعومة واستمرارية خريطة التفاوت المحصلة بين المشهدين الأيمن والأيسر المشكلين للزوج المجسم .
- 2- حقق الضغط التجزيئي المعتمد على خوارزمية التقسيم باستخدام شجرة الأرباع وخوارزمية البحث العام عند تطبيقه على الصور المجسمة المأخوذة من قاعدة البيانات المذكورة نسب ضغط عالية تتراوح بين 89% و 95% وبمعدل ضغط وسطي قدره 14.193 عند استخدام خوارزمية SGM لتحصيل خريطة التفاوت و قدره 12.30 عند استخدام خوارزمية مطابقة الكتل لتحصيل خريطة التفاوت . مع الحفاظ على جودة وأمانة أعلى من المعدلات المتاحة في الخوارزميات المرجعية المعتمدة حيث تراوحت نسب الإشارة إلى الضجيج عند استخدام خوارزمية SGM بين 33.4940 و 39.5228 بمعدل وسطي قدره 35.8 وتراوحت بين 30.8352 و 37.7846 عند استخدام خوارزمية مطابقة الكتل وبمعدل وسطي قدره 34.2642
- 3-5- تفوق الضغط التجزيئي المعتمد على خوارزمية التقسيم باستخدام شجرة الأرباع وخوارزمية البحث العام عند تطبيقه على الصور المجسمة من ناحية الأمانة على خوارزمية JPEG المعتمدة على تحويل التجب المنقطع DCT حيث حقق أمانة أعلى بكثير عند نسب ضغط عالية حيث حققت خوارزمية jpeg عند استخدام خوارزمية مطابقة الكتل نسب إشارة إلى الضجيج تتراوح بين 21.677 و 24.677 بمعدل وسطي قدره 23.476 . بينما حققت عند استخدام خوارزمية SGM نسب تتراوح بين 23.03 و 26.566 وبمعدل وسطي قدره 24.37 .
- 4- تفوق الضغط التجزيئي المعتمد على خوارزمية التقسيم باستخدام شجرة الأرباع وخوارزمية البحث العام عند تطبيقه على الصور المجسمة من ناحية الأمانة على خوارزمية JPEG2000 المعتمدة على تحويل الموجة المنقطع DWT حيث حقق أمانة أعلى بكثير عند نسب ضغط عالية حيث تراوحت نسب الإشارة إلى الضجيج المحققة في خوارزمية jpeg 2000 عند استخدام خوارزمية مطابقة الكتل نسب إشارة إلى الضجيج تتراوح بين 23.43 و 27.03 بمعدل وسطي قدره 25.38. بينما حققت عند استخدام خوارزمية SGM نسب تتراوح بين 24 و 29.6 وبمعدل وسطي قدره 25.77
- 5- إن إرسال صورة الخطأ المحصلة بين الصورة اليمنى الأصلية والصورة اليمنى المبنية انطلاقا من الصورة اليسرى و خريطة التفاوت يزيد من أمانة استخلاص الصورة اليمنى لكنه يزيد في زمن الترميز .
- 6- من أجل تقليل الزمن اللازم لضغط الصور المجسمة وبنفس الوقت الاستفادة من خصائص الضغط التجزيئي المذكورة من أمانة عالية محققة عند نسب ضغط عالية نوصي باستخدام خوارزميات ضغط الصور المجسمة غير المتناظرة بحيث تقدم نسب ضغط عالية للصورة المرجعية من خلال ضغطها ضغطا تجزيئيا في حين تضغط الصورة الهدف باستخدام خوارزمية JPEG2000 ، وبنفس الوقت نتجنب التعقيد الحاصل عند تخمين التفاوت وحساب صورة الخطأ.

المراجع :

- [1] MENDIBURU, B. *Fundamentals Of Stereoscopic Imaging*. Digital Cinema Summit, Nab Las Vegas, April 18, 2009 ,1-3
- [2] PIRODDI, R .*Stereoscopic 3d Technologies*, Algorithm Engineer. Snell Ltd, April 2010,1-2
- [3] CHENG, Q ;CANG ,W . *Designing a communication system for IVAS Stereo Video Coding Based on H.264* , Electrical Engineering , Blekinge Institute of Technology ,May 2010,4-7
- [4] REGINALD,L ; LAGENDIJ ,K ; RUGGERO,E.H ; EMILE A. HENDRIKS , *STEREOSCOPIC IMAGE PROCESSING* . Delft University of Technology Department of Electrical Engineering, The Netherlands,2016,2
- [5] OLOFSSON, A.Ericsson Research, *Modern Stereo Correspondence Algorithms Investigation and evaluation* .Department of Electrical Engineering , Linköping University 2010 ,7
- [6] SZELISKI,R. *Computer Vision Algorithms and Applications*.1st ed, Springer, London, 2011, 979 .
- [7] OLOFSSON A, Ericsson Research, *Modern Stereo Correspondence Algorithms Investigation and evaluation*. Department of Electrical Engineering , Linköping University 2010 ,10-14
- [8] HIRSCHMÜLLER,H. *Stereo Processing by Semi-global matching and mutual information* , IEEE TPAMI, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2008,1-3
- [9] KAUR.R ; CHOUDHARY,P. *A Reviw of Image Compression Techniques* .International Journal of Computer Applications, (0975-8887),Volume 142-No,1,May2016,1-7
- [10] FERRELL, K ;GLEASON ,S ; KENNETH ,W ; TOBIN, JR .Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, *Application of fractal encoding techniques for image segmentation* .Regina, USA,2011,1-5
- [11] WANG ,H ; HAN,W.*Fast Image Fractal Compression with Graph-Based Image Segmentation Algorithm* .Department of Computer Science, University, Hubei, 430072, China , year 2010,5-7
- [12] CHETAN,L; SHARMA,D ;*Fractal Image Compression Using Quad Tree Decomposition & DWT*. International Journal of Scientific Engineering and Research ,2014,1-4
- [13] KOMINEK,J. *Advances in Fractal Compression for Multimedia Applications* .Department of Computer Science University of Waterloo , Waterloo, Ontario, Canada 2009,4-10
- [14] CURTIS S,A ; MARTIN ,C. E. *Functional Fractal Image Compression* .Department of Computing, Oxford Brookes University, UK. 2010,5
- [15] AL SHEMARY.A ; AL MAYAHEE,N ; Al Tayee ,A. *Speeding Fractal Medical Image Compression by using Highest Gray Value of Pixels Technique*. College of Engineering , Babylon University, 2010 ,12
- [16] <http://vision.middlebury.edu/stereo/data/>