



تنفيذ ضغط الصور الرمادية بتقنيات الترميز المبتور للكتل

Image compression

Gray level implementation based on
Block Truncation Code (BTC) Techniques

By :

Abdulrahman Alhmwieh - abdulrahman_161923

Odai Abo Rasheed - odai_125051

Supervisor: Dr. Mohammed Al-Shaitah





الفهرس

3	مقدمة المشروع
4	تعريف المشروع
4	أهداف المشروع
5	الوظائف التي يقدمها المشروع
5	المستخدمون المستهدفوون
6	الدراسة المرجعية
6	تنفيذات سابقة للترميز المطلوب
7	ما يميز مشروعنا
7	مخرجات المشروع المرجوة
8	مخطط المشروع
9	الدراسة التحليلية
9	جمع المتطلبات
11	منهجية التطوير المتبعة
12	دراسة جدوى المشروع
13	ادارة المشروع
13	موارد المشروع
15	هيكل تجزئة المشروع WBS
16	جدول تنظيم المهام
17	الجدول الزمني للمشروع
18	جداول حالات الاستخدام
20	التنفيذ
20	لمحة عن التنفيذ



22	تقنيات BTC
27	حساب مؤشرات الأداء لتقنيات الضغط
30	تدفق البيانات
31	واجهات الويب
34	الدراسة العملية
35	:4X4
37	:8X8
39	تحليل قيم الدراسة العملية
42	نتائج الدراسة
42	نتائج نظرية
43	نتائج عملية
44	الآفاق المستقبلية والتوصيات
45	References



مقدمة المشروع

تعد عملية ضغط الصور من التقنيات الأساسية في مجال معالجة البيانات الرقمية، حيث تهدف إلى تقليل حجم البيانات المخزنة للصور مع الحفاظ على جودتها بأفضل صورة ممكنة. يلعب ضغط الصور دوراً محورياً في تحسين كفاءة التخزين وتقليل استهلاك النطاق الترددية عند نقل الصور عبر الشبكات، مما يتيح استخدامها في تطبيقات متعددة بدءاً من الهواتف المحمولة وصولاً إلى قواعد البيانات الضخمة.

يركز هذا المشروع على تنفيذ تقنيات ضغط الصور ذات المستويات الرمادية باستخدام أسلوب **الترميز المبتور للكتل** (Block Truncation Coding - BTC)، والذي يعد من الأساليب الفعالة والبسيطة لتحقيق التوازن بين جودة الصورة وحجمها بعد الضغط. يتناول المشروع تطبيقات عدّة لتقنية BTC، بما في ذلك التقنية القياسية وتقنيات متقدمة مثل MM-BTC و AM-BTC، مع دراسة وتحليل الأداء لكل منها من حيث جودة الضغط وسرعته. ويشغل المشروع ابتكار صيغة ملفات جديدة (.btc) لتخزين التمثيل الثنائي للصور المضغوطة، مما يقلل حجم الملف بشكل كبير. كما تم تطوير برنامج قادر على فك ضغط ملفات .btc وإعادة إنشاء الصورة الأصلية مع خسارة بعض البيانات ولكن بالتوازن بين الحفاظ على الجودة المطلوبة وتقليل المساحة المستخدمة لتخزينها، مما يسهل على المستخدمين تخزين الصور واستخدامها. كذلك، يتضمن المشروع تطوير نظام على موقع ويب يتيح تقديم خدمة الضغط وفك الضغط باستخدام هذه التقنيات، مما يسهل على المستخدمين الوصول إلى أدوات ضغط الصور بشكل فعال وسريع.

تسعى الدراسة إلى تقديم رؤية شاملة حول فعالية تقنيات BTC لصور المستويات الرمادية، وتقدير نتائج الضغط بناءً على معايير فنية مثل نسبة الضغط، ومؤشر التشابه الهيكلي، ونسبة الإشارة إلى الضوضاء، مما يساهم في تعزيز فهم تطبيقات هذه التقنيات في مجال معالجة الصور الرقمية. وتقديم خدمة الضغط عبر الويب.



تعريف المشروع

مشروع يقوم على **قسمين**:

- قسم دراسة وتنفيذ ترميز لخوارزميات ضغط الصور الرمادية باستخدام تقنيات الترميز المبتور للكتل، ودراسة تحليلية لهذه التقنيات وفعاليتها والمقارنة بينها.
- قسم تطوير تطبيق ويب يقدم خدمة ضغط وفك ضغط الصور باستخدام التقنيات المطورة في القسم الأول مع عرض لمؤشرات الأداء لكل تقنية مع إمكانية تنزيل العلフ المضغوط أو الصورة بعد فك الضغط.

أهداف المشروع

- الدراسة النظرية لتقنيات الترميز مبتور الكتل.
- تنفيذ ترميز التقسيم الكتلي للصور **encoding** بناءً على تقنيات (BTC, AMBTC, MMBTC).
- تنفيذ ترميز تركيب الكتل المؤلفة للصور **decoding** بناءً على تقنيات (BTC, AMBTC, MMBTC).
- تنفيذ ترميز لحساب مؤشرات الأداء لتقنيات (CR, PSNR, SSIM, Execution Time).
- حفظ بيانات الصور المضغوطة بشكل آمن وقابل لإعادة المعالجة.
- تحليل ومقارنة النتائج لكل تقنية واستنتاج المخرجات النظرية للدراسة.
- تقديم خدمة الضغط باستخدام تقنيات BTC الثلاث وتحديد حجم الكتلة على منصة الكترونية للجميع.
- عرض مؤشرات الأداء لكل تقنية على المنصة الالكترونية.
- إمكانية تنزيل الملفات المضغوطة بعد المعالجة على المنصة الالكترونية.



الوظائف التي يقدمها المشروع

- ترميز ضغط الصور الرمادية باستخدام تقنية Standard Block Truncation Coding (BTC)
- ترميز ضغط الصور الرمادية باستخدام تقنية Absolute Momentum Block Truncation Coding (AM-BTC)
- ترميز ضغط الصور الرمادية باستخدام تقنية Maximum-Minimum Block Truncation Coding (MM-BTC)
- ترميز حساب مؤشرات الأداء لتقنيات ضغط الصور (BTC, AM-BTC, MM-BTC).
- ابتكار صيغة ملفات جديدة .btc. تقوم بحفظ البيانات الثنائية للصور بعد الضغط.
- ترميز برنامج فك ضغط الملفات .btc. وإعادة تشكيل الصورة بعد الضغط.
- تطوير منصة الكترونية لتقديم كافة الوظائف السابقة.

المستخدمون المستهدفوون

- الباحثين المهتمين في تطوير منهجيات وخوارزميات ضغط الصور.
- الشركات التي تمتلك عدد كبير من الصور الرمادية وتحتاج إلى تقليل مساحتها مع إمكانية خسارة جزء من الدقة (صور غير حساسة).



الدراسة المرجعية

تنفيذات سابقة للترميز المطلوب ◀

- المكتبات مفتوحة المصدر ومستودعات الأكواد:

○ GitHub Repositories: تتوفر بعض المستودعات مفتوحة المصدر التي تقدم خوارزميات

ضغط الصور باستخدام تقنية **BTC**, غالباً باستخدام **Python** أو **C++**. تحتوي

هذه المستودعات على أكواد لتطبيق **BTC** الأساسي بالإضافة إلى تقنيات معدلة مثل

.MM-BTC و **AM-BTC**

○ MATLAB File Exchange: في بعض الأحيان، يتم نشر تطبيقات **BTC** على منصة

MATLAB File Exchange, حيث يشارك المطورون الأكواد لأغراض بحثية وتعليمية، غالباً

ما تتضمن تطبيقات أساسية لضغط الصور ذات المستويات الرمادية باستخدام **BTC**.

- مكتبات معالجة الصور والأكواد التعليمية

○ مستودعات تعليمية لمعالجة الصور: تتوفر بعض المستودعات التي تركز على الأمثلة

التعليمية لتقنيات ضغط الصور المختلفة، بما في ذلك **BTC**. يتم توفير هذه الأكواد

عادتاً بلغات مثل **Python** وقد تتضمن تطبيقات **BTC** الأساسية أو بعض التعديلات

لأغراض تعليمية.

○ مستودعات الجامعات والمخبرات البحثية: بعض الجامعات والمخبرات البحثية تشارك

تطبيقات **BTC** كجزء من دورات معالجة الصور الرقمية. تأتي هذه الأكواد غالباً مع شرح

مفصل وقد تتضمن تقنيات مثل **BTC** إلى جانب طرق ضغط أخرى مثل **PNG** و **JPEG** مثل

للمقارنة.



ما يميز مشروعنا

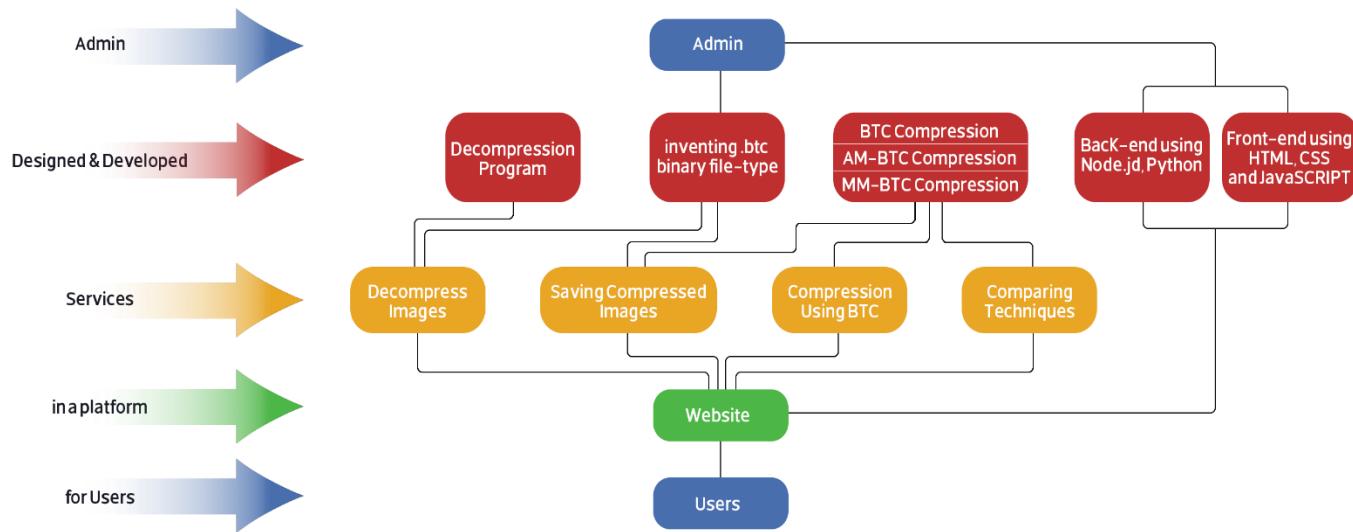
- نظراً لأن تقنية **BTC** ليست شائعة في التطبيقات التجارية وتسخدم غالباً في الأبحاث والدراسات الأكاديمية، فإن مشروعنا يقدم خدمة مبتكرة توفر ضغط الصور باستخدام **BTC** بشكل يسهل على المستخدمين الوصول إليه. يعتبر استخدام صيغة العلفات المخصصة لتخزين الصور إضافة فريدة، وخاصة مع دعم واجهة ويب تتيح الخدمة مباشرة.
- يضيف هذا التفرد قيمة كبيرة للمشروع، حيث يجعل من تقنية ضغط الصور المعتمدة على **BTC**، والتي غالباً ما تبقى في الأوساط الأكاديمية، متاحة كأداة على الإنترنت لجميع المستخدمين.

مخرجات المشروع المرجوة

- دراسة نظرية ومقارنة أكاديمية لتقنيات ضغط الصور (**BTC**, **AM-BTC**, **MM-BTC**).
- تطبيق الكتروني يتقدم خدمة ضغط الصور باستخدام التقنيات السابقة.
- تطبيق الكتروني يحسب ويعرض مؤشرات أداء تقنية الضغط لكل صورة (**CR**, **SSIM**, **PSNR**, **Execution Time**)



مخطط المشروع





الدراسة التحليلية



المتطلبات الوظيفية (Functional Requirements)

ضغط الصور:

- يجب أن يدعم النظام إمكانية ضغط الصور الرمادية باستخدام تقنيات **BTC** ، بما في ذلك **BTC التقليدية** و **MM-BTC** و **AM-BTC**.
- يجب توفير خيار لتحميل الصورة الأصلية وضغطها إلى تنسيق **btc**. لتقليل حجم التخزين.

فك الضغط

- يجب أن يكون النظام قادراً على فك ضغط ملفات **btc**. المسترجعة إلى صورة تقريرية من الأصل.
- تقديم واجهة تعرض الصورة المسترجعة بعد فك الضغط.

الواجهة الأمامية: (Front-End)

- يجب توفير واجهة ويب سلسة وسهلة الاستخدام تسمح للمستخدمين بتحميل الصور وضغطها وفك ضغطها.
- توفير زر "جرب الخدمة" في الصفحة الرئيسية يوجه المستخدم إلى صفحة الخدمة مباشرة.

التوافق مع المتصفحات:

- يجب أن يكون الموقع متواافقاً مع مختلف المتصفحات الحديثة ومختلف الأجهزة (كمبيوتر - أجهزة لوحيه - موبايل) لضمان سهولة الوصول إلى الخدمة.



تحليل الأداء:

- يجب على النظام حساب وعرض مؤشرات الأداء، مثل نسبة الضغط (CR) ، ومؤشر التشابه الهيكلي (SSIM) ، ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR) للمستخدم بعد كل عملية ضغط بالإضافة لقياس زمن التنفيذ.

المتطلبات غير الوظيفية(Non-Functional Requirements)

الأداء:

- يجب أن يكون النظام قادراً على معالجة الصور وضغطها وفك ضغطها بسرعة دون تأخير كبير.

التوافر:

- يجب أن يكون النظام متاحاً على مدار الساعة ليتيح للمستخدمين الوصول إليه في أي وقت.

قابلية الاستخدام:

- تصميم الواجهة يجب أن يكون سهلاً وبديهياً لتسهيل تجربة المستخدم.

التوسيع:

- يجب تصميم النظام بحيث يمكن إضافة تقنيات ضغط جديدة في المستقبل بسهولة، إذا دعت الحاجة.

الأمان:

- يجب أن يكون النظام آمناً ويحمي بيانات المستخدمين والملفات التي يتم تحميلها على الخادم.



منهجية التطوير المتبعة

تم اعتماد منهجية البرمجة القصوى (Extreme Programming) بالتكامل مع إدارة المشاريع الرشيقه (Agile) لتطوير هذا المشروع. اعتمدت هذه المنهجية على تطوير النظام على مراحل متكررة، حيث يتم إجراء تطويرات صغيرة واختبارها بشكل مستمر لتحقيق التوافق مع متطلبات المستخدمين. ساعدت البرمجة القصوى في تشجيع التفاعل المستمر بين أعضاء الفريق، بينما ساهمت المنهجية الرشيقه في التكيف السريع مع أي تغييرات جديدة أو ملاحظات من المستخدمين أو المشرفين، مما ضمِنَ تطوير نظام فعال ومطابق للتوقعات.



دراسة جدوی المشروع

الأهداف:

- يهدف المشروع إلى تقديم أداة ضغط صور عبر الإنترنت تعتمد على تقنيات **BTC** ، تتيح للمستخدمين تقليل حجم الصور الرمادية مع الحفاظ على جودتها، مما يوفر مساحة تخزين ويسهل نقل الصور.

الفوائد المتوقعة:

- **اقتصادية**: يساعد النظام في تقليل حجم الصور، مما يؤدي إلى توفير مساحة تخزين، وتقليل تكاليف نقل البيانات.
- **تقنية**: تقديم تقنية **BTC** على منصة ويب متاحة لجميع المستخدمين، مما يتيح التعرف على إمكانيات هذه التقنية وتحسين استخدامها.

الجدوى الفنية:

- **التقنيات المتاحة**: الأدوات المستخدمة في التطوير، مثل **JavaScript** و **CSS** و **HTML** و **Python** و **Node.js**، كلها متاحة بشكل مجاني ومدعومة على نطاق واسع.
- **الإمكانية التقنية**: بالنظر إلى الأدوات المستخدمة وبيئة التطوير، فإن المشروع ممكن تقنياً وقابل للتنفيذ من قبل فريق ذي خبرة في هذه التقنيات.

الجدوى الزمنية:

- من المتوقع أن يستغرق المشروع، حسب منهجية التطوير المتبعة، وقتاً محدوداً لتطوير النسخة الأولية وتجريبيها، مما يجعل الإطار الزمني مقبولاً لعرضه كمشروع جامعي.

الجدوى الاقتصادية:

- **تكلفة التطوير**: تعد التكاليف منخفضة نظراً لاعتماد أدوات مفتوحة المصدر.
- **الفائدة مقارنة بالتكلفة**: نظراً لإمكانية استغلال المشروع لاحقاً كأداة تعليمية أو خدمة متاحة عبر الإنترنت، يمكن للمشروع أن يكون استثماراً مفيدةً.



إدارة المشروع

موارد المشروع

الموارد التقنية

- **أجهزة الحاسوب:** أجهزة ذات كفاءة مناسبة لتطوير وختبار خوارزميات الضغط ومعالجة الصور.
- **خادم ويب (Glitch):** لتشغيل الخادم الخلفي وتقديم الخدمة عبر الإنترنت.
- **خادم تخزين (Glitch):** لتخزين ملفات الصور التي يتم تحميلها، والملفات المضغوطة بصيغة .btc.
- **أدوات البرمجة والتطوير:**
 - .Visual Studio 2019 : لتحرير الأكواد وتطوير الواجهة الأمامية والخلفية Offline.
 - .Python : لتنفيذ وختبار خوارزميات الضغط في بيئة Google Colab

البرامج والتقنيات المستخدمة

- **JavaScript, CSS, HTML:** لتطوير الواجهة الأمامية.
- **Node.js:** لتطوير الخادم الخلفي.
- **Python:** لتطوير خوارزميات الضغط وتنفيذها.

المكتبات:

- **NumPy:** لمعالجة البيانات العددية في Python.
- **PIL:** لمعالجة الصور في Python.
- **Matplotlib:** لعرض وتحليل نتائج الضغط بشكل بياني.
- **time:** حساب الوقت اللازم لمعالجة وضغط الصور



برامج خارجية:

- موقع Convertio لتحويل صيغ الملفات، استُخدم لتحويل ملفات **JPEG** إلى ملفات **BMP**.
- و **PNG**. لمقارنة **الضغط** مع الصيغة المبتكرة **BTC**.

The screenshot shows the Convertio website interface. At the top, there's a navigation bar with links like Video Maker, Add Subtitles to Video, Compress Video, Video Editor (NEW), GIF Editor, and Video Translator. Below the navigation is the Convertio logo and a menu with Convert, OCR, API, Pricing, and Help. To the right, there are links for My Files (with 6 items), Login, and Sign Up. The main area is titled "File Converter" with the sub-instruction "Convert your files to any format". It features a large red "Choose Files" button and three file icon buttons (document, image, video). Below these is a note: "Drop files here. 100 MB maximum file size or [Sign Up](#)". A success message at the top states: "We've converted 2,942,289,048 files with a total size of 53,893 TB".

- برنامج Console باستخدام Python لحساب قيمة الضغط باستخدام تقنيات **JPG** و **PNG** للمقارنة.

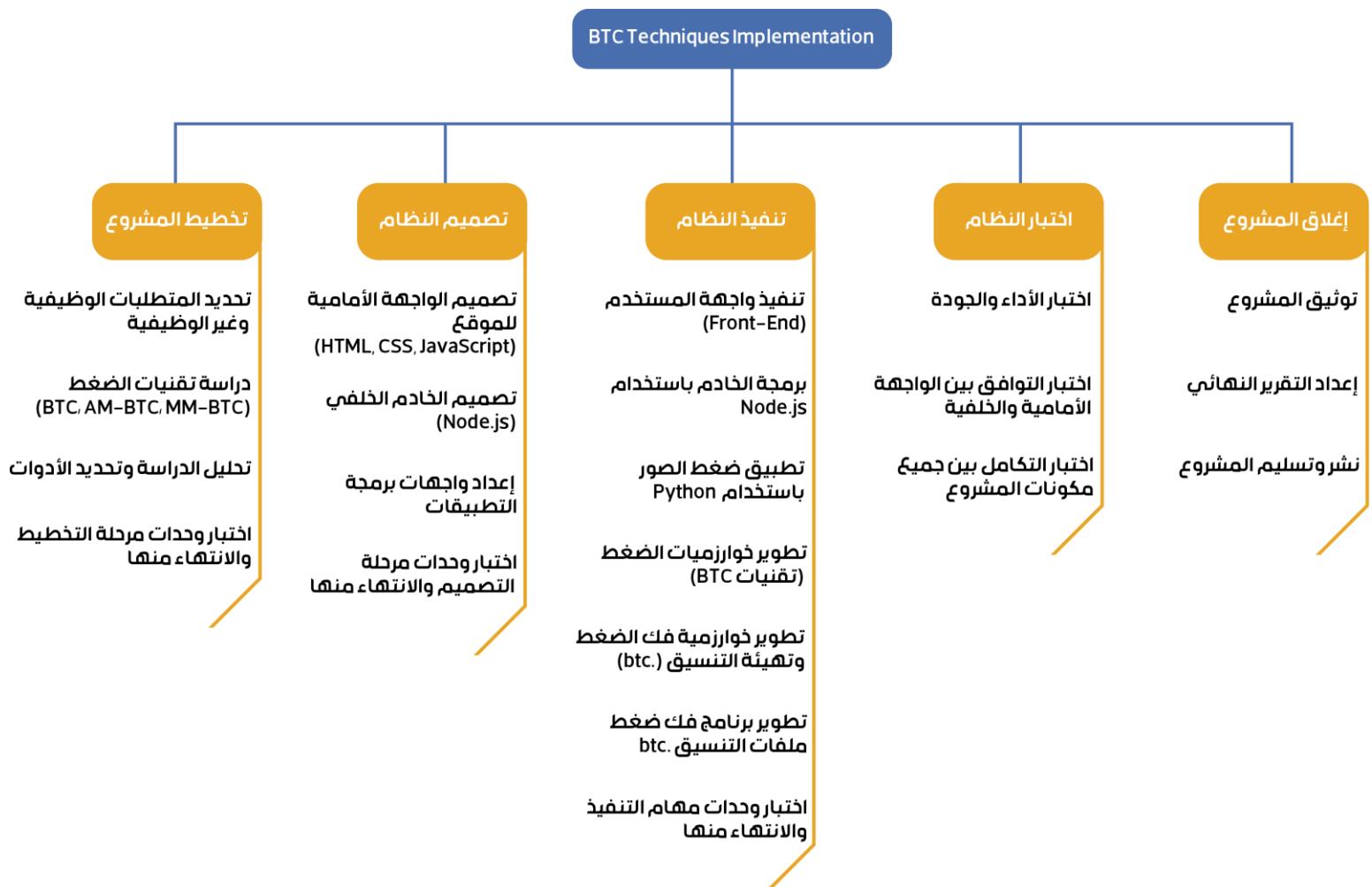
الموارد الزمنية

- الجدول الزمني**: الموارد الزمنية تشمل الوقت المطلوب لكل مرحلة من مراحل المشروع، كما تم تضديده في الجدول الزمني، مثل:

- **التخطيط**.
- **التصميم**.
- **التنفيذ**.
- **الاختبار**.
- **الإغلاق**.



هيكل تجزئة المشروع WBS





جدول تنظيم المهام

المسؤول	المهمة	رقم المهمة
ABD	تحديد المتطلبات الوظيفية وغير الوظيفية	1.1
ABD & ODAI	دراسة تقنيات الضغط (MM-BTC, AM-BTC, BTC)	1.2
ABD	تحليل الدراسة وتحديد الأدوات	1.3
ABD	اختبار وحدات مرحلة التخطيط والانتهاء منها	1.4
ABD	تصميم الواجهة الأمامية للموقع	2.1
ODAI	تصميم الخادم الخلفي (Node.js)	2.2
ODAI	إعداد واجهات برمجة التطبيقات	2.3
ABD & ODAI	اختبار وحدات مرحلة التصميم والانتهاء منها	2.4
ODAI	تنفيذ واجهة المستخدم (Front-End)	3.1
ODAI	برمجة الخادم باستخدام Node.js	3.2
ABD	تطبيق ضغط الصور باستخدام Python	3.3
ABD	تطوير خوارزميات الضغط (تقنيات BTC)	3.4
ABD & ODAI	تطوير خوارزمية فك الضغط وتهيئة التنسيق (btc.)	3.5
ODAI	تطوير برنامج فك ضغط ملفات التنسيق btc.	3.6
ABD	اختبار وحدات مهام التنفيذ والانتهاء منها	3.7
ABD & ODAI	اختبار الأداء والجودة	4.1
ABD & ODAI	اختبار التوافق بين الواجهة الأمامية والخلفية	4.2
ABD	اختبار التكامل بين جميع مكونات المشروع	4.3
ABD	توثيق المشروع	5.1
ABD	إعداد التقرير النهائي	5.2
ABD & ODAI	نشر وتسليم المشروع	5.3



الجدول الزمني للمشروع

المدة	النهاية	البداية	المهمة
أسبوع	20\6	12\6	الخطيط
أسبوعين	4\7	21\6	التصميم
9 أسبوع	12\9	5\7	التنفيذ
4 أسبوع	10\10	13\9	الاختبار
خمس أيام	16\10	11\10	الإغلاق



جداول حالات الاستخدام

ضغط الصورة	1- اسم الحالة
يسعى المستخدم بتحميل صورة واستخدام تقنية BTC لضغطها وتحويلها إلى صيغة .btc.	الوصف
المستخدم (خارجي)، النظام أو الخادم (داخلي)	الجهات الفاعلة
المستخدم يرغب في تقليل حجم صورة معينة	المسببـات
صورة مضغوطة بصيغة .btc.	النتائج
1. يقوم المستخدم بتحميل الصورة 2. يقوم النظام بتطبيق تقنية BTC لضغط الصورة 3. يتم تحويل الصورة إلى ملف بصيغة .btc. ويتم توفيره للمستخدم	خطوات سير العملية

فك ضغط الصورة	2- اسم الحالة
يسعى المستخدم بتحميل ملف .btc. وإعادة تحويله إلى صورة مقاربة للأصل بعد فك الضغط	الوصف
المستخدم (خارجي)، النظام أو الخادم (داخلي)	الجهات الفاعلة
المستخدم يرغب في استرجاع الصورة الأصلية من الملف المضغوط	المسببـات
صورة مسترجعة مقاربة للأصل	النتائج
1. يقوم المستخدم بتحميل ملف .btc. 2. يقوم النظام بفك الضغط باستخدام التقنية المناسبة 3. يتم إعادة بناء الصورة وتوفيرها للمستخدم	خطوات سير العملية



عرض مؤشرات الأداء	3- اسم الحالة
الوصف	
الجهات الفاعلة	
يعرض النظام مؤشرات جودة الضغط مثل CR ، SSIM، و PSNR بعد كل عملية ضغط	
المستخدم(خارجي)، النظام أو الخادم (داخلي)	المسبّبات
يرغب المستخدم في معرفة مستوى جودة الضغط	النتائج
يرغب المستخدم في معرفة مستوى جودة الضغط	خطوات سير العملية
عرض مؤشرات الأداء على الواجهة	1. بعد ضغط الصورة، يقوم النظام بحساب مؤشرات الأداء
	2. يتم عرض المؤشرات للمستخدم مع الصورة النهائية



التنفيذ

- تنفيذ الخوارزميات:

جمع المعلومات، إجراء الدراسة، ترميز الخوارزميات، اختبار أداء الترميز، اختبار التقنيات وجمع القيم، تحليل القيم ومعالجتها، كتابة مخرجات الدراسة والمقارنات المطلوبة.

- تنفيذ المنصة:

اختيار بيانات العمل، تصميم الـ **Client side** الواجهات، إنشاء الواجهات، تصميم الـ **Server side** تنفيذ الـ **Back-end**. اختبار المنصة **locally**. استضافة المنصة (**Hosting**). اختبار عمل المنصة من جهاز آخر.

لمحة عن التنفيذ

- تم تطوير المشروع وتنفيذه باستخدام عدة بيانات وأدوات لضمان المرونة والكفاءة. تم العمل على نظام التشغيل **ويندوز 10** كمنصة رئيسية للتطوير، وتم استخدام **Google Collab** لتحليل الصور ورسم البيانات البيانية باستخدام مكتبة **NumPy**, حيث كانت مكتبة **NumPy** أساسية للحسابات العددية، بينما استُخدمت مكتبة **Matplotlib** لتوضيح النتائج بيانياً.

- تم تصميم الواجهة الأمامية باستخدام **HTML** و **CSS** و **JavaScript**. وذلك لتقديم تجربة مستخدم سلسة وجذابة، فيما تم اعتماد **Node.js** على الخادم الخلفي للتعامل مع طلبات الخفط وإدارة التفاعل بين الخادم والعميل.

- اعتمدنا في إدارة وتطوير المشروع على منهجيات **البرمجة القصوى-Extreme Programming** و **إدارة المشاريع الرشيقية-Agile**, حيث ساعدت هذه المنهجيات في تحقيق دورات تطوير متكررة، مع إجراء اختبارات متكررة وتعديلات سريعة وفق متطلبات المشروع وردود الفعل، مما ساهم في تقديم نتائج عالية الجودة ومركزة على احتياجات المستخدم.



- يتكون نظامنا من نموذج عميل-خادم، حيث يتم التواصل بين المكونات من خلال واجهات برمجة

التطبيقات (APIs) باستخدام أسلوب RESTful . يتضمن النظام مكونين رئيسيين:

- **واجهة المستخدم:** يتم تصميم واجهة المستخدم باستخدام صفحات HTML مع

تنسيق CSS ونمذجة JavaScript . تقدم هذه الواجهة خدمة الضغط، حيث تتيح

للمستخدمين تحميل الصور وتحليلها باستخدام تقنيات تشفير النمط الكتلي - Block

.Truncation Coding)

- **الخادم:** يتولى الخادم معالجة البيانات وتنفيذ عمليات الضغط من خلال تقنيات BTC .

تم هذه العمليات باستخدام Python و Node.js ، مع الاستفادة من مكتبات NumPy و

Matplotlib . تجدر الإشارة إلى أنه لا توجد قاعدة بيانات لإدارة البيانات في هذا

النظام، مما يجعل التصميم بسيطاً وفعلاً. ولكن تم تحميل الصور المعيارية، Lena (

Cameraman, Baboon) ضمن السيرفر بحيث يستطيع المستخدم اختيار صورة من هذه

الثلاث صور لتجربة الخدمة بشكل مباشر دون الحاجة لرفع الصورة.

- نقوم بتحليل أداء تقنيات BTC من خلال دوال تحسب مؤشرات الأداء، بما في ذلك نسبة

الضغط (CR) ، مؤشر التشابه الهيكلي (SSIM) ، نسبة الإشارة إلى الضجيج (PSNR) ، ووقت

التنفيذ. نستخدم مكتبة NumPy و Time لإجراء هذه الحسابات بدقة.

بهذا التصميم، يسعى النظام إلى تقديم تجربة مستخدم سلسة مع معالجة فعالة للصور، مما يسهل

تقييم فعالية خوارزميات الضغط المختلفة وتحقيق أهداف المشروع بكفاءة.



تقنيات BTC

تعتبر **تقنيات الترميز المبتور للكتل** (Block Truncation Coding - BTC) إحدى تكنيات ضغط الصور القديمة، حيث تم تقديمها في سبعينيات القرن الماضي، وهي من الأساليب المهمة في ضغط الصور ذات النطاق الرمادي مع الحفاظ على تفاصيل الأساسية. حيث يتم تقسيم الصورة إلى كتل صغيرة ثم ترميزها بطريقة تقلل من حجم البيانات مع الحفاظ على العيادات البصرية الأساسية. يتميز هذا النهج بقدرته على إنتاج صور بجودة مناسبة للمشاهدة، وهو ما يجعله مناسباً للاستخدامات التي تتطلب عرضاً سريعاً للصور المضغوطة، كالتطبيقات البيانية والرسمية. وتنوع تكنيات BTC إلى عدة أساليب، أبرزها **BTC القياسي**, MM-BTC, AM-BTC، حيث يقدم كل منها توازنًا مختلفاً بين جودة الصورة المضغوطة وحجم البيانات الناتج. نستعرض فيما يلي كلًا من هذه التقنيات:

- عملية BTC الأساسية:

تمثل الخطوة الأساسية في BTC في تقسيم الصورة إلى كتل صغيرة، وغالباً تكون مربعة بحجم $n \times n$. ويستخدم تحليل الإحصاء الأساسي، مثل حساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري، لتحديد كيفية ضغط الكتلة. كل كتلة يتم تعويذتها بمصفوفة ثنائية وحسابات تعكس التباين الضؤي الأساسي للكتلة. يتم تحديد قيمة متوسطة للسطوع تمثل عتبة لفصل البكسلات داخل الكتلة إلى قيمتين ثابتتين: قيمة عليا للبكسلات التي تتجاوز المتوسط، وقيمة دنيا للبكسلات التي تقع دونه. يُستخدم الانحراف المعياري لتحديد القيم العليا والدنيا، مما يعكس مدى تشتت قيم السطوع حول المتوسط، كما يتم إنشاء خريطة ثنائية تمثل توزيع البكسلات بالنسبة إلى العتبة الوسطى، ليتم تخزين البيانات المضغوطة بشكل مُحكم باستخدام القيم المحددة والخريطة الثنائية.



الخطوات الرياضية:

حساب المتوسط (Mean) للكتلة:

$$M = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{i,j}$$

حيث n تمثل بعد الكتلة المقسومة للصورة، $X_{i,j}$ تمثل قيمة كل بكسل داخل الكتلة، و M يمثل قيمة السطوع العامة للكتلة.

حساب الانحراف المعياري (Standard Deviation) للكتلة:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (M - X_{i,j})^2}$$

يمثل الانحراف المعياري تباين السطوع في الكتلة. قيم الانحراف المعياري المرتفعة تشير إلى تباين ضوئي قوي بين البكسلات، بينما تشير القيم المنخفضة إلى تجانس في السطوع.

تحديد الصورة الثنائية (Binary Image):

بعد حساب الوسط، يتم تعين كل بكسل في الكتلة إلى 1 أو 0، بناءً على قيمته مقارنةً بالوسط:

$$B_{i,j} = \begin{cases} 0 & \text{if } X_{i,j} \leq M \\ 1 & \text{if } X_{i,j} > M \end{cases}$$

حيث $B_{i,j}$ هو القيمة الثنائية للبكسل، وتستخدم هذه المصفوفة الثنائية لإعادة بناء الكتلة عند فك الخفط.

تحديد القيم العليا والسفلى:

يُرمز للمستويات العليا والدنيا في الصورة المضغوطة بـ H و L :

$$L = M - \sigma$$

$$H = M + \sigma$$

تستخدم H و L كحدود لضمان إعادة بناء الصورة بشكل يراعي التباين الأساسي.



تقنية Absolute Moment BTC (AM-BTC)

تم تطوير AM-BTC كتحسين لـ BTC التقليدي، وهي تستخدم المتوسط المطلق للفروق لضبط قيم H و L بحيث تصبح أكثر دقة. فيها يتم حساب قيم البكسلات داخل الكتل بشكل مماثل لتقنية BTC القياسي، لكن يتم استبدال الانحراف المعياري بالمطلق المتوسط (Absolute Moment). حيث يتم تحديد قيمتين عليا ودنيا عن طريق إضافة وطرح قيمة المطلق المتوسط من المتوسط نفسه، ويستخدم هذا المقياس للتعبير عن انحرافات البكسلات عن المتوسط بشكل أدق من الانحراف المعياري. يعطي AM-BTC تمثيلاً مغايراً للتباين داخل الكتلة، حيث يستند على انحرافات غير مربعة، مما يؤدي إلى توزيع قيم داخل الكتلة بطريقة أكثر تناسقاً مع الانحرافات الحقيقية في الصورة.

الخطوات الرياضية

حساب المتوسط (Mean) للكتلة:

$$M = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{i,j}$$

حساب القيم العليا والسفلى باستخدام متوسط الفرق المطلق:

$$H = M + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_{i,j} - M|}{p}$$

$$H = M - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_{i,j} - M|}{q}$$

حيث p هو عدد البكسلات التي تساوي أو تتجاوز M ، و q هو عدد البكسلات التي تقل عن M . يعمل هذا التعديل على تحسين دقة مستويات الضغط عبر تعريف قيم مختلفة حسب البكسلات الأقل والأكثر سطوعاً من المتوسط.

الصورة الثنائية (Binary Image):

يتم تحديد الصورة الثنائية كما في تقنية BTC، حيث يتم تحويل كل بكسل إلى 1 أو 0 حسب علاقته بالوسط الحسابي M .



تقنية Minimum-Maximum BTC (MM-BTC)

التمثيل هنا يعتمد على تحديد **القيمة القصوى والقيمة الدنيا** داخل كل كتلة بدلاً من الاعتماد على المتوسط أو الانحرافات. يتم حساب كل من القيمتين العليا والدنيا مباشرةً من القيم القصوى والدنيا للبكسلات داخل الكتلة، مما يعكس التباين الحادة والمطرفة داخل الكتلة بشكل أكثر وضوحاً. بدلاً من الاعتماد على خريطة ثنائية لتحديد البكسلات، يتم ترميز الكتلة باستخدام القيمتين العليا والدنيا فقط، حيث تُستخدم هذه القيم لتحديد مستوى السطوع داخل الكتلة، مما يجعل MM-BTC أكثر تميضاً في معالجة الحواف الحادة والتباينات العالية.

الخطوات الرياضية

حساب المتوسط (Mean) للكتلة:

$$M = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{i,j}$$

تحديد الحد الأدنى (Minimum) للكتلة:

$$\forall i, j \in block \quad L = \min(X_{i,j})$$

حيث أن L يمثل أقل قيمة بكسل في الكتلة، مما يساهم في ضبط تباين الصورة المضغوطة.

تحديد القيمة العليا (Upper Level):

$$H = M + (M - L)$$

يستخدم H الفرق بين المتوسط والحد الأدنى لضبط تباين الصورة عند إعادة البناء.

الصورة الثنائية (Binary Image):

كما في الطريقتين السابقتين، يتم تحويل كل بكسل إلى قيمة ثنائية بناءً على علاقته بالمتوسط M .



تمثل هذه التقنيات أساليب ضغط الصور منخفضة التكلفة، وهي مناسبة للتطبيقات التي لا تتطلب جودة عرض عالية الدقة. وقد تم استخدامها في تطبيقات رسومية وإحصائية حيث يكون الهدف الأساسي هو تقديم الصور بسرعة مع تقليل حجم التخزين. وبينما يحقق **BTC** القياسي توازنًا أساسياً في تقليل حجم التخزين والسرعة، توفر **AM-BTC** و **MM-BTC** مستويات أعلى من الدقة والتفاصيل. وبهذا، تُعد **BTC** أحد الأساليب العملية في ضغط الصور ذات المستويات الرمادية.



حساب مؤشرات الأداء لتقنيات الضغط

تعد مؤشرات الأداء أدوات حاسمة لتقدير جودة وفعالية تقنيات ضغط الصور، حيث تتيح فهماً عميقاً لقدرة التقنية على تقليل حجم البيانات مع الحفاظ على التفاصيل الأساسية للصورة. في هذا القسم، نستعرض المؤشرات الرئيسية المستخدمة في المشروع وكيفية حسابها رياضياً.

نسبة الضغط (Compression Ratio - CR)

هي نسبة تعبر عن مدى تقليل حجم الصورة الأصلية بعد عملية الضغط، مما يساعد على تقليل مساحة التخزين واستهلاك النطاق الترددية. يُحسب هذا المؤشر كالتالي:

$$CR = \frac{Orginal\ Image\ Size}{Compressed\ Image\ Size}$$

- حيث أن CR يمثل نسبة الضغط، وحجم الصورة الأصلية هو حجم الملف قبل عملية الضغط، وحجم الصورة المضغوطة هو حجم الملف بعد الضغط (**.btc**).
- تشير نسبة ضغط أعلى (مثلاً 10:1) إلى تحقيق ضغط كبير حيث تصبح الصورة المضغوطة أصغر بعشرة أضعاف من الأصل، بينما تدل نسبة ضغط أقل (مثلاً 2:1) على تقليل محدود في حجم الصورة.

نسبة توفير المساحة : (Space Saving – SS)

وهي نسبة المساحة الموفرة بعد الضغط. وهي مؤشر على أداء تقنية الضغط بحيث كلما زادت النسبة كلما كانت التقنية تقوم بالضغط بشكل أكبر وتوفير مساحة تخزين أكثر.

تحسب من خلال العلاقة التالية:

$$SS = 1 - \frac{Compressed\ Size}{Uncompressed\ Size}$$



مؤشر التشابه الهيكلي (Structural Similarity Index - SSIM)

هو مؤشر يقيس مدى التشابه بين الصورة الأصلية والصورة المضغوطة، مع التركيز على تفاصيل الصورة كالسطوع والتباين والتركيز. يتراوح SSIM بين -1 و 1، حيث تشير القيم القريبة من 1 إلى تشابه عالي بين الصورتين.

يتم حساب SSIM باستخدام الصيغة التالية:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C1).(2\sigma_{xy} + C2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C1).(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C2)}$$

- حيث:
- μ_x, μ_y يمثلان متوسط السطوع للصورة الأصلية والمضغوطة.
- σ_x^2, σ_y^2 هما تباين الصورتين.
- σ_{xy} هو التباين المشترك بين الصورتين.
- ثوابت صغيرة لمنع التقسيم على الصفر. $C1, C2$



نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Peak Signal-to-Noise Ratio - PSNR)

تعتبر مؤشرًا لجودة الصورة المضغوطة مقارنةً بالأصل، حيث تقيّم مدى التشوه الناتج عن عملية **الضغط**. يتم التعبير عن **PSNR** بوحدات الديسيبل (dB)، وتدل القيمة العالية (أكبر من 30 ديسيبل) على جودة أفضل.

يتم حساب **PSNR** باستخدام الصيغة التالية:

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right)$$

حيث:

MAX_I هو أقصى قيمة ممكنة للبكسل (عادة 255 للصور ذات 8 بت).

MSE هي متوسط مربع الخطأ بين الصورة الأصلية والمضغوطة، وتحسب كالتالي:

$$MSE = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [I(i,j) - K(i,j)]^2$$

- حيث (i, j) و $K(i, j)$ هما قيمة البكسل في الموقع (i, j) لكل من الصورة الأصلية والصورة المضغوطة على الترتيب.

زمن التنفيذ (Execution Time)

هو الزمن المستغرق لإتمام عملية الضغط وفك الضغط معاً. يُستخدم زمن التنفيذ لتقييم كفاءة النظام من حيث السرعة عادةً وليس دقيقاً لتقييم أداء التقنية؛ لأن قوة الحواسيب المستخدمة أو السيرفرات هي الأساس في تحديد هذا العامل (مع أثر بسيط لتعقيد عملية الضغط نفسها - لا يذكر)، وهو أمر مهم خاصةً عندما يتعلق الأمر بالتطبيقات التي تتطلب استجابة سريعة.

يتم قياس زمن التنفيذ بوحدات الزمن (الثانية)، ويتم حسابه عبر تسجيل الوقت عند بدء العملية وإنتها، ثم طرح الزمانين كالتالي:

$$\text{Execution Time} = \text{Start Time} - \text{End Time}$$



تدفق البيانات

كيف يجري ورود البيانات ومعالجتها وعرضها على النظام، في هذا القسم سنستعرض مراحل هذا التدفق وتقنياته.

تحميل الصور:

- يقوم المستخدم بزيارة واجهة المستخدم على الموقع، حيث يجد خياراً لتحميل الصور.
- عند اختيار صورة وتحميلها، يتم إرسال الصورة المعرفة إلى الخادم عبر واجهة برمجة التطبيقات **HTTP POST** (RESTful API) باستخدام طلب **HTTP POST**.
- يتم التحقق من صحة الصورة المعرفة للتأكد من أنها بصيغة متوافقة (مثل JPEG أو PNG).

ضغط الصور:

- بعد تحميل الصورة، يتولى الخادم معالجة الصورة باستخدام خوارزمية الضغط المعتمدة على تقنية تشفير النمط الكتلي (Block Truncation Coding).
- يتم استخدام مكتبات Python مثل Matplotlib و NumPy لتنفيذ عملية الضغط. تتضمن العملية تقسيم الصورة إلى كتل (blocks) وحساب القيم المناسبة لضغط كل كتلة.
- يتم قياس الأداء باستخدام مؤشرات مختلفة مثل نسبة الضغط (CR) و PSNR و SSIM، حيث يتم تنفيذ الدوال اللازمة لهذه الحسابات أثناء معالجة الصورة.

تنزيل أو عرض الصور:

- بعد إتمام عملية الضغط، يتم إرسال الصورة المضغوطة مرة أخرى إلى واجهة المستخدم.
- يمكن للمستخدم الآن إما تنزيل الصورة المضغوطة على جهازه عن طريق الضغط على زر التنزيل، أو عرض الصورة المضغوطة مباشرةً على الموقع.
- في حالة العرض المباشر، تُستخدم تقنيات JavaScript لإظهار الصورة المضغوطة في واجهة المستخدم، مما يتيح للمستخدم معاينة الصورة بعد الضغط.

من خلال هذا التدفق السلس للبيانات، يوفر النظام تجربة مستخدم سهلة وفعالة.



واجهات الويب

تم تحديد هوية الموقع من خلال:

- تصميم لوجو
- تحديد الألوان
- تصميم الواجهات عبر تطبيق Adobe XD

أيضاً تم تصميم الموقع بشكل متناسق مع كافة الأجهزة (كمبيوتر - أجهزة لوحية - موبايل) أي ويكون الموقع ببساطة من أربع صفحات:

- صفحة الترحيب:

وهي الصفحة التي تظهر عند البحث عن رابط المشروع، هي بمثابة صفحة ترحيب. تحتوي على زر "Compress Now" يأخذك لصفحة الضغط لضغط أي صورة رمادية وحساب مؤشراتها. تم التنسيق بحيث تتلائم مع هوية الموقع.

Gray-Scale three techniques compression

- Standard BTC
- AM-BTC
- MM-BTC

COMPRESS NOW



- صفحة الخدمة :

تحتوي صفحة الضغط على:

- خيار تحديد الصورة، إما من الصور المعيارية القياسية المحمولة مسبقاً على الموقع من خلال الضغط عليها فتتأثر بإطار بلون Cyan، أو رفع ملف من ملفات جهاز المستخدم.
- تظهر الصورة المحددة في إطارها الخاص.
- يمكن للمستخدم تحديد حجم الكتلة (إما 4x4 أو 8x8 أو 16x16).
- يمكن للمستخدم اختيار التقنية المراد تنفيذها على الصورة (BTC, AM-BTC, MM-BTC).
- يمكن للمستخدم ضغط الصورة باستخدام التقنية المحددة. فتظهر له الصورة المضغوطة باستخدام التقنية المختارة مع جدول يظهر فيه مؤشرات الضغط للصورة.
- مع زر لإمكانية تحميل الصورة المضغوطة كملف ثانوي بتنسيق .btc.
- يمكن للمستخدم مقارنة جميع التقنيات على صورته المختارة فتظهر ثلاثة صور وهم الصور المضغوطة بكل تقنية من التقنيات الثلاث، ويظهر أيضاً جدول يحتوي جميع مؤشرات الضغط (CR, SSIM, PSNR, Execution-Time). بالإضافة إلى ثلاثة أزرار لتحميل الصورة المضغوطة كملف ثانوي بتنسيق .btc.
- يمكن للمستخدم رفع ملف بتنسيق .btc. لفك ضغطه. تظهر له الصورة الأصلية ويمكن بالضغط على زر التحميل أن يحمل الصورة بعد فك ضغطها.

 SERVICE HOW IT WORKS ABOUT US
DOWNLOAD DOCUMENTATION

Choose a standard picture:





Or upload your picture



Block Size:

4x4

5x5

8x8

10x10



BTC



AM-BTC



MM-BTC

Lena.jpg

Standard BTC AM-BTC MM-BTC

Tech	BTC	AM-BTC	MM-BTC
CR	4.0	4.0	4.0
SSIM	0.9174160400442604	0.9174160400442604	0.9174160400442604
PSNR	28.32834315165971	28.32834315165971	28.32834315165971
Exec. Time	0.3779289722442627	0.3779289722442627	0.3779289722442627

32



صفحة "عن المشروع" -

- تحتوي هذه الصفحة تجريد أو مقدمة حول المشروع مع زر يمكن المستخدم من تحميل ميثاق المشروع .Documentation

Image compression is a fundamental technique in digital data processing, aimed at reducing the data size of images while maintaining their quality as much as possible. It plays a pivotal role in enhancing storage efficiency and minimizing bandwidth consumption when transmitting images over networks, enabling its application across diverse fields—from mobile devices to large-scale databases.

This project focuses on implementing grayscale image compression techniques using Block Truncation Coding (BTC), an effective and straightforward approach for balancing image quality and file size after compression. The project examines various BTC applications, including the standard BTC technique, as well as advanced methods like AM-BTC and MM-BTC. Each technique is analyzed and evaluated in terms of compression quality and speed.

A new .btc file format has been developed as part of the project to store the binary representation of compressed images, significantly reducing file size. Additionally, a program was developed to decompress '.btc' files and reconstruct the original image with manageable data loss, achieving an optimal balance between quality retention and minimized storage requirements. This solution provides users with a practical and efficient way to store and manage images.

Moreover, the project includes a web-based system that allows users to access image compression and decompression services efficiently and conveniently. This study aims to provide a comprehensive overview of the effectiveness of BTC techniques for grayscale images, evaluating compression results based on technical metrics such as Compression Ratio (CR), Structural Similarity Index (SSIM), and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). This insight enriches the understanding of BTC applications in digital image processing and brings image compression services directly to users through an accessible online platform.

[COMPRESS NOW](#) [DOWNLOAD DOCUMENTATION](#)

صفحة "من نحن" -

- تحتوي هذه الصفحة معلومات المطوريين، لمحة عنهم، وأزرار تحويل لصفحاتهم وايميلاتهم الشخصية للتواصل.

E.Abd Al-Rahmann

As a skilled software developer with hands-on experience in both software development and graphic design, my passion and fast learning ability along with time management have abled me to diversify my experience parallelly between software development and graphic design. My studying of IT engineering has aided me with academic static knowledge and problem-solving skills which makes me a valuable versatile asset in any team.

Odai Abo Rasheed



الدراسة العملية

تم اعتماد صيغة **.bmp**. في جميع الصور المعيارية القياسية التي تمت دراستها، وذلك لأنها:

- **دقة تفاصيل الصورة**

لأن **.bmp**. يحافظ على دقة وعمق الألوان الأصلية، فإنه يوفر دقة أعلى في الحسابات المتعلقة بجودة الصورة، مثل مؤشر التشابه الهيكلي (**SSIM**) ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (**PSNR**), مما يسهم في تقديم نتائج دقيقة وموثوقة.

- **مناسبة للبحث والتحليل الأكاديمي:**

نظرًا لخصائصها غير المفقودة، تستخدم صيغة **BMP** على نطاق واسع في الأبحاث الأكاديمية لتحليل خوارزميات الضغط. فهي تتيح بيئة مثالية لتحليل التأثيرات بدون أي تدخل من عوامل الضغط الأخرى، مما يجعل النتائج أكثر دقة وموثوقية.

- **سهلة للمعالجة والقراءة:**

تعتبر ملفات **BMP** صيغة بسيطة و مباشرة لتخزين الصور. فهي تحفظ البكسلات في هيئة مصفوفة بترتيب منتظم بدون تعقيдات الضغط أو التشفير، مما يجعلها سهلة القراءة والمعالجة من قبل الخوارزميات. يساعد ذلك في التركيز على ضغط البيانات ومعالجة الصورة بدون الحاجة إلى فك ضغط البيانات الأصلية.

في الدراسة العملية يوجد **مشكلة** في حساب الزمن اللازم لأداء كل تقنية، حساب هذا الزمن يتوقف بشكل رئيسي على أداء الحاسب أو السيرفر الذي يقوم بعمليات الضغط وسرعته. لا يوجد شك في موثوقية أداء السيرفر ولكن يوجد شك في سرعته. لذلك تم حساب الزمن على الحاسب بشكل **Local** حيث كان معالج الحاسب **Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1.99 GHz - 1.80GHz**

تم اختيار مجموعة صور معيارية قياسية لاختبار التقنيات وجمع النتائج من خلالهم، وهم:



Figure 2: Lena.bmp

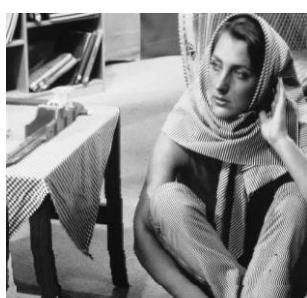


Figure 1: Barbara.bmp

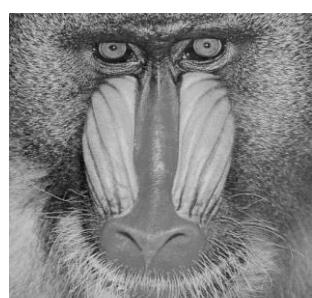


Figure 4: Baboon.bmp



Figure 3: Bridge.bmp



:4X4

باختيار حجم الكتلة المقسعة للصورة 4x4 تم جمع النتائج التالية:

:Lena.bmp -



Figure 7 - Standard-BTC



Figure 6 - AM-BTC



Figure 5 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	4:1	%75	0.9921270200035205	32.892230282206455	
AM-BTC	4:1	%75	0.9927337853122712	33.28645670623277	
MM-BTC	4:1	%75	0.9792339656755261	28.650768979558123	

:Barbara.bmp -



Figure 9 - Standard-BTC

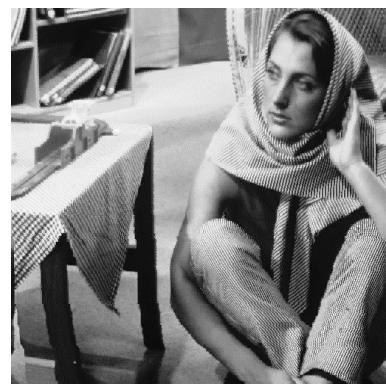


Figure 10 - AM-BTC



Figure 8 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	4:1	%75	0.9853846442277405	26.23317583226261	
AM-BTC	4:1	%75	0.9864632149652283	26.63535575796759	
MM-BTC	4:1	%75	0.9633749596077984	22.047783703608367	



:Baboon.bmp -

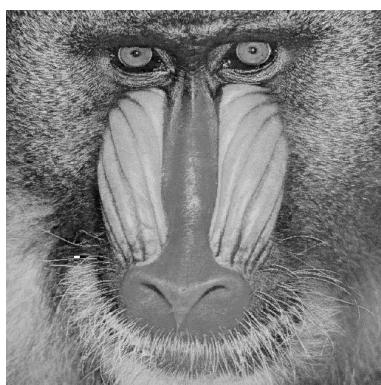


Figure 11 - Standard-BTC

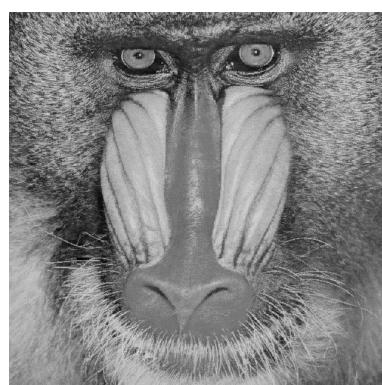


Figure 12 - AM-BTC

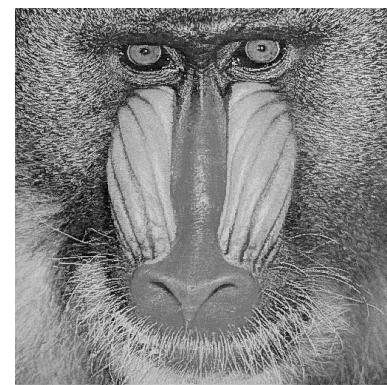


Figure 13 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	4:1	%75	0.9549366044155506	25.86573270384383	
AM-BTC	4:1	%75	0.9580129630105336	26.372119412092374	
MM-BTC	4:1	%75	0.8902986487219173	21.246335809511482	

:Bridge.bmp -



Figure 15 - Standard-BTC



Figure 14 - AM-BTC



Figure 16 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	4:1	%75	0.9394717706487409	22.42300701827436	
AM-BTC	4:1	%75	0.955545716556451	23.84728432445328	
MM-BTC	4:1	%75	0.9480702765924837	22.796415262629598	



:8x8

باختيار حجم الكتلة المقسعة للصورة 8x8 تم جمع النتائج التالية:

:Lena.bmp -



Figure 17 - Standard-BTC



Figure 18 - AM-BTC



Figure 28 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	6.4:1	%84	0.9826142732461506	29.407253293717037	
AM-BTC	6.4:1	%84	0.9838880012095895	29.834271767894958	
MM-BTC	6.4:1	%84	0.9404413024222175	23.84961991989799	

:Barbara.bmp -



Figure 20 - Standard-BTC

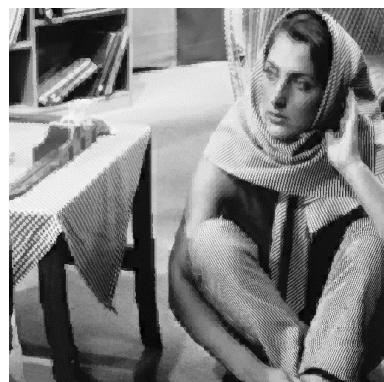


Figure 21 - AM-BTC

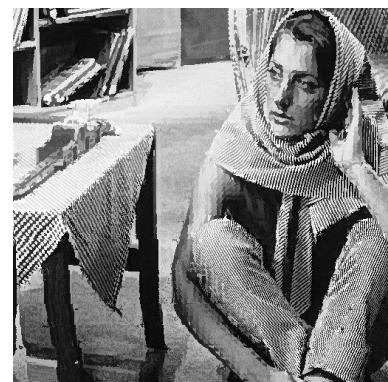


Figure 19 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	6.4:1	%84	0.9656615516975282	22.46624022691876	
AM-BTC	6.4:1	%84	0.9774034487174452	24.402808035500996	
MM-BTC	6.4:1	%84	0.920800077006878	18.441677196989655	



:Baboon.bmp -

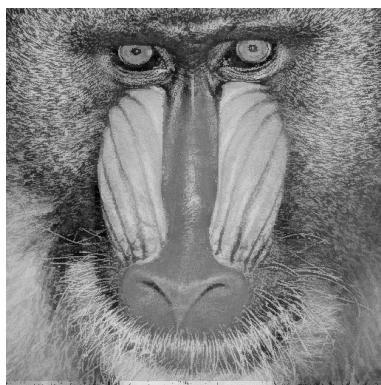


Figure 22 - Standard-BTC

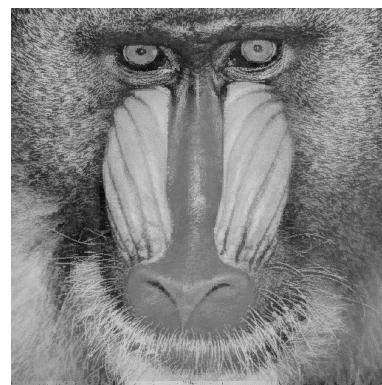


Figure 23 - AM-BTC

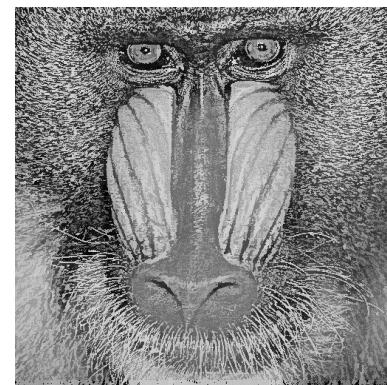


Figure 24 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	6.4:1	%84	0.9356093118697494	24.270636986666474	
AM-BTC	6.4:1	%84	0.9376440195726083	24.705475158075146	
MM-BTC	6.4:1	%84	0.796937600681569	17.749742731632264	

:Bridge.bmp -

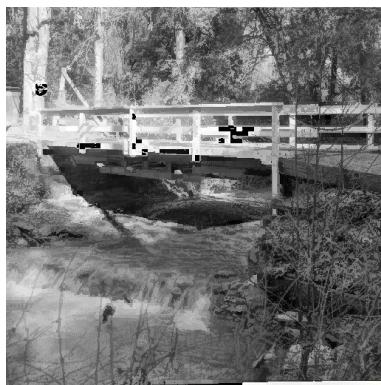


Figure 25 - Standard-BTC



Figure 26 - AM-BTC



Figure 27 - MM-BTC

Technique	CR	SS	SSIM	PSNR	Execution Time
Standard BTC	6.4:1	%84	0.875587008584951	19.269211176230286	
AM-BTC	6.4:1	%84	0.9128009782362599	20.938665670186655	
MM-BTC	6.4:1	%84	0.8741644187031169	18.468817147425693	



تحليل قيم الدراسة العملية

تم تسجيل مؤشرات الأداء لكل صورة مضغوطة. فيما يلي تحليل مقارن بين هذه التقنيات بناءً على نسبة الضغط (CR)، مؤشر التشابه الهيكلي (SSIM)، نسبة الإشارة إلى الضوضاء (PSNR)، وجودة الصورة المسترجعة.

فيما يلي جدول يعرض متوسطات القيم بناءً على العمليات على الصور المرجعية في الدراسة السابقة:

Block Size	Mean					
	Standard-BTC		AM-BTC		MM-BTC	
	SSIM	PSNR	SSIM	PSNR	SSIM	PSNR
4x4	0.9679	26.85	0.9732	27.52	0.9452	23.68
8x8	0.9398	23.85	0.9529	24.97	0.8831	19.63

التقنية القياسية (Standard BTC)

- حجم الكتل 4x4: حفظت التقنية القياسية BTC نسبة ضغط متوسطة بلغت 4:1 مع قيم عالية لمؤشر SSIM و PSNR، مما يدل على جودة جيدة للصورة المسترجعة. وقد أظهرت هذه التقنية أداءً متوازناً بشكل عام، خاصةً في الاحتفاظ بسطوع الصورة وتركيزتها.
- حجم الكتل 8x8: عند زيادة حجم الكتل، رفعت التقنية القياسية BTC نسبة الضغط إلى 6.4:1 بينما تراجعت قيم SSIM و PSNR قليلاً مقارنةً بحجم الكتل الأصغر، إلا أن الجودة كانت كافية للتطبيقات التي تتطلب ضغطاً أكبر مع جودة مقبولة.

تقنية AM-BTC

- حجم الكتل 4x4: أظهرت تقنية AM-BTC نسبة ضغط مماثلة للتقنية القياسية عند 4:1، ولكنها قدمت قيم SSIM و PSNR أعلى، مما يشير إلى قدرتها الأفضل في الاحتفاظ بالتفاصيل الدقيقة والبيان، وقد سجلت هذه التقنية عند حجم الكتلة هذا أداءً أفضل في الدراسة.
- حجم الكتل 8x8: مع زيادة حجم الكتل، حفظت تقنية AM-BTC نسبة ضغط 6.4:1 مع مؤشرات جودة أعلى مقارنةً بالتقنية القياسية.

**تقنيّة MM-BTC:**

- **حجم الكتل 4x4:** حصلت تكنية MM-BTC على نسبة ضغط تبلغ 4:1 أيضًا، ولكنها أظهرت قيم PSNR و SSIM أقل، خاصًّا في الصور ذات التفاصيل العالية مثل Baboon.bmp . وهذا يعني أن تكنية MM-BTC قد لا تكون فعالة في الحفاظ على تفاصيل الصورة.

- **حجم الكتل 8x8:** بزيادة حجم الكتل، بلغت نسبة الضغط 6.4:1، ولكن مؤشرات الجودة SSIM و PSNR كانت أقل مقارنة بتكنية AM-BTC ، مما يجعلها أقل كفاءة للاستخدام في الصور المعقدة.



مقارنة بين تقنيات BTC الثلاث وتقنيات JPEG وPNG

تمت مقارنة تقنيات BTC التقنية القياسية، MM-BTC، AM-BTC مع صيغ الضغط الشائعة JPEG و PNG على نطاق واسع، تقدم تقنيات BTC توازنًا فريداً بين الضغط والجودة.

JPEG: ضغط

- نسبة الضغط:** يوفر JPEG نسبة ضغط عالية تتراوح بين 8:1 إلى 50:1، مما يجعله فعالاً في التطبيقات التي تحتاج إلى تقليل كبير في حجم الملفات.
- الجودة:** يحتفظ JPEG بجودة مقبولة عند نسب الضغط العالية، ولكنه قد يظهر بعض التشوهات خاصةً في المناطق ذات التفاصيل الدقيقة.
- حالات الاستخدام:** يُفضل استخدام JPEG في الصور التي تُستخدم على الويب وتطبيقات الوسائط المتعددة حيث يكون التركيز على تقليل الحجم بدرجة كبيرة مع تقبل بعض الخسارة في الجودة.

PNG: ضغط

- نسبة الضغط:** يستخدم PNG ضغطاً غير ضياعي (Lossless)، وعادةً ما يحقق نسبة ضغط تتراوح بين 2:1 إلى 8:1.
- الجودة:** يحتفظ PNG بالجودة الأصلية تماماً، لكنه ينتج ملفات أكبر مقارنةً بـ JPEG و BTC.
- حالات الاستخدام:** يُفضل استخدام PNG في التطبيقات التي تتطلب دقة عالية، مثل الشعارات والرموز والصور ذات الخلفيات الشفافة.

BTC: تقنيات

- نسبة الضغط:** تقنيات BTC، وخاصة MM-BTC و AM-BTC عند حجم كتل كبير، تحقق نسب ضغط معتدلة تتراوح بين 4:1 إلى 6.4:1.
- الجودة:** تتميز تقنيات BTC، وخاصة AM-BTC، بقدرتها على الاحتفاظ بجودة مقبولة في الصور ذات التدرجات الرمادية، لكنها قد لا تكون فعالة مثل JPEG في تقليل الحجم.
- حالات الاستخدام:** تعتبر تقنيات BTC مناسبة للتطبيقات العلمية والأكاديمية حيث يُفضل الحصول على توازن بين الجودة والحجم، خاصةً في الصور الرمادية.



نتائج الدراسة

نتائج نظرية

تم تسجيل الاستنتاجات التالية في المقارنة بين تقنيات ضغط BTC الثلاث:

- يمكن استخدام التقنية القياسية BTC عندما يكون التوازن بين الجودة والضغط متوسطاً.
- يمكن استخدام AM-BTC في الحالات التي تتطلب جودة عالية واحتفاظاً بالتفاصيل الدقيقة، حيث توفر مؤشرات SSIM و PSNR أعلى ومن الممكن اعتبارها **التقنية الأمثل** لتحقيق أعلى مؤشرات أداء.
- يمكن استخدام MM-BTC عندما يكون هناك حاجة لتحقيق ضغط أعلى مع قبول جودة أقل قليلاً، عادةً في التطبيقات التي لا تتطلب تفاصيل دقيقة.

تحقيق نسبة ضغط عالية: أظهرت نتائج الاختبارات أن تقنيات تشفير النمط الكتلي (BTC) تحقق نسبة ضغط تبدأ من 75% وتعلو حسب مقدار الجودة المطلوب المحافظة عليها (يمكن تحديد ذلك عن طريق زيادة حجم الكتلة) مما يجعلها فعالة في تقليل حجم الصور.

جودة الصورة المحفوظة: تم قياس جودة الصور المضغوطة باستخدام مؤشرات SSIM و PSNR. أظهرت النتائج أن الصور المضغوطة بواسطة BTC خاصة AM-BTC ، توفر توازناً جيداً في التطبيقات التي تتطلب ضغطاً معتدلاً مع جودة معقولة، حيث بلغ متوسط PSNR حوالي 28 ديسibel، مما يشير إلى الحفاظ على التفاصيل المهمة في الصورة مقارنة بالصور الأصلية.

مقارنة مع تقنيات أخرى: عند مقارنة BTC بتقنيات ضغط أخرى مثل JPEG و PNG، أظهرت النتائج أن JPEG هو الخيار المثالي للتطبيقات التي تتطلب نسبة ضغط عالية مع المحافظة على دقة عالية، بينما PNG يُستخدم عندما تكون المحافظة على الجودة ضرورة حيث تكون بدون خسارة للجودة. بينما JPEG تتفوق في جودة الصورة النهائية. ولكن تقوم BTC بتوفير توازناً جيداً في التطبيقات التي تتطلب ضغطاً معتدلاً مع جودة معقولة.



نتائج عملية

تم تطوير خوارزميات تنفيذ عمليات الضغط باستخدام تقنيات BTC الثلاث بشكل فعال.

تم تطوير ترميز لحساب مؤشرات الأداء عند كل عملية ضغط لأي صورة رمادية.

تم إنشاء صيغة ملف `btc`. تحمل البيانات الثنائية للصورة المراد ضغطها، يكون قابل لفك الضغط.

تم تطوير برنامج فك ضغط الصورة من الصيغة `btc`. وتحويلها إلى صورة مرئية بالصيغة `.bmp` (Bitmap).

تم تطوير تطبيق ويب Web Application يقوم بتقديم خدمة الضغط وفك الضغط حسب تقنيات BTC الثلاث وذلك من خلال واجهات مستخدم جذابة ومتناسبة مع الهوية البصرية للمشروع وبالتنسيق مع متصفحات الويب المختلفة ومختلف الأجهزة (كمبيوتر – جهاز لوحي – موبايل) من خلال تصميم Responsive Web Design ضغطها بشكل آمن.



الآفاق المستقبلية والتوصيات

- يُوصى بالاستمرار في تحسين خوارزمية BTC عبر تنفيذ أساليب جديدة مثل **التعلم العميق** لتحسين أداء الضغط.
- يمكن استكشاف إمكانية **دمج خوارزميات ضغط متعددة** للحصول على أفضل النتائج الممكنة.
- يبرز أهمية إجراء تحليلات دورية لأداء تقنيات الضغط، حيث يمكن أن تسهم في اكتشاف مجالات التحسين وتحديث النظام بناءً على أحدث الأبحاث والاتجاهات في مجال ضغط الصور.



References

- Chih-Hsiang Chang, Y.-C. H. (2003). *Edge Detection Using Block Truncation Coding*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/220360268_Edge_Detection_Using_Block_Truncation_Coding
- Convertio. (n.d.). Retrieved from <https://convertio.co/ar/>
- InformationTech. (2021). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=B0NAGGv6-HA&t=3s>
- Owen Robert Mitchell, D. L. (1984). *Absolute Moment Block Truncation Coding and Its Application to Color Images*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/224733361_Absolute_Moment_Block_Truncation_Coding_and_Its_Application_to_Color_Images
- ScienceDirect. (2017). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/block-truncation-coding>
- Somasundaram Karuppanagounder, V. A. (2010). *Efficient Block Truncation Coding*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/371291802_Efficient_Block_Truncation_Coding
- Wikipedia. (2023). *BTC*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Block_Truncation_Coding