

Improving Fractal Image Compression

م. م. طه محمد حسن

كلية العلوم

جامعة ديالى

م.م. سلام عبدالخالق نعمان

كلية التربية/الرازي

جامعة ديالى

المستخلص:

يهدف هذا البحث الى اجراء تحويل على خوارزمية ضغط الصور بالكسوريات لغرض الحصول على نسبة ضغط عالية وزمن ضغط قصير. واحيانا ينتج عن عملية الضغط تشوه في الصور المسترجعة وذلك لاستخدام مديات باحجام كبيرة . ولهذا تمت الاستفادة من خصائص الصور وطريقة التقسيم لتحويل خوارزمية الضغط بشكل الى زيادة جودة الصورة المسترجعة والحصول على نسبة ضغط اعلى دون المساس بعدد المديات .

الكلمات المفتاحية:

ضغط الصور ، ضغط الصور بالكسوريات ، الصور المسترجعة ، المديات ، المجالات .

Abstract

This paper aims to develop a modification on fractal image compression , in order to get high compression ratio and short compression time . sometimes, the reconstructed image by fractal image compression are corrupted, because of using large ranges . Therefore, the image features and image partitioning are used to modify the compression algorithm in such a way to

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

improve the quality of reconstructed images. The compression ratio is also improved without changing the ranges.

1- المقدمة:

لقد زاد الاهتمام بمعالجة الصور الرقمية ومن أحد الاسباب التي ادت الى ذلك اتساع استخدام الصور الرقمية في مجالات العلوم المختلفة مثل تمييز الانماط ، الكشف الشعاعي ، التشفير ، تشخيص الامراض ، المراقبة عن بعد الخ [12,11] . وضغط الصور الرقمية هي احدى عمليات المعالجة التي تجرى على الصور لتحقيق بعض المكاسب مثلا تقليل الحجم ليتوافق مع عرض الحزمة لغرض الارسال ، فضلا عن تقليل المساحة اللازمة على اجهزة الخزن [9,13] . الا ان زيادة نسبة الضغط قد يؤدي الى تشوه الصور المسترجعة من عملية الضغط.

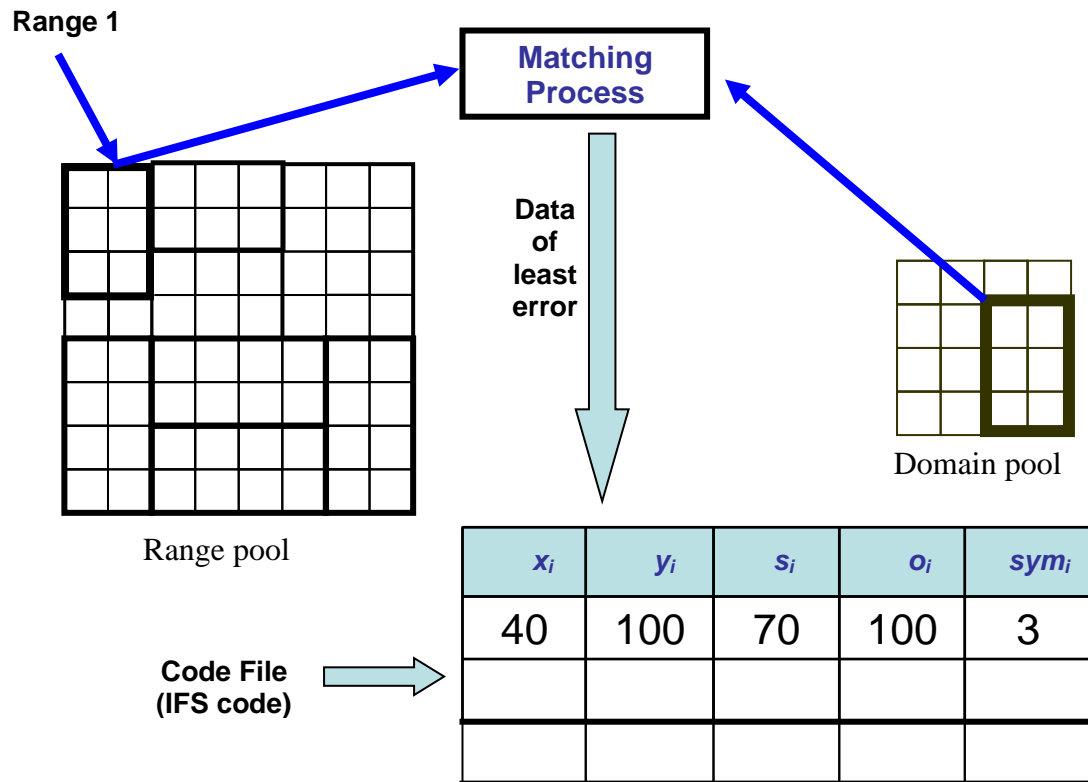
1-1 خوارزمية الضغط بالكسوريات:

تتطلب عملية ضغط الصور باستخدام الكسوريات ثلاث عمليات رئيسية [6,11] كما موضحة في الشكل (1) وهي:

1- تقسيم الصورة الى مناطق تدعى المديات (ranges) ومناطق تدعى المجالات (domains).

2- البحث عن شبيه لكل المديات في مناطق المجالات وباقل خطأ (matching process).

3- حفظ بيانات افضل تشابه لكل زوج (range & domain) .



شكل (1) : مخطط لعملية الضغط باستخدام خوارزمية الكسوريات

بالرغم من ان تقنية الضغط بالكسوريات تعطي صور ذات جودة عالية الا انها لاتزال تعاني من بعض المشاكل المتعلقة بالزمن الذي تستغرقه العملية ، ونسبة الضغط الناتجة [8,7] . العديد من المحاولات والبحوث اجريت لتحسين هذه الطريقة باتجاه تقليل الزمن المستغرق وزيادة نسبة الضغط مع الحصول على صورة مسترجعة بجودة عالية [8,5,2] .

وقد اثبتت الدراسات السابقة [6,4,2] انه كلما زاد عدد التقسيمات (number of ranges) كلما حصلنا على صورة مسترجعة بجودة عالية ولكنه يؤدي الى زيادة

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

الزمن المستغرق لاجراء عملية الضغط (وذلك لزيادة عدد المقارنات بين كل زوج

(range and domain) وكذلك الحصول على نسبة ضغط اقل.

و ادى هذا الى ظهور تقنيات مختلفة لتقسيم الصورة ولازالت المحاولات جارية

للوصول الى تقنية تقسيم نموذجية تحقق سرعة ونسبة ضغط اعلى مع صورة

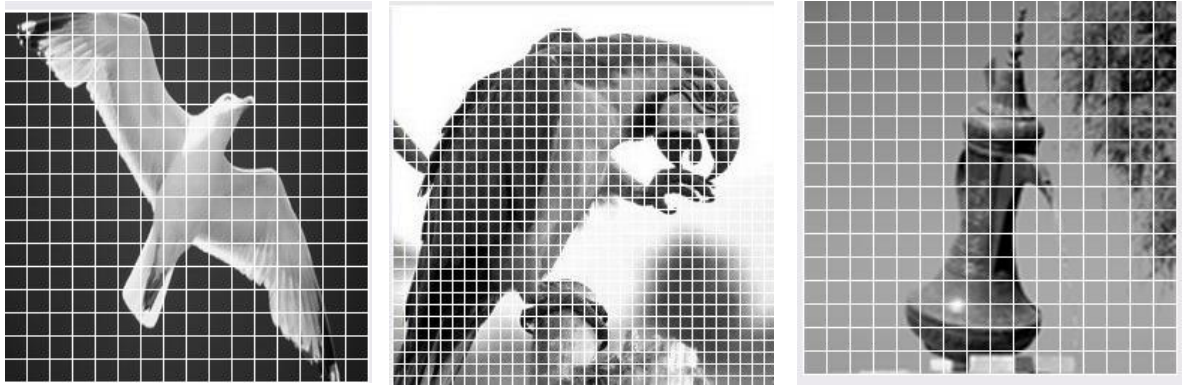
مسترجة بجودة عالية. ومن طرق التقسيم الشائعة:

1-1-1 التقسيم الثابت (Fixed partitioning) : [6,7]

تعمل خوارزمية التقسيم الثابت على تقسيم كل صورة الى مربعات بشكل متساوي في

الابعاد وهي من ابسط انواع التقسيم وكل ماتطلبه هذه الخوارزمية هي تحديد حجم

التقسيم partition size . الشكل (2) يوضح مثال عن التقسيم الثابت .



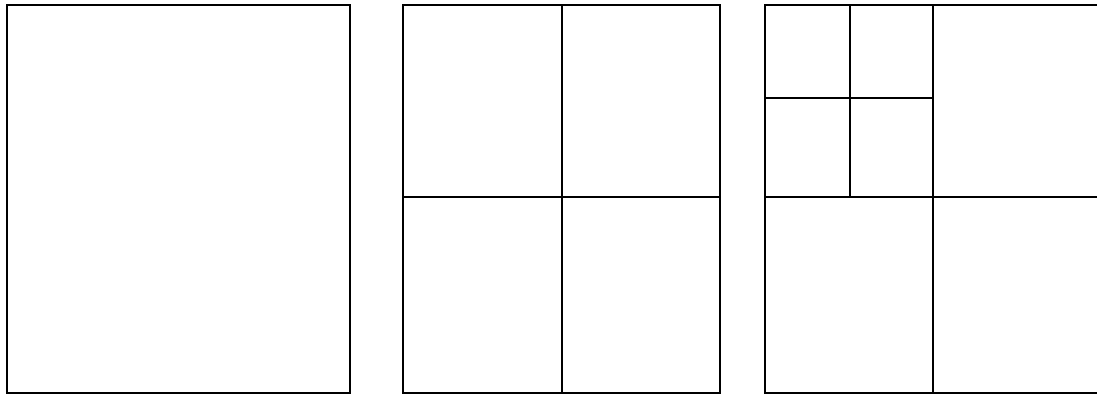
الشكل (2) : مثال للتقسيم الثابت

2-1-1 التقسيم الرباعي (Quadtree partitioning) [10,6]

في هذه التقنية تعمل خوارزمية التقسيم على تقسيم مناطق الصورة بشكل رباعي ، كل عملية تقسيم تنتج اربع مربعات كما موضحة في الشكل (3) وهي اعقد من خوارزمية التقسيم الثابت وتتطلب معاملات عديدة منها :

1- اكبر حجم مسموح به عند التقسيم (maximum block size)

2- اصغر حجم مسموح به عند التقسيم (minimum block size)



اول تقسيم

ثاني تقسيم

الصورة قبل التقسيم

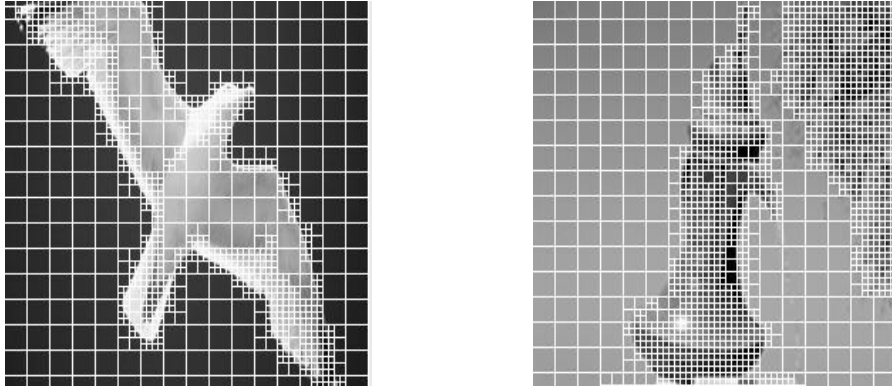
الشكل (3) : كل عملية تقسيم تنتج اربع مربعات متساوية في الحجم

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

بعض المناطق يتم تقسيمها اكثر من غيرها خاصة تلك التي تحتوي على معلومات

او تفاصيل اكثر، اما مناطق الصورة الخالية من المعلومات (كمناطق الخلفيات

مثلا) حيث انها قد تترك بدون تقسيم كما هو واضح في الشكل (4)



الشكل (4) : مناطق الصورة التي تحتوي على معلومات كثيرة قسمت اكثر من غيرها

ان النتائج المستحصلة من ضغط الصور باستخدام تقنية (quadtree)

partitioning هي افضل مما هو عليه في التقسيم الثابت [6] وهناك عدة

مقاييس لهذا الغرض منها:

1- جودة الصورة المسترجعة .

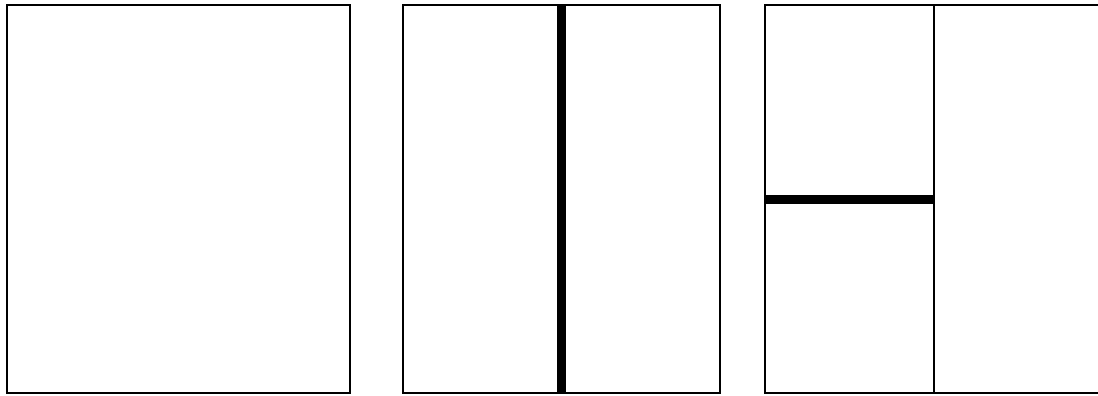
2- الزمن المستغرق في عملية الضغط .

3- نسبة الضغط المحققة .

3-1-1 تقسيم المستطيلات (H_V partitioning) [6,4]

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

تعمل هذه الخوارزمية على تقسيم مناطق الصورة الى مستطيلات وهي تشبه تقنية التقسيم الرباعي حيث يتم تقسيم المناطق التي توافق شروط التقسيم اكثر من غيرها ولكن تختلف عنها في ان عدد الاجزاء الناتجة عن كل مرة تقسيم هو مستطيلان او مربعان وليس اربع اجزاء . الشكل (5) يوضح ذلك.



الصورة قبل التقسيم

اول تقسيم

ثاني تقسيم

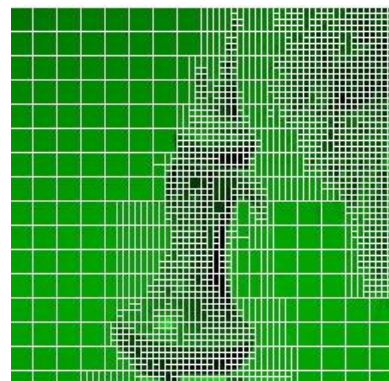
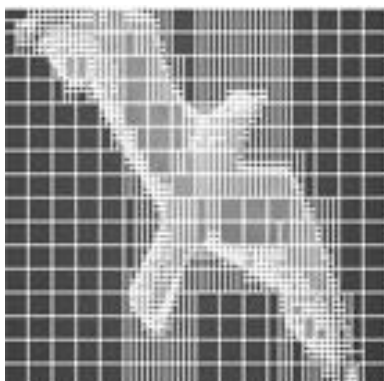
الشكل (5): كل عملية تقسيم تنتج جزئين فقط

هذه الخوارزمية ايضا تتطلب تحديد حجم التقسيم (max. & min. block size)

[7].

ان خوارزمية تقسيم المستطيلات تولد تقسيمات اقل في الغالب مما يعني تقليل في

زمن البحث وزيادة نسبة الضغط [7]. الشكل (6) يوضح مثالا لتقسيم المستطيلات.

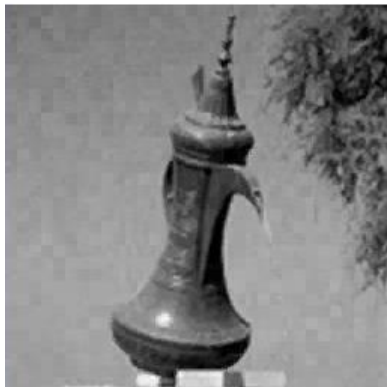


الشكل (6) : مثال لتقسيم المستطيلات

4-1-1 التطوير السابق على خوارزمية الضغط بالكسوريات:

قام العديد من الباحثين بتطوير هذه التقنية، البعض عمل على ايجاد طريقة تقسيم اكثر كفاءة [10] تضمن الحصول على صورة مسترجعة بجودة عالية ، والبعض الاخر قام بتحوير خوارزمية الضغط بما يضمن تسريع العملية (التي تعاني من طول الوقت المستغرق لاجراء الضغط) [3,1] .

ان احد العوامل المؤثرة على الوقت المستغرق لاجراء الضغط هو عدد التقسيمات للصورة . في الشكل (7) نلاحظ ان الصورة قد قسمت الى (2007 ranges) وكانت النتائج كما هي موضحة في الشكل (7-a)، اما الصورة في الشكل (7-b) فقد تم تقليل عدد مناطق المجال فيها الى (1528 ranges) وذلك بتغير معطيات خوارزمية التقسيم) وكانت النتيجة ان حصلنا على صورة مضغوطة بزمن اقل ونسبة ضغط اعلى لكن قلت جودة الصورة المسترجعة .



Diala, Jour, Volume, 37, 2009

(a)
No. of block = 2007
Psnr=34.52
c.r. = 9.49
Time =20 sec.

(b)
No. of block = 1528
Psnr=34.09
c.r. = 12.57
Time = 13 sec.

الشكل (7) : تاثير عدد المديات على جودة الصورة والزمن ونسبة الضغط.

طريقة اخرى لتطوير هذه التقنية تضمنت تقليل عدد المجالات domains ، والذي

كان له الاثر الواضح في تسريع العملية والحصول على نسبة ضغط اعلى [3] كما

موضحة في الشكل (8)



(a)
No. of block = 1499
Psnr= 33.92
c.r. = 12.80
Time = 14
Domain pool=1/4

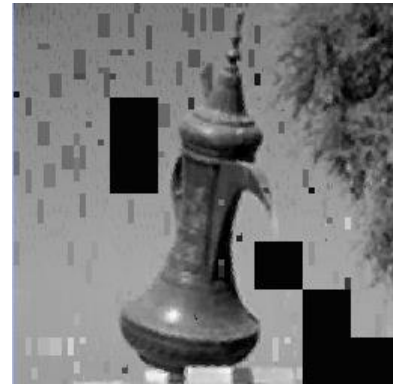
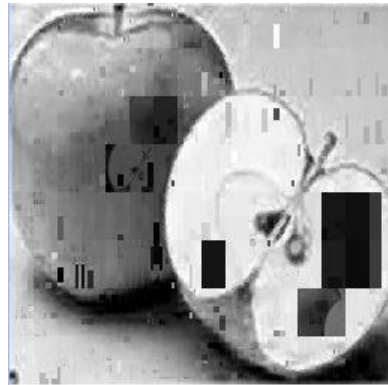
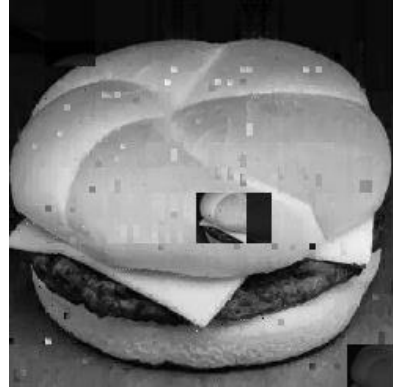


(b)
No. of block = 1499
Psnr= 33.73
c.r. = 15.08
Time =2 sec.
Domain pool=1/16

الشكل (8) : ضغط الصورة باستخدام تقنية تقليل المجالات.

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

لكن هذه الطريقة لم يكتب لها النجاح بشكل مطلق ، فبالرغم من الاختصار الكبير في الزمن اللازم للعملية، وزيادة ملحوظة في نسبة الضغط ، الا ان بعض الصور المسترجعة كانت رديئة كما موضح في الشكل (9).

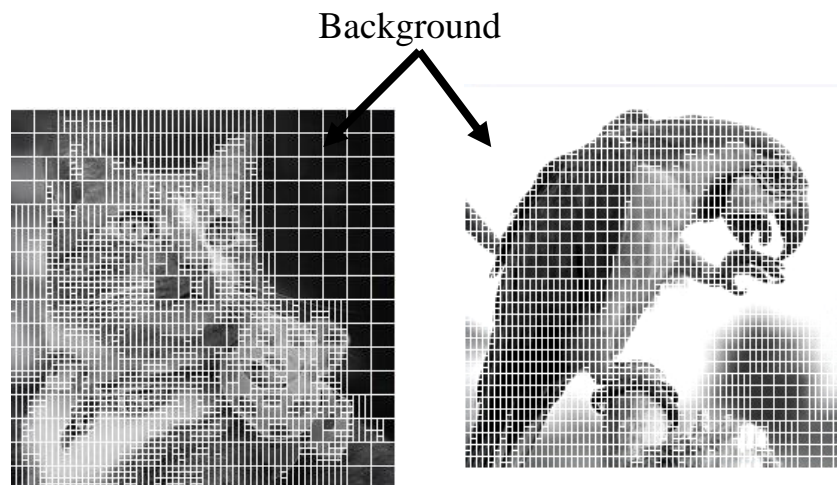


الشكل (9) : صور رديئة ناتجة من تقنية تقليل المجالات.

في هذا البحث نسعى الى تحسين الصور مع الحصول على مكاسب اكثر (تقليل الوقت، زيادة نسبة الضغط ، الحفاظ على جودة الصورة المسترجعة) وذلك بالاستعانة بمعلومات الصورة للاستفادة منها لتقليل عدد المديات (ranges) وعدد المجالات (domains) معا . وهذا الامر في غاية الصعوبة حيث ان عدد مناطق المدى والمجال ترتبط بعلاقة طردية مع الزمن اللازم لعملية الضغط وعلاقة عكسية مع نسبة الضغط الناتجة كذلك لها علاقة طردية مع جودة الصورة الناتجة [6,1].

الصورتين في الشكل (10) ، نلاحظ ان هناك مناطق في الصورة لاتحتوي على تفاصيل تذكر (خلفية ذات لون واحد (background))، ولكن قد تم تقسيمها حسب معطيات خوارزمية التقسيم (Maximum and. Minimum block size)

(١٠)



No. of block = 1731

No. of block = 2075

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

الشكل (10): صور مقسمة الى تقسيمات صغيرة

وبما ان مناطق الصورة التي تمثل خلفيات ، تسبب مشاكل اثناء عملية المطابقة، وذلك يعود الى صعوبة الحصول على مجال (domain) يشبه المدى (range) باقل نسبة خطأ (بالنسبة للمديات كبيرة الحجم) اثناء عملية المطابقة (matching) . فكلما زاد حجم المدى كلما قلت فرصة الحصول على مجال يشبهه بخطأ قليل وهذا يؤثر على جودة الصورة المسترجعة بعد الضغط. فكلما كان جزء الصورة صغيرا فسيكون من السهل العثور على جزء يشبهه في منطقة المجال بخطأ قليل. ولكون مناطق الصورة التي تمثل خلفيات لا تحتوي على معلومات تذكر لذلك سنعمل على تحويل خوارزمية الضغط بالكسوريات بحيث يتم استثناء تلك المناطق من مرحلة المطابقة . وحسب ما تقتضيه هذه الخوارزمية ، بعد كل عملية مطابقة بين مدى ومجال سيتم حفظ بيانات افضل مطابقة في ملف التشفير code file ، اما في حالة المديات الكبيرة الحجم فانها سوف تستبعد من عملية المطابقة وهذا الاجراء سوف يؤثر بشكل كبير على الزمن اللازم لاتمام العملية، وكذلك زيادة نسبة الضغط حيث سيتم خزن رقم واحد يمثل قيمة اي نقطة داخل ذلك المدى، او المتوسط الحسابي لنقاطه كونه لا يحتوي على تفاصيل تذكر. وكما هو موضح في الخوارزمية رقم (1):

خوارزمية رقم (1): خوارزمية الضغط بالكسوريات مع التحويل المقترح.

Input: image pixel and Link List array (partitioning data)

Output: code file (compressed image)

Step1: Compute the mean for the current range block:

$$Mr = \frac{1}{X_{size} \times Y_{size}} \sum_{i=0}^{X_{size}-1} \sum_{j=0}^{Y_{size}-1} X_{ij}$$

Where: X_{size} represent the width of the range.

Y_{size} represent the High of the range.

X_{ij} represents pixel (i,j) in the range.

M_r represents the mean of all pixel in the range block.

Step2: Compute the variance for the current range block:

$$V_r = \sqrt{\frac{1}{X_{size} \times Y_{size}} \sum_{i=0}^{X_{size}-1} \sum_{j=0}^{Y_{size}-1} [X_{ij} - M_{r_{ij}}]^2}$$

Step3: If range size \leq maximum size then:

If $V_r \leq 0$ then do the mapping operation

Else

If range size = maximum size then:

If $V_r = 0$ then store M_r

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

تم تطبيق الخوارزمية المحورة على العديد من الصور التي اعطت نتائج رديئة

باستخدام الخوارزمية قبل التحويل . الشكل (11) يوضح مقارنة بين الصور قبل

وبعد تحويل الخوارزمية.



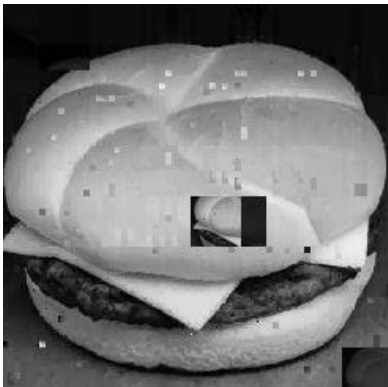
a

No. of block = 1323
Psnr= 26.16
c.r. = 16.95
Time = 2 sec.
RMSE = 12.54



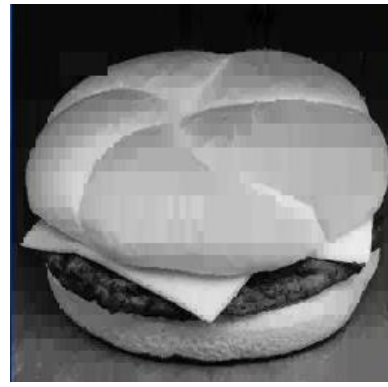
b

No. of block = 1323
Psnr= 32.95
c.r. = 19.85
Time = 2 sec.
RMSE = 5.73



a

No. of block = 2060
Psnr= 21.13
c.r. = 10.92
Time = 3
RMSE = 22.39



b

No. of block = 2060
Psnr= 30.88
c.r. = 13.42
Time = 3 sec.
RMSE = 7.28

تابع لشكل (11)



a

No. of block = 2075
Psnr= 13.98
c.r. = 10.67
Time = 3 sec.
RMSE = 50.96



b

No. of block = 2075
Psnr= 27.98
c.r. = 16.35
Time = 3 sec.
RMSE = 10.17



a

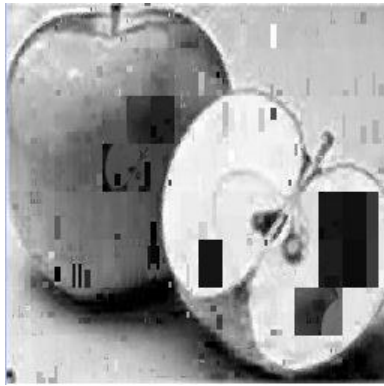
No. of block = 1590
Psnr= 18.99
c.r. = 14.10
Time = 2
RMSE = 28.64



b

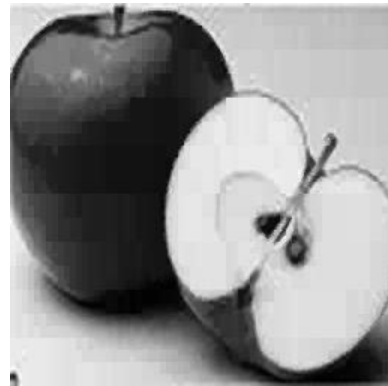
No. of block = 1590
Psnr= 31.57
c.r. = 16.92
Time = 2 sec.
RMSE = 6.73

Diala, Jour, Volume, 37, 2009



a

No. of block = 1985
Psnr= 14.01
c.r. = 11.28
Time = 3 sec.
RMSE = 50.84



b

No. of block = 1985
Psnr= 30.97
c.r. = 13.52
Time = 3 sec.
RMSE = 7.21



a

No. of block = 2073
Psnr= 14.27
c.r. = 10.91
Time = 3
RMSE = 49.32



b

No. of block = 2073
Psnr= 34.67
c.r. = 12.11
Time = 3
RMSE = 4.71

الشكل (11): مقارنة بين الصور المسترجعة بعد الضغط: a- قبل التحوير، b- بعد التحوير

من خلال النتائج المثبتة اسفل الصور يمكن ان نستنتج مايلي :

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

1- هناك زيادة ملحوظة في جودة الصورة المسترجعة (psnr) يقابلها انخفاض

ملحوض جدا في نسبة الخطأ (RMSE).

2- هناك زيادة ملحوظة في نسبة الضغط (cr) .

3- عدد المجالات (ranges) والمديات (domains) ثابت لكلا الحالتين (a)

او (b) .

4- هناك تغيير بسيط في الزمن يكاد لا يذكر

5- من المعروف ان عدد المديات له علاقة عكسية مع نسبة الضغط وعلاقة

طردية مع الزمن وجودة الصورة (3,2)، ولكن بالاستفادة من المعلومات

الموجودة في الصورة صار بالامكان الحصول على نسبة ضغط اعلى

وصورة مسترجعة جيدة دون زيادة او تقليل عدد المديات.

المصادر

- 1 Auday, A., "Fractal Image Compression with Fastig Approaches", M.Sc. thesis, College of Science, Saddam University, 2003.
- 2 Barnsley M. F. and H. Rising, "Fractals Everywhere", 2nd ed., Boston, MA: Academic Press Professional, 1993.
- 3 Eman A. S. "Suggested Algorithm For Fractal Image Compression", M.Sc. Thesis, college of science, university of Mustansiriyah, 2005.
- 4 Fadhil, S., " Adaptive Fractal Image Compression", Ph.D., thesis, Al-Rasheed College of Engineering and Science, Technology University, 2004.

Diala, Jour, Volume, 37, 2009

- 5 (1 Farhad, S., “Fractal Image Compression”, MAT (2
335 Final Project, May, 2001.
- 6 Fisher, Y., and Menlove, S., “Fractal Image Encoding with
HV Partitioning”, in Fractal Image Compression: Theory and
Application, Springer-Verlage, New York, 1994.
- 7 Hamzaoui, R., "Fractal Image Compression", Internet paper,
Institution of information, University of Leipzig, Germany,
2001.
- 8 Jamila, H.S., “Fractal Image Compression “, Ph.D. Thesis,
college of science, university of Baghdad, 2001.
- 9 Mahadevaswamy H.R., “New Approaches to Image
Compression”, Ph.D. thesis, Regional Engineering College,
university of Calicut, December, 2000.
- 10 Said A. and Pearlman W. A., “A New Fast and Efficient
Image Codec Based on Set Partitioning in Hierarchical
Trees”, IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video
Technology, 1996
- 11 Saloman D., A Guide to Data Compression Methods, 2002
- 12 Satish K., “An Introduction to Image Compression”,
<http://www.debugmode.com/imagecmp>, 22, Oct, 2001.
- 13 Wohlberg B., G. de Jager, " A Review of the Fractal Image
Coding Literature " IEEE Trans. Image Proc., vol.8, no.12,
pp. 1716-1729, Dec. 1999.