طريقة مهجنة لكبس الفيديو الرقمي باستخدام تقنية التحويل المويجي وشجرة الصفر المويجية المطمورة

حسن ماهر أحمد النعمة

مدرس مساعد

كلية علوم الحاسوب والرياضيات / قسم هندسة البرمجيات

تاريخ الاستلام	تاريخ القبول
2018/01/11	2018/04/11

Abstract

The research and studies of compressed digital files is aimed to ease of dealing with communication networks and the Internet, and that by reducing the size of transferred multimedia files, as well as used to increase the security of information transmitted through digital files.

The search has been relied on hybridization wavelet transformation and Embedded Zero-Tree Wavelet (EZW) for compression of digital video files , and through the introduction of digital video file to be compressed and then cut up into a series of frames and then analyzing each frame to slide three colorimetric (red, green, and blue), and then apply the Haar_Wavelet because of its advantage in the multivariate analysis of the image into a number of packets sub that facilitates the process of compression for the purpose of access to the best results in the recovery and that by keeping monuments basic image, interference with Embedded Zero-Tree Wavelet in compression technology on each of the three color slides and through the application of coding and quantization processes and Dominant Pass Function and Subordinate PASS Function.

After that process is decompression, and by using a set of tools and comparative examination shows that the results were compatible with the requirements of the research.

الخلاصة

تهدف البحوث والدراسات الخاصة بكبس الملفات الرقمية إلى سهولة التعامل مع شبكات الاتصالات والانترنيت، وذلك من خلال تقليل حجم ملفات الوسائط المتعددة المنقولة، وكذلك تستخدم لزيادة سرية المعلومات المنقولة عبر الملفات الرقمية.

تم الاعتماد في البحث على تهجين تقنية التحويل المويجي وشجرة الصفر المويجية المطمورة لكبس ملفات الفيديو الرقمي، وذلك من خلال إدخال ملف الفيديو الرقمي المراد كبسه ثم تقطيعه إلى مجموعة من الأطر(Frames) ثم تحليل كل إطار إلى الشرائح اللونية الثلاثة (الأحمر والأخضر والأزرق)، ثم تطبيق عملية التحويل المويجي المقطع (HaarWavelet) لما له من ميزة في التحليل المتعدد للصورة إلى عدد من الحزم الفرعية التي تسهل عملية الكبس لغرض الوصول إلى أحسن النتائج في الاسترجاع وذلك من خلال الاحتفاظ بالمعالم الأساسية للصورة، بالتداخل مع خوارزمية شجرة الصفر المويجية المطمورة في تقنية الكبس على كل من الشرائح اللونية الثلاثة وذلك من خلال تطبيق عمليات الترميز والتكميم وتطبيق دالة الممر الرئيسي ودالة الممر الثانوي.

تتم بعد ذلك عملية فك الكبس، وعن طريق استخدام مجموعة من أدوات الفحص والمقارنة تبين أن النتائج كانت متوافقة مع متطلبات البحث.

1-المقدمة:

إن التطورات الحاصلة في نقل المعلومات عبر الوسائط المتعددة أو على شبكة الانترنيت تحتاج إلى معالجة من قبل الحاسوب لأنها تحتاج إلى وحدة خزن كبيرة ليتم إرسالها بشكل حزم كما يستغرق إرسالها وقت طويل ولهذا أصبحت التقنيات بحاجة إلى الكبس واستخدام إحدى أنواع الكبس[17]، وتتضمن عملية الكبس مفهومين أساسيين هما تقليل المعلومات المنقولة أو إزالة بعض المعلومات المتكررة وتقليل الضوضاء التي تصاحب هذه المعلومات.[19]

إن من أهم محاسن عمليات الكبس هي أن الملفات المكبوسة تمتاز بصغر حجمها عند مقارنتها مع الملفات الأصلية فهي تشغل حيزا اقل في الذاكرة[12]، وفي بعض الأحيان تكون الصور المكبوسة ذات وضوحية أعلى عن طريق العين المجردة مما يساعد الكبس في تلك الحالات على تحسين الصورة، وكذلك زيادة في سرعة إرسال المعلومات عندما يكون الملف مكبوسا، وأيضا تساعد بعض الخوارزميات على تشفير الملفات المرسلة مما يؤدي إلى زيادة سرية المعلومات المرسلة التي لا تستخدم إلا من قبل أصحاب العلاقة.[17][18]

أما مساوئ الكبس فانه يؤدي إلى ضياع بعض المعلومات قد تكون مهمة للغاية ولا سيما عند استخدام خوارزميات الكبس بفقدان[5]، وكذلك فان الملفات المكبوسة تحتاج إلى تقنيات خاصة لكبسها حيث يؤدي ذلك إلى إضافة خوارزميات أخرى إلى العمل المطلوب انجازه، وان بعض الملفات المكبوسة بفقدان عند استرجاعها ستتأثر بشكل كبير وعليه تصبح الملفات المسترجعة ذات معلومات مشوشة (ضوضاء).[19]

إن كبس البيانات لا يزال حقلاً مهماً في العديد من التطبيقات، فضلاً عن أهميته في

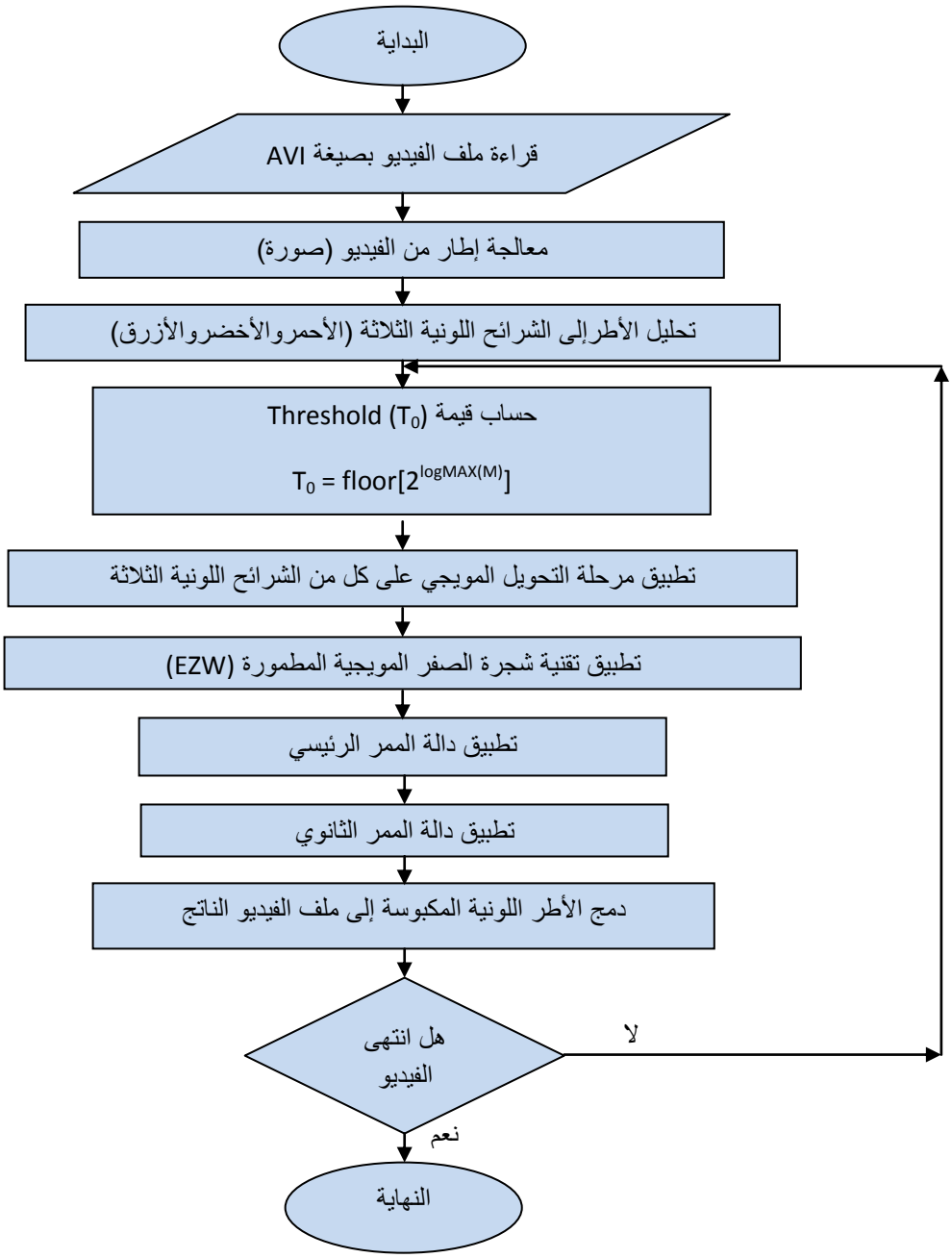
تقليل مساحات الخزن في الذاكرة المستخدمة لخزن هذه البيانات[2][6]، وأهميته في الاستخدام الأمثل الذي يؤدي إلى تقليل الكلفة، حيث إن الحاجة لتطوير كثير من الطرائق لتحليل الإشارات والصور لا تكفي ولكن يجب أن يتم وضع الطرائق لكبسها وتطويرها.[19]

تعد تقنية شجرة الصفر المويجية المطمورة (Zerotree) من التقنيات المعقدة والشائعة الاستخدام في تطبيقات كبس البيانات الرقمية والتي تعتمد على استغلال خاصية التمثيل الهرمي لمعاملات المويجة، حيث أن أول من إبتكر طريقة الشجرة كل من(Knowles) و (Lewis) في عام 1992 لتمثيل المعاملات في التحويل المويجي، ثم جاء شابيرو (Shapiro, 1993) وأطلق أسم شجرة الصفر (Zerotree) على معاملات المويجة والتي على أساسها تم تمثيل طريقة شجرة الصفر المويجية المطمورة (EZW)، كما أنه طّور شجرة الصفر بخوارزمية شجرة الصفر المطمورة (EZW)، وأصبحت هذه الخوارزمية لها شأن كبير في معالجة الصورة الرقمية وفي مجال الكبس بالذات[16]، وفي عام 2003 قدمت الباحثة فاتن بحثا في معالجة الصور باستخدام شجرة الصفر المويجة المطمورة[1]، وفي عام 2009 قدم الباحث بابو(BABU) بحثا تضمن فيه معالجة وكبس الصور الطبية الرقمية وذلك بالاعتماد على تقنية شجرة الصفر المويجية المطمورة.[5]

2-المخطط العام للبحث:

يُعد التحويل المويجي من التطبيقات المهمة التي تم استخدامها في تطبيقات معالجة الصور والفيديو الرقمي ومن هذه التطبيقات كبس البيانات وتشفيرها[15]، لما له من ميزة في الأداء والمتمثلة بأسلوب التحليل متعدد التفاصيل، والذي يتعامل مع الصور من خلال التفاصيل التي تتمثل بها الصورة،فضلاً عن أن هذه الخاصية جعلته ملائماً للعديد من التطبيقات بما فيها معالجة صور الأقمار الصناعية وبياناتها في مجال التحسس النائي.[17]

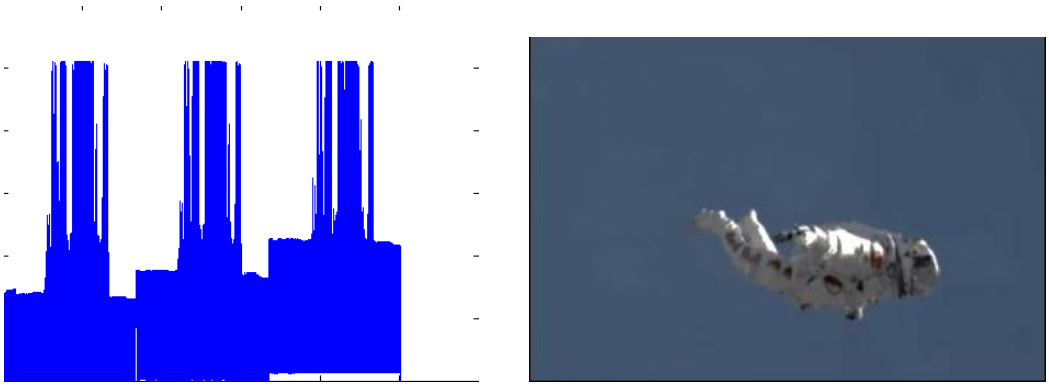
كما وتعد طريقة الكبس باستخدام شجرة الصفر المويجية المطمورة (EZW) من الطرق المستخدمة للكبس بفقدان[1][7]، حيث تعتبر كأحد الحلول التي تعمل على تقليل حجم البيانات المطلوبة لكبس الصورة، لما لها من تأثير في تمثيل شكل البت في الصورة والمرتبة حسب أهميتها في إظهار معالم الصورة، الأمر الذي يسهل عملية فتح الشفرة للصورة في عملية الاسترجاع، إلاّ أن هذه الطريقة لا تعطي استرجاعاً كاملاً للصورة[6][8]، حيث يحدث خسارة قليلة في المعلومات ولكنها لا تؤثر كثيراً على التفاصيل الأساسية لمعالم الصورة الأصلية عند استرجاعها، والمخطط (1) يوضح المخطط العام للبحث.



المخطط(1): المخطط العام للبحث

2-1 إدخال ملف الفيديو الرقمي:

يتم إدخال ملف الفيديو الرقمي بصيغة AVI، حيث أن الملفات ذات الامتداد (Avi) تحتوي على العديد من التيارات ولأنواع مختلفة من البيانات، ذلك أن ملف الفيديو ذو الامتداد (Avi) يتألف من تتابع مجموعة من الأطر (Frames)، وكما موضح في الشكل (1)، حيث أن كل إطار هو عبارة عن صورة يرتبط بها جزء يكون خاص بها من القناة الصوتية للفيديو[2][12][15]، فبعد الوصول إلى كل إطار من اطر الفيديو يتم تحليله إلى الشرائح اللونية الثلاثة (الأحمر والأخضر والأزرق) ليتم بعد ذلك معالجة الشرائح اللونية الثلاثة.



أ–الإطار الأول من الفيديو المدخل ب–المدرج التكراري للإطار المدخل

الشكل(1): التدرج اللوني للإطار المدخل

2–2 مرحلة التحويل المويجي:

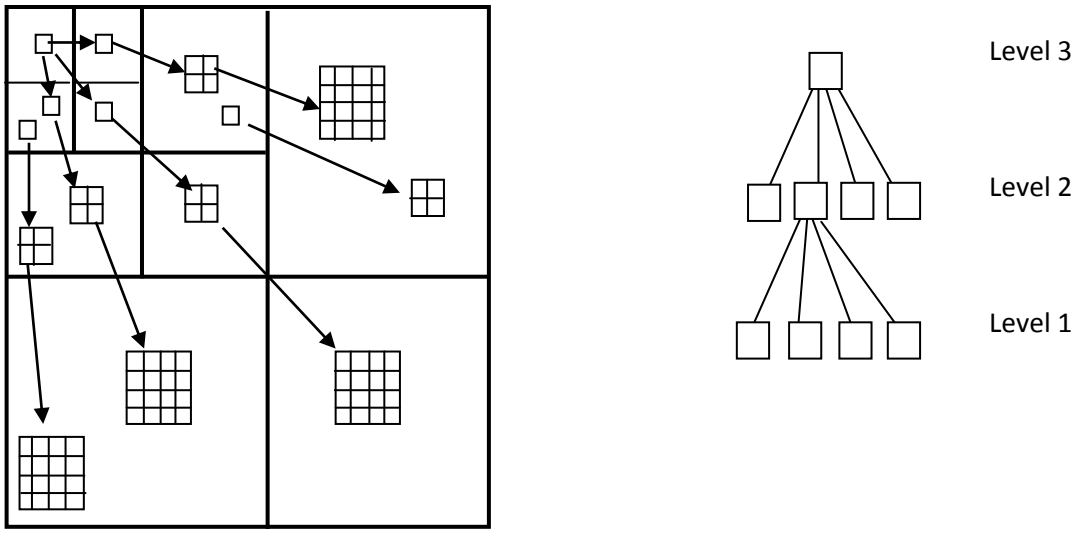
إن ما تمتاز به تقنية التحويل المويجي من خاصية تحليل الفيديو الداخل لإجراء عملية الكبس عليه إلى عدد من الحزم الفرعية جعلتها أحسن الطرائق المستخدمة في ترميز الصور الرقمية، فعند إجراء التحويل المويجي المقطع على الصورة وتكوين شجرة الصفر يتضح انه عند مستوى محدد معاملات المويجة التي هي أكبر من قيمة العتبة المنتخبة تكون ذات أهمية أكبر من تلك التي أقل من قيمة العتبة[1][3]، وإن الطاقة في الحزم الفرعية تقل كلما قلّ المقياس أي أن حزمة الإمرار الواطئ تكون لها قدرة تمييز عالية حيث أن معاملات المويجة في حزمة الإمرار العالي أقل من تلك التي في حزمة الإمرار الواطئ وهذا يوضح أن عملية الترميز المتتابع هي الاختيار الطبيعي في مجال التحويل المويجي في كبس أطر ملفات الفيديو الرقمية.[3][4]

إن هذه الخطوة تمثل إجراء عملية التحويل المويجي المقطع ذي البعدين (2D-DWT) على الإطار الداخل، حيث تم إجراء عملية التحويل المويجي على الإطار المدخل إلى ثلاثة مستويات.[4][5][10]

2–3 تطبيق تقنية شجرة الصفر المويجية المطمورة في كبس الفيديو:

إن من الخواص المهمة لتحويل المويجة هي تركيز معظم طاقة الإشارة الصورية في معاملات حزمة الإمرار الواطئ[7][6]، بينما يتم تمثيل طاقة الترددات العالية بعدد من المعاملات المتجمعة فضائياً في المناطق غير المنتظمة[10]، حيث تكون معظم المعاملات المتبقية ذات قيم مهملة، لذا يمكن الاستفادة من هذه الخاصية لتقليل معدل البيانات اللازمة لتمثيل الإشارة الصورية[8]، ففي التحويل المويجي يتم تحديد المعاملات المهمة في حزم الترددات (HL,LH,HH,LL)[10]، أما في حزمة الإمرار الواطئ (LL) فان كل معامل في حزمة معينة وعند مستوى معين له أربعة أحفاد في الحزمة المقابلة وعند المستوى الأوطأ وسيكون للمعامل في حزمة الإمرار الواطئ وعند أعلى مستوى ثلاثة أحفاد في كل حزمة عند المستوى

نفسه[3][4]، مما يؤدي إلى تمثيل المعاملات بشكل شجرة رباعية (quad-tree) وبتمثيل هرمي كما في الشكل (2).



الشكل (2): عملية تحويل المويجة

إن هذه التقنية تعتمد على النظرية التي تنص على أنه إذا كانت إحدى معاملات المويجة وعند المستويات العليا غير مهمة بالنسبة إلى قيمة عتبة معينة[10]، فإن المعاملات المويجية التي تكون في الاتجاه نفسه، عند المستويات الواطئة وفي الموقع المكاني نفسه.[19]

إن الفكرة الأساسية من تكوين شجرة من الأصفار، التي تبدأ من الجذر (Root) والى نهاية المستوى هو أن العديد من المعاملات غير المهمة في الحزم الفرعية للترددات العالية ممكن إهمالها، حيث أن شجرة الصفر المطمورة تشّفر هيكل الشجرة بحيث يمكن تمثيل المعاملات الناتجة بشكل متدرج وحسب أهمية البتات المستخدمة.[18]

لذا فان هذه الخوارزمية تستفاد من التشابه الذاتي عند المستويات المختلفة في الاتجاه نفسه، حيث إن هنالك احتمال تشابه كبير في معاملات الشجرة[18][17]، بحيث يمكن استثناء مساحات كبيرة في المستويات الواطئة اعتماداً على المعامل الواقع في المستويات العليا، هذه النتيجة تُدعى الجريان المطمور للبتات.[4]

4-2 التكميم (Quantization):

إن عملية تحليل الإطار إلى عدد من الحزم الفرعية يتطلب ترميز هذه الحزم باستخدام المكمم العددي[7]، حيث يحدث في هذه المرحلة تقليل في بيانات الإشارة الصورية الداخلة مما ينتج عنه فقدان بعض المعلومات، وباستغلال أوجه التشابه بين المعاملات المتجاورة ولمختلف المستويات وفي كل اتجاه يتم ترميز معاملات المويجة وفي ترتيب تنازلي ولكل المستويات، وتتم هذه العملية باستخدام قيمة معينة تمثل قيمة العتبة (Threshold value).[13]

فإذا كان معامل المويجة أكبر من قيمة العتبة المنتخبة فعندها يشفّر المعامل وتضاف إليه (أي في موقعه) في الصورة الأصلية قيمة (Q)، أما إذا كان معامل المويجة أقل من قيمة العتبة المنتخبة فسوف يشفر أيضا ولكن بطرح قيمة (Q) منه[16]، وهكذا تكرر هذه العملية على جميع معاملات المويجة في كل المستويات، وذلك يتم عن طريق استخدام المسح المتعرج (Zig-Zag Scan Order)، حيث إنه يتم أخذ جميع النقاط من اليسار إلى اليمين وثم من الأعلى إلى الأسفل.[9][8]

تستخدم قيمة العتبة للمقارنة بين معاملات المويجة وتصنيفها حسب نتيجة هذه المقارنة وفي كل طور من تنفيذ شفرة شجرة الصفر المويجية المطمورة، حيث تصنف المعاملات إلى مهمة (Significant Coefficents) وأخرى غير مهمة (Insignificant Coefficents) بالنسبة إل ىقيمة العتبة المنتخبة.[14][1]

حيث أن إيجاد قيمة العتبة يكون عن طريق حساب القيمة العظمى التي تمثل أكبر قيمة من بين معاملات المويجة للصورة بعد عملية التحويل المويجي لها، فإذا كان المتغير(X) يمثل المصفوفة للإطار بعد عملية التحليل المويجي لثلاثة مستويات فان المتغير (M) يمثل القيمة العظمى لأكبر معامل في المصفوفة (X)[13]، فقيمة العتبة تكون مرفوعة أسياً لقيمة اللوغاريتم للقيمة العظمى ويعبر عنها بالمتغير T وكما في المعادلة التالية:

$$T_0 = floor[2^{log2(max(M))}] \qquad Where\ T = 0,1\ ,\ 2,\ ---,Tn-1$$

حيث أن (T_0) تمثل القيمة الابتدائية (Initial Value) لقيمة العتبة.

بعد إكمال عملية التحليل المويجي سيتم الحصول على معاملات المويجة التي سيحدث لها تكميم وذلك من خلال عدد من الدورات التي تتمثل من خلال تنفيذ شجرة الصفر المويجية المطمورة ولعدة مستويات بالاعتماد على القيمة الابتدائية للعتبة (T_0)، حيث أن تنفيذ هذه الدورات تكّون شفرة شجرة الصفر المويجية المطمورة، تتوقف هذه الدورة عند نفاذ شرط التنفيذ الذي يكون اختياري أو بالاعتماد على قيمة العتبة، أي أنها ممكن أن تتوقف في وسط المعالجة أو عند أي مستوى أو ممكن أن تكمل المعالجة إلى النهاية عندما تصبح قيمة العتبة أصغر من قيمة أصغر معامل.[16][9]

ويتم بعدها إجراء عملية التنظيم (Mapping) حيث تتم عملية مسح لكل معاملات المصفوفة الناتجة لكي يتم تحديد مواقع جميع المعاملات وذلك عن طريق استخدام المسح المتعرج.[11]

2-5 الترميز (Coding Stage):

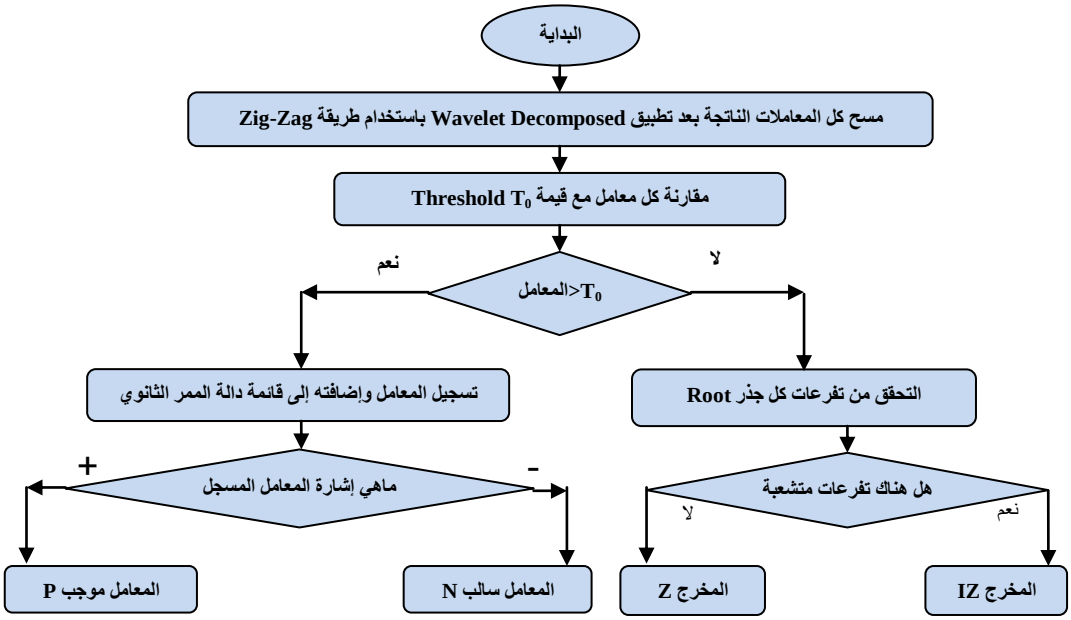
يتم ترميز معاملات الحزم من خلال عملية الترميز للمعامل، ويتم تحديد أهمية المعاملات المرتبطة به في الحزم العليا[8][7]، بحيث تشفر كل الشجرة الصفرية التي تحوي على المعاملات (غير المهمة) التي تكون قيمها أقل من قيمة العتبة على أنها رمز واحد

(Single Symbol) يعبر عنه بالصفر(0)، ويتم تأشير مواقع المعاملات المرتبطة لإهمالها عند ترميز معاملات هذه الحزم، أما المعاملات (المهمة) التي تكون قيمها اكبر من قيمة العتبة فيتم ترميزها ويعبر عنها بقيمتها الأصلية مضاف إليها قيمة (Q) مما يؤدي إلى تقليل البيانات.[14]

بما أن نظرية شابيرو تعتمد على التمثيل الثنائي للمعاملات في وصف هذه الطريقة لذا تكون عملية الترميز قائمة على أساس تمثيل البت، ولذلك فان قيمة العتبة تتطابق مع البتات في التمثيل الثنائي للمعاملات، فعند استعمال قيمة العتبة ترسل إشارة إلى المشفر لبيان فيما إذا كانت معاملات المويجة أكبر أو أصغر من قيمة العتبة، بعد أن تم ترتيبها حسب عملية التنظيم، ويتم ذلك من خلال مرحلتين أساسيتين:[1][16]

2-5-1 دالة الممر الرئيسي (Dominant Pass Function):

في هذه الدالة تتم عملية مسح (Scan) لكل معاملات المويجة وحسب قيمة العتبة (T) وفي المستوى الذي تقع فيه معاملات المويجة[11]، وذلك لفصل المعاملات المهمة (Significant Coefficients) التي تكون قيمتها أكبر من قيمة العتبة والمعاملات غير المهمة (Insignificant Coefficients) التي تكون قيمها أصغر من قيمة العتبة، حيث يتم تمثيل جميع هذه المعاملات والمعاملات الأخرى التابعة لها في بقية الحزم الفرعية (Subbands) بشجرة الصفر (Zerotree). [16]



المخطط(2): دالة الممر الرئيسي

وكل معامل مويجة (Coefficent) سيعبر عنه برمز (Symbol) يمثل حالة المعامل بالنسبة لقيمة العتبة (Initial Threshold)[9][1]، وحسب نظرية (شابيرو) تم استخدام أربعة

رموز في هذه الدالة لتعبر عن حالة كل معامل من المعاملات المويجية للصورة عند مقارنتها مع قيمة العتبة وكالاتي:[16]

1- (P - Positive) إذا كانت قيمة المعامل أكبر من قيمة العتبة والقيمة النهائية بعد المقارنة أكبر من الصفر فالمعامل يرمز له بالرمز (P).

2- (N-Negative) إذا كانت قيمة المعامل أصغر من قيمة العتبة والقيمة النهائية بعد المقارنة أقل من الصفر، يرمز للمعامل بالرمز (N).

3- (IZ- Isolated) إذا كان المصدر (Root) في الشجرة (Tree) أقل من قيمة العتبة ولكن يوجد في أحد المعاملات التابعة للشجرة نفسها وفي المستويات الأخرى ما تكون قيمته أكبر من قيمة العتبة، يرمز له بالرمز (I Z).

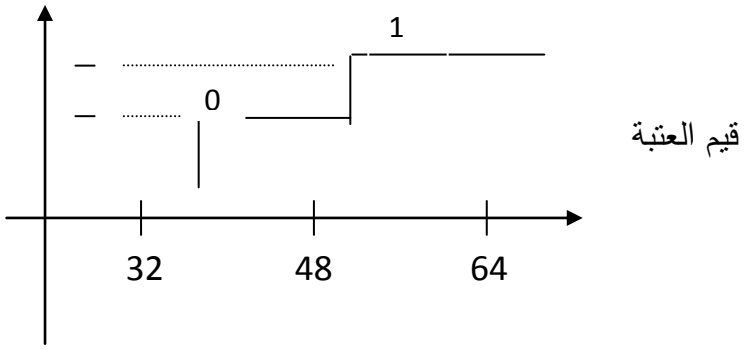
4- (Z-Zerotree) إذا كان المصدر (Root) للشجرة قيمته أقل من قيمة العتبة وسائر المعاملات التابعة للشجرة نفسها لا يوجد فيها من تكون قيمته أكبر من قيمة العتبة، يرمز للمعاملات التابعة لهذه الشجرة بالرمز (Z)، فإذا كان المعامل (Significant) متمثلاً بالرمز (P) أوالرمز (N)، سوف يتم خزن قيمته في مصفوفة ثانوية (sub list)، ويتم رفع قيمته من مصفوفة الصورة الداخلة ووضع قيمة (0) في الموقع التابع للمعامل المذكور في المصفوفة نفسها لكيلا يتم الرجوع إليه عند تنفيذ الدورة الثانية لقيمة العتبة، وكما موضح في المخطط (2)، وعند خزن كل معامل في الـ(Sub List) يتم ترتيبه ترتيباً تنازلياً بالنسبة لسائر المعاملات المخزونة في المصفوفة الثانوية، مع أخذ القيمة المطلقة لهذه المعاملات.

2-5-2 دالة الممر الثانوي (Subordinate PASS Function):

تسمى هذه العملية بممر التصفية (Refinement Pass)[14][13]، حيث يتم تصفية المتغيرات للمعاملات المهمة الموجودة في المصفوفة الثانوية (Subordinate List) التي نتجت من الدالة السابقة (دالة الممر الرئيسي) وتضمنت المعاملات المويجية المهمة (Significant Coefficents)، يعتمد عمل هذه الدالة على استخدام مكمم عددي (Scalar Quantizer)، والذي يتم حساب قيمته عن طريق أخذ قيمة العتبة الابتدائية (*Ti*) وقيمة العتبة التي تليها (*2Ti*)، وحساب القيمة الوسطية (Interval Value) لكل من (*Ti, 2Ti*)، عن طريق جمع القيمتين وتقسيمهما على 2 ستظهر بالنتيجة قيمة واحدة ستكون (كقيمة معيارية)، ويتم على أساسها مقارنة المعاملات المخزونة في المصفوفة الثانوية (Sublist).[11]

وعلى سبيل المثال لو افترضنا أن القيمة الابتدائية للعتبة (*Ti = 32*) فالقيمة التي تليها (*2Ti =64*) فعند حساب قيمة الفترة (Interval Value) فالناتج يكون (48)، في مثل المكمم

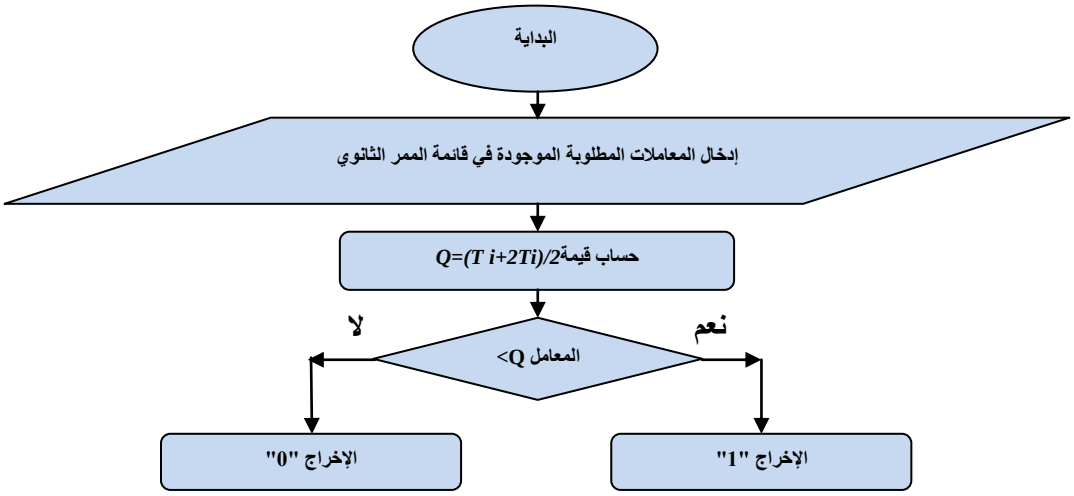
العددي وعلى أساسه تتم مقارنة جميع المعاملات، فإذا كان احد المعاملات قيمته اكبر من (48) يكون إخراجه (1) أما إذا كانت قيمته أقل من (48) فإخراجه (0)[1]، كما في الشكل (3).



الشكل(3): عملية المكمم العددي للمعاملات أثناء عملية الترميز

فإذا كانت قيمة المعامل أكبر من القيمة المعيارية الناتجة فالإخراج يكون ("1")، أما إذا كانت قيمة المعامل أصغر من القيمة المعيارية، فالإخراج يكون ("0")، وهنا يتم أخذ قيمة معامل المويجة الأكبر أولاً من بين المعاملات الموجودة في المصفوفة حسب طريقة الترتيب، لما تحويه هذه المعاملات من معلومات مهمة عن الصورة[16][1]، كما موضح في المخطط (3).

نتيجة هذه العملية ستتحول قيم المعاملات المويجية للصورة إلى قيم ثنائية متمثلة بعدد من ("1") وعدد من ("0") التي ترسل إلى المرّمز، أي أن الممر الثانوي (Subordinate Pass) يتم من خلاله إرسال (bit) واحدة تمثل موقع كل معامل من معاملات المويجة المخزونة في المصفوفة الثانوية (Subordinate List)، وان هذه الـ(Bits) تمثل مجموعات متسلسلة من الـ("1") و("0") مما يجعل لها خاصية في تقليل حجم المرمّز اللازم (Coder) لعملية الكبس.[9]



المخطط(3): دالة الممر الثانوي

3-فك الكبس:

بعد أن تمت عملية الكبس، يتم استرجاع قيمة المعاملات للبيانات الأصلية، وذلك من خلال تنفيذ عمليات معاكسة لما حدث في الخطوات السابقة، بحيث يتم التعامل مع الرموز (P,N,IZ,Z) وما يعبر عن قيمة كل معامل سواء (0) أو (1)، فيتم اخذ كل الرموز والأرقام الثنائية الناتجة من دالة الممر الرئيسي والثانوي وإرجاع قيمها العددية[11]، فإذا كان الرمز (*P*) فيتم إضافة قيمة (*q*) إلى موقع هذا الرمز الذي يعبر عن المعامل الموجود في مصفوفة الاسترجاع، أما إذا كان الرمز (*N*)، فيتم طرح (*q*) من موقعه في مصفوفة الاسترجاع.[16]

في حالة الرمز(*Z*) يتم وضع قيمة (0) في موقعه في مصفوفة الاسترجاع لكي لاتتم عملية المسح على المعاملات التابعة لهذا الموقع وكذلك تصفير كل المعاملات وفي المواقع نفسها في الحزم الفرعية الأخرى التابعة له، وتستمر العملية بقسمة قيمة العتبة (*T i/2*)، إلى أن تصبح قيمتها (0.5) أو إلى المستوى الذي يتم فيه الوصول إلى استرجاع صورة واضحة المعالم.[11][8]

لقد استمر تنفيذ خوارزمية شجرة الصفر المويجية المطمورة وذلك بقسمة العتبة الى نصف قيمتها والصعود بالحزمة الفرعية إلى أن تصل إلى الحد الذي تتضح فيه معالم الصورة المسترجعة بحيث تكاد تكون مطابقة أو قريبة من الصورة الأصلية، وكما موضح في الشكل (4)، الذي يعطي وضوحاً للصورة المسترجعة.

الشكل(4): إطار واحد من الفيديو المدخل الاول: أ-قبل الكبس، ب-بعد الكبس

4- مقياس الدقة:

بعد أن تم تطبيق جميع الخوارزميات والحصول على نتائجها، تم تقييم الكبس بوساطة الاختبارات الإحصائية، وذلك من خلال استخدام طرق رياضية، وتوجد عدة أنواع من الاختبارات الإحصائية أهمها:[1][15]

1- إيجاد اقل قيمة لمربع الخطأ (Minimum Squared Error) بين إشارة الإدخال والإخراج كما موضح في المعادلة: $MSE = (\sum_{MN}[I_i(m,n)-I_{21}(m,n)]^2) / (M*N)$

تمثلM و N عدد الأعمدة والأسطر للإشارة وتمثل$I_i(m,n)$ و$I_{21}(m,n)$ إشارة الإدخال والإخراج.

2- قياس نسبة الضوضاء (Peak Signal-to-noise ratio): تمثل R2 قيم البيانات إذا كانت Floating Point أو Unsigned integer.

PSNR = 10log10[R2/MSE]

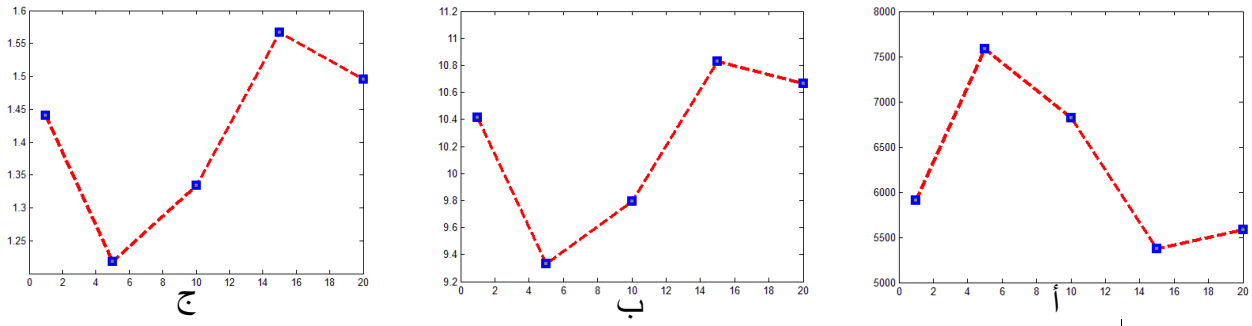
3- حساب نسبة الكبس: وهي عبارة عن قسمة حجم الملف غير المكبوس على الملف المكبوس.

Compression ratio (CR) = uncompressed file size / compressed file size

تم حساب نسبة الكبس الناتجة على اطر الفيديو الرقمي،، كما تم ملاحظة الاستقرارية النسبية بمعدل القيم الخاصة بمقاييس الدقة، وكما موضح في الجدول (1) والشكل (5).

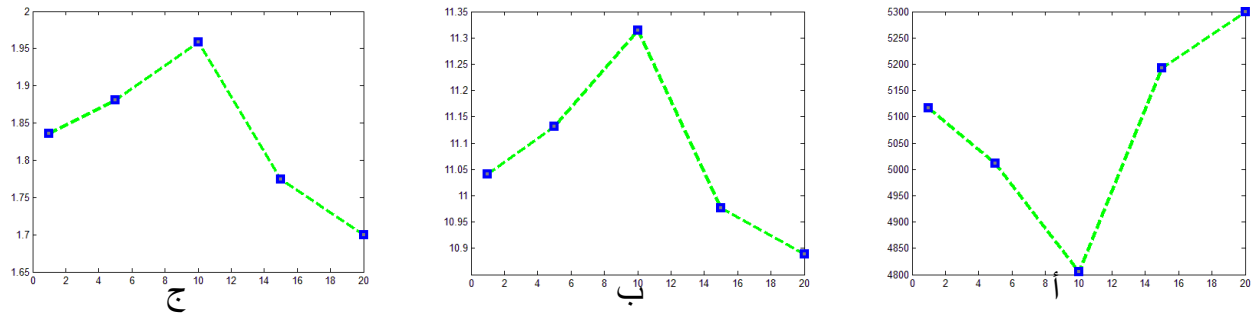
Frame No.	MSE	PSNR	CR
1	5.9120e+03	10.4135	1.4403
5	7.5860e+03	9.3306	1.2184
10	6.8173e+03	9.7946	1.3345
15	5.3738e+03	10.8280	1.5666
20	5.5791e+03	10.6652	1.4949

الجدول(1): تطبيق مقاييس الدقة على مجموعة من الاطر من الفيديو المدخل الأول



الشكل (5): تطبيق مقاييس الدقة على مجموعة من الاطر من الفيديو المدخل الأول حيث:

أ-قيمة مربع الخطأ MSE، ب – قياس نسبة الضوضاء PSNR، ج-نسبة الكبس CR



الشكل (6): تطبيق مقاييس الدقة على مجموعة من الاطر من الفيديو المدخل الثاني

5- الاستنتاجات:

من خلال ما تقدم يمكن القول بان عملية التهجين لكبس ملفات الفيديو الرقمي أعطت نتائج تناسبت مع متطلبات البحث العملية، ومن خلال التطبيق العملي تم التوصل إلى ما يلي:

1- إن تهجين تقنية التحويل المويجي (Haar wavelet) وشجرة الصفر المويجية المطمورة (EZW) لكبس ملفات الفيديو الرقمي أعطت نتائج متوافقة مع متطلبات البحث.

2- إن تطبيق تقنية التحويل المويجي يعتبر أداة كفوءة في تنفيذ هذه الخوارزمية لما له من ميزات تساعد في تسهيل معالجة البيانات الفيديوية وتحضيرها لعملية الكبس، والتي تتمثل بتركيز معلومات الأطر الناتجة من تحليل الملف الفيديوي في حزم الترددات الواطئة (LL).

3- كما أن خاصية التمثيل الهرمي لمعاملات المويجة تساعد في تحديد مواقع تمركز الطاقة في الحزم المختلفة، بالإضافة إلى أن خاصية التحليل متعدد التفاصيل لهذه التقنية أدت إلى إعطاء الخوارزمية كفاءة في سرعة المعالجة التي تمت على كبس الأطروتشفيرها، فضلاً عن أن هذه الخاصية تجعله مناسباً لتطبيقات إرسال الملفات الفيديوية عبر وسائط النقل (كالانترنت) وفي مراحل تنفيذ هذه الخوارزمية وبالاعتماد على أسلوب حد العتبة والذي يتمثل في كبس الأطرعند مستويات مختلفة لقيمة العتبة.

4- إن جودة استرجاع الفيديو واضح المعالم وعند نسبة كبس جيدة عند استخدام عملية التهجين بين الخوارزميتين على الفيديو المستخدم.

5- من خلال ملاحظة نتائج مقاييس الدقة المطبقة على اطر الفيديو تبين أن النتائج أعطت استقرارية مع معظم اطر الفيديو المطبقة، إضافة إلى وضوحية الصورة مع النتائج المطلوبة.

6- المصادر:

1- فاتن عزيز مصطفى، 2003، "معالجة الصور باستخدام شجرة الصفر للمويجة المطمورة"، بحث ماجستير، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.

2- A. Murat Tekalp, 2015, "Digital Video Processing", Second Edition, Text printed in the United States on recycled paper at Courier in Westford, Massachusetts. First printing, June.

3- B. Kiran, K. Varinderjit, 2016, "ADVANCE DIGITAL IMAGE COMPRESSION USING FAST WAVELET TRANSFORMS COMPARATIVE ANALYSIS WITH DWT", INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY, ISSN: 2277-9655, Impact Factor: 4.116.

4- B. Vidya, M. Kishore,H Guruprasad, 2016, "Wavelet Transform Analysis on Image Compression using SPIHT", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 146 – No.8, July.

5- BABU. D. V., ALAMELU N.R., 2009, "Wavelet Based Medical Image Compression Using ROI EZW", International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol 1, No. 3.
6- C. Thirumoorthi, T. Karthikeyan, 2017, "A study on discrete wavelet transform compression algorithm for medical images", Biomedical Research; 28 (4): 1574-1580, ISSN 0970-938X.
7- Goyal V., 2012, " A PERFORMANCE AND ANALYSIS OF EZW ENCODER FOR IMAGE COMPRESSION", GESJ: Computer Science and Telecommunications No.2(34), ISSN 1512-1232.
8- Janaki. R, Dr.Tamilarasi.A, 2011, "Still Image Compression by Combining EZW Encoding with Huffman Encoder", International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 13– No.7.
9- Kale V. U., Deshmukh S. M., 2010, "Visually Improved Image Compression by Combining EZW Encoding with Texture Modeling using Huffman Encoder", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 3, No 11.
10- Kumar S., Sood V., 2012, " Quality Assessment of Colour Image Compression using Haar Wavelet Transform", International Journal of Engineering Trends and Technology- Volume3Issue3.
11- M.Vasavi, CH. Gayatri, M. Ravindra, J.Ramesh reddy, K. Santosh, 2017, "Image Compression using Combined Approach of EZW and LZW", M.Vasavi et al. Int.Journal of Engineering Research and Application, ISSN:2248-9622,Vol.7,Issue 3, (Part -6) March, pp.82-87.
12- R. Mahalakshmi, S. K. Mahendran, 2017, "Analysis of Video Compression Technique", International Journal of Advanced Research in Computer Science&Technology(IJARCST)52Vol5,Issue1(Jan-Mar).
13- R. VENNAMANENI, T. SRINIVAS, 2016, "LOSSY IMAGE COMPRESSION USING AN ENHANCED EZW ALGORITHM", International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking, ISSN: 2320-2106, Volume-4, Issue-5, May.
14- S. Garima, K. Pushpa, V. Dikendra, 2017, "Analysis of EZW and SPIHT Algorithms for Compression of an Image", International Journal on Emerging Technologies (Special Issue NCETST-2017) Published by Research Trend.
15- S. Lana, I. Takashi, 2017, "Video Compression with a Predictive Neural Network", The 31st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence.
16- Shapiro J. M, 1993, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients", IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, VOL, 41, NO. 12.
17- T. Salma, 2016, "Image Compression Using Discrete Wavelet Transforms", School of Science and Engineering Al Akhawayn University Morocco Spring.

18- Wei W. Y., 2010, "An Introduction to Image Compression", Graduate Institute of Communication Engineering National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.
19- Y. S. Sumathy, P. Andhe, 2016, “Progressive CT Image Compression using Wavelet Transform”, International Journal of Engineering Trends and Technology(IJETT)–Volume37 Number 6Ju.