

## ضغط بيانات

**ضغط البيانات** أو مصدر الترميز (بالإنجليزية: Data compression) في علوم الحاسوب والمعلومات النظرية، هو عملية تشفير المعلومات حيث تأخذ حيزا قليلا من المساحة. ويوجد العديد من البرامج التي تقوم بضغط البيانات من أشهرها وين زيب.

يختلف نوع ما من المقاييس المستخدمة لضغط البيانات الرقمية باختلاف بشكل ملحوظ جدا على نوع الضغط المستخدمة وطريقة التطبيق الذي يتم استخدامه. خوارزميات ضغط ضياع، والتي ترتبط في المقام الأول مع المدرسة القديمة من ضغط المعروفة باسم الجيل الأول الترميز، واستخدام صيغة بسيطة نسبة كما في المعادلة (2.1):

ضغط حجم الملف

نسبة ضغط = ----- (2.1)

فتح ضغط حجم الملف

المعادلة (2.1) هي في جوهرها ضغط متري نسبة بسيطة مبنية. بغض النظر عن نوع من وسائل الإعلام الرقمية يتم ضغطها (أي الصورة والنص، والصوت، الخ) نسبة ضغط صرح يعطي دلالة واضحة على ضغط تحقيقه. وهناك أنواع عديدة من الطريقة المستخدمة في هذه الأيام لضغط، وكلها لها خصائصها المميزة. نوع الطريقة المستخدمة يملئ الانترنت من البيانات التي يتم ضغطها. عند اختيار طريقة من المهم أن تعرف ما نوع البيانات التي يتم ضغطها من أجل الحصول على نسبة ضغط الحد الأقصى الممكن. عند استخدام الانترنت المدى بالتعاون مع الصور الرقمية لا يعني بالضرورة على المعلومات بكسل من الصورة. مؤخرا أصبح من الممكن لتخزين كيف تبدو صورة إدراكيا. عند تطبيق مثل هذا النموذج قد يعني أن الصورة تم تعديل طفيف خلال دورة ضغط / التوسع دون التأثير على الجودة المدركة من جانب المستخدم. هذا هو مفهوم هام كما يراها نموذجا الإدراك الحسي محتوى المعلومات من الصورة لا تكون البيانات بكسل ثنائي مقرأها، ولكن كيف يمكن لصورة على أن جهاز تبدو للمستخدم [49]. عندما يجري تنفيذها واختبارها هذا يمكن أن يكون، في بعض الأحيان غير موضوعية جدا، ولكن عند تطبيقها بطريقة سليمة ومدروسة يمكن أن تولد بعض نسب ضغط مذهلة مع تشويه الحد الأدنى من الأصل. ويمكن أن يقال هذه الفكرة لتكون أساس الحقل الجديد من الجيل الثاني ضغط الصورة [41]. خلال الفترة المتبقية من هذه الرسالة سيكون التركيز على تطوير المعلومات الزائدة عن الحاجة من صورة وقت ممكن. مشغولة نموذج أساسا مع إزالة المعلومات الزائدة عن الحاجة، ووضع بيانات الناتج في مثل هذا التنسيق الذي يعتبر مثاليا لئلا يكون تستند الترميز، وتستند جميع النماذج الإحصائية، حتى بعد تطبيق جميع التحولات الممكنة لتبسيط وتعديل واحد إدخال البيانات لا يزال مطلوب لتوليد الاحتمالات وذلك لتشفير البيانات. يتم تصنيف أساليب الضغط إلى نوعين:

- ضغط البيانات غير المنقوص.
- ضغط البيانات المنقوص.

في مجال معالجة الإشارات الرقمية، يشير مصطلح **ضغط البيانات** (Data Compression)، أو الترميز المصدري (Source Coding)، [1] أو **خفض معدل البيانات** إلى ترميز المعلومات باستخدام قدر أقل من النبضات الثنائية من التمثيل الأصلي. [2] يمكن أن يكون ضغط البيانات إما **ضغط منقوص** أو **ضغط البيانات غير المضيع** بالإنجليزية (Lossy) و (Lossless Compression) على الترتيب. **الضغط غير المنقوص** يخفض من عدد النبضات الثنائية (البت) اللازمة للتعبير عن البيانات عن طريق التعرف على التكرارية الإحصائية.، ولا تفقد أي معلومات نتيجة لضغط البيانات. ومن أمثلة هذا النوع البرامج التي تستخدم لضغط ملفات الحاسوب مثل برامج ليتم تخزينها في صيغة (rar.\*) أو في صيغة (zip.\*). ويتم استعادة ملفات الحاسب أيا كان نوعها بالكامل بعد فك الضغط. أما في حالة **الضغط المنقوص** فيتم تقليل النبضات الثنائية من خلال التعرف على المعلومات غير الهامة أو غير اللازمة وإزالتها. [3] ومن أمثلة هذا النوع ما يحدث عند تخزين الصور

ومقاطع الفيديو بصيغ تقلل الحجم، حيث يتم ضغط حجم الملفات عن طريق تقليل جودة الصورة مثلاً بقدر غير محسوس، مثال: تحويلها من صيغة (bmp.\*) الكاملة إلى صيغة (jpg.\*) المضغوطة. وكذلك الحال عند تحويل صيغة (avi.\*) الكاملة إلى صيغ أخرى مثل (mp4.\*) المضغوطة. ولا يمكن استرجاع "المعلومات" المفقودة عند الضغط بهذه الأساليب.

وتسمى عملية خفض حجم ملف البيانات باسم "ضغط البيانات". أما في سياق نقل البيانات وفي أنظمة الاتصالات، فيطلق عليها "ترميز المصدر" (حيث يتم الترميز عند مصدر البيانات قبل تخزينها أو إرسالها) وهذا على العكس من ترميز القناة.<sup>[4]</sup> والذي يقصد منه تصحيح الأخطاء التي تسببها القناة أثناء الإرسال.

يعتبر ضغط البيانات أمراً مفيداً نظراً لأنه يساعد على خفض استخدام الموارد، مثل وسط التخزين أو سعة الإرسال أو حيز التردد. ونظراً لأن البيانات المضغوطة لا بد من فك ضغطها لكي تصبح صالحة للاستخدام، فإن عمليات المعالجة الإضافية هذه تضع قيوداً حسابية أو تكلفة من نوع آخر لعملية فك الضغط، وبالتالي فإن هذه العملية ليست بلا ثمن!. ويتطلب فك ضغط البيانات الموازنة بين الوقت/حيز التخزين من ناحية وبين التعقيد من ناحية أخرى. فعلى سبيل المثال، عند استخدام أحد أساليب ضغط الفيديو، يتطلب الأمر إما أجهزة مكلفة لكي تتمكن من فك ضغط الفيديو أثناء المشاهدة (وهو ما يزيد التعقيد)، أو أن يتم فك الضغط بالكامل قبل المشاهدة وهو ما يكلف وقتاً (في أنظمة الإرسال/الاستقبال) ويتطلب أيضاً حيز تخزين كبير يستوعب الفيديو الذي تم فكّه. ويعتمد تصميم أنظمة ضغط البيانات على الموازنة بين عدة عوامل مختلفة، والتي تشمل درجة الضغط، وكمية التشويه (Distortion) التي يمكن احتمالها (وذلك عند استخدام أنظمة الضغط المنقوص)، وكمية الموارد الحسابية المطلوبة لفك ضغط البيانات.<sup>[5]</sup> وتجدر الإشارة إلى أن نظرية المعلومات هي العلم الذي يبحث في كلا نوعي ضغط البيانات، كما سيأتي تفصيله لاحقاً، حيث يهدف الضغط غير المنقوص إلى تمثيل البيانات بعدد من النبضات الثنائية يكافئ بالضبط الإنتروبية بينما يؤدي الضغط المنقوص إلى تمثيل البيانات بأقل من الإنتروبية، وبالتالي يحدث فقد في المعلومات (تشويه) وتبحث النظرية حينئذٍ في تحقيق أقصى استفادة من نظرية هذا التشويه.

## محتويات

ضغط البيانات غير المنقوص

ضغط البيانات المنقوص

تشفير

غير المنقوص

الضغط المنقوص

النظرية

التعلم الآلي

تفرقة البيانات

نظرة مستقبلية والإمكانات غير المستخدمة حالياً

الاستخدامات

الصوت

الفيديو

الخط الزمني

انظر أيضاً

روابط خارجية

مراجع

## ضغط البيانات غير المنقوص

**ضغط البيانات غير المنقوص** هو خوارزمية ضغط بيانات تضغط ملفاً من خلال تسجيل البيانات التي تحتوي عليها في أسلوب مكثّر أكثر. لا تؤدي طريقة الضغط هذه إلى خسارة أي بيانات أصلية عند إلغاء الضغط. عادة ما يستغل هذا النوع من الخوارزميات التكرارات الإحصائية الموجودة في البيانات. يتم استعمال الضغط غير المخسر مع ملفات البرامج والصور، كصورة الأشعة السينية الطبية، حيث لا يمكن تحمل خسارة أي بيانات.

## ضغط البيانات المنقوص

**ضغط البيانات المنقوص** (بالإنجليزية: **Lossy Compression**) أي طريقة ضغط بيانات تضغط ملفاً من خلال تجاهل أي بيانات تقرر أنها غير ضرورية. استعمال الضغط المخسر لتقليص ملفات الأصوات أو الصور إذا كانت الدقة المطلقة غير مطلوبة وإذا كانت خسارة بعض البيانات لا يمكن ملاحظتها.

## تشفير

أبسط طريقة لضغط الرسائل وتعتمد على تعويض البايتات بعدد تكرارها (5اصفار 6وحدات...)

## غير المنقوص

عادة ما يستخدم **ضغط البيانات غير المنقوص** خوارزمات تستغل **statistical redundancy** لتمثيل البيانات بطريقة أكثر إيجازاً وبدون فقد معلومات، بحيث يمكن أن تكون عملية الضغط قابلة للفك بنفس الطريقة. ويمكن إجراء عملية الضغط غير المنقوص نظراً لأن معظم البيانات في الحقيقة تتمتع بقدر من التكرارية الإحصائية. على سبيل المثال، قد تكون هناك مناطق ذات لون واحد في الصورة لا تتغير على مدار أكثر من بكسل (نقطة)؛ فبدلاً من ترميزها باعتبارها "نقطة حمراء، نقطة حمراء، ..." يمكن ترميز البيانات على هيئة "279 نقطة حمراء" وهذا مثال مبسط عن أسلوب يعرف باسم **ترميز طول التشغيل**؛ وهناك العديد من الأساليب التي تقلل من حجم الملف عن طريق إلغاء التكرار. ومن بين أكثر طرق الضغط شيوعاً خوارزم **ليمبل زيف LZ (Lempel–Ziv)** والتي تستخدم في أوساط التخزين.<sup>[6]</sup> بينما يعتبر خوارزم **DEFLATE** أحد الصور المنبثقة من LZ وهو خوارزم تم تصميمه لتحقيق أقصى مواءمة بين سرعة فك ضغط البيانات وبين نسبة الضغط، ولكن عملية الضغط ذاتها قد تكون بطيئة. ويستخدم خوارزم **DEFLATE** في برنامج **PKZIP**، و**جي زيب** و**PNG**. بينما يستخدم خوارزم **خوارزمية لامبل-زيف-ويلش (Lempel–Ziv–Welch)** في صور **جي آي إف**. وجدير بالذكر أيضاً أن خوارزم **LZ (Lempel–Ziv–Renau)**، يعد أساساً لطريقة **Zip**. وتستخدم طرق LZ نموذجاً لضغط البيانات يعتمد على جدول، حيث يتم التعويض عن مدخلات الجدول بدلاً من القيم المكررة من سلاسل البيانات. وبالنسبة لمعظم أساليب LZ، يتم توليد هذا الجدول بصورة ديناميكية من البيانات التي سبق إدخالها. وعادة ما يتم ترميز الجدول ذاته باستخدام طريقة **ترميز هوفمان** (مثل LZ، SHRI). ويعد نظام الترميز **LZX** من بين أنظمة الترميز ذات الأداء الجيد والتي تعتمد على خوارزمات LZ وهو مستخدم في صيغة **CAB** الخاصة بشركة مايكروسوفت. وتستخدم أفضل أساليب ضغط البيانات الحديثة نماذج احتمالية، مثل **prediction by partial matching** (التنبؤ من خلال المطابقة الجزئية).

ويمكن ربط التنبؤات الإحصائية بخوارزم فيما يطلق عليه الترميز الحسابي **arithmetic coding**. وهو خوارزم ابتكره جورما ريسانن ، وقام كل من وبتن ونيل وكلييري (Witten، Neal، Cleary) بتطبيقه عملياً، وهو يحقق أداءً أفضل من خوارزم هوفمان الأكثر شهرة، ويناسب تماماً مهام ضغط البيانات الموائمة (adaptive)، حيث تعتمد التنبؤات الإحصائية اعتماداً كبيراً على السياق. ويستخدم الترميز الحسابي في النظام القياسي ثنائي المستوى لضغط الصور المعروف باسم **JBIG**، وفي صيغة ضغط الوثائق **ديجافو**.

## الضغط المنقوص

**ضغط البيانات المنقوص** يعتبر عكس عملية **ضغط البيانات غير المنقوص**. وفي هذه الأساليب، يكون فقدان بعض المعلومات أمرًا مقبولاً. حيث يمكن أن يؤدي إسقاط (ترك) بعض التفاصيل غير الهامة من مصدر البيانات إلى توفير حيز التخزين. وتستند أساليب ضغط البيانات المنقوص إلى دراسات حول كيفية إدراك الأشخاص للبيانات المطلوبة. على سبيل المثال، تزيد حساسية عين الإنسان للتغيرات في الإضاءة استنواء أكثر من حساسيتها للألوان. وبالتالي فيمكن إغفال بعض القيم الخاصة بالألوان اعتماداً على عدم قدرة الإنسان على تمييز الفرق.

ويعمل نظام ضغط الصور **جيه بيه إيه جي** عن طريق تقريب القيم غير الأساسية.<sup>[7]</sup> وبالتالي يجب تحقيق التوازن بين حفظ المعلومات وبين تقليل الحجم. إذ كلما زاد فقدان المعلومات نتيجة عملية التقريب زاد معامل ضغط (خفض) البيانات وهو أمر مرغوب فيه، ولكن هذا يحدث على حساب الجودة، إذ قد يمكن للمستخدم في هذه الحالة الشعور بانخفاض جودة الصورة أو الفيديو. وتستغل صيغ الضغط الشائعة هذه الفروق الإدراكية، كما هو الحال في صيغ الضغط المستخدمة مع ملفات الموسيقى والصور والفيديو.

ويستخدم ضغط الصور المنقوص في الكاميرات الرقمية لزيادة قدراتها على التخزين بأقل قدر ممكن من التدهور في جودة الصورة. وبالمثل تستخدم مشغلات الاسطوانات الرقمية المدمجة **دي في دي** نظام الضغط المنقوص **صيغة ترميز الفيديو إم بي إي جي 2** في ضغط الفيديو.

أما في ضغط الصوت المنقوص، فتستخدم أساليب علم النفس السماعي ، **psychoacoustics** لإزالة المكونات غير المسموعة (أو الأقل تأثيراً في السمع) من الإشارة الصوتية. وعادة ما يتم ضغط الصوت البشري باستخدام طرق أكثر تخصصاً؛ حيث يمكن تمييز عملية ترميز الكلام (**speech coding**) أو ترميز الصوت الآدمي، باعتبارها مجالاً بحثياً مختلفاً عن "ضغط الصوت". وهناك العديد من النظم القياسية لضغط الصوت والكلام وهي متضمنة في صيغ ترميز الصوت (**audio coding format**)، كما يستخدم "ضغط الصوت" في هواتف الإنترنت، ويستخدم ضغط الصوت على سبيل المثال في تخزين الصوت على الاسطوانات المدمجة (CD)<sup>[8]</sup>.

## النظرية


توفّر **نظرية المعلومات** الأساس النظري لعملية الضغط (وهي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنظرية المعلومات الخوارزمية **algorithmic information theory**) في حالة الضغط غير المنقوص بينما ترتبط بنظرية السرعة-التشويه (**rate-distortion theory** بالنسبة للضغط المنقوص). وكان صاحب السبق في فتح هذه المجالات للدراسة هو **كلود شانون**، والذي نشر بعض الأوراق البحثية الأساسية في هذا الموضوع في أواخر الأربعينات وأوائل الخمسينات من القرن العشرين. كما ترتبط هذه الموضوعات بنظرية الترميز (**نظرية الترميز**). وتتصل فكرة ضغط البيانات اتصالاً وثيقاً بالاستقراء الإحصائي (استدلال إحصائي)<sup>[9]</sup>.

## التعلم الآلي

 **طالع أيضاً: تعلم آلي**

هناك علاقة وثيقة بين **التعلم الآلي** وبين ضغط البيانات: فالنظام الذي يمكنه التنبؤ بالاحتمالات اللاحقة لتسلسل من القيم بمعلومية القيم السابقة بالكامل يمكن أن يفيد في ضغط البيانات بطريقة مُثلَى (باستخدام الترميز الحسابي على التوزيع الاحتمالي الخارج) كما يمكن أن يستخدم ضاغط البيانات الجيد للتنبؤ (عن طريق البحث عن الرمز الذي يحقق أعلى معامل ضغط، بمعلومية القيم السابقة). وقد استخدم هذا التناظر بين التطبيقين كوسيلة لقياس "الذكاء العام".<sup>[10]</sup>

## تفرقة البيانات

 **مقالة مفصلة: تفاضل البيانات**

يمكن النظر إلى عملية ضغط البيانات كحالة خاصة من عملية **تفرقة البيانات**:<sup>[11][12]</sup> تتكون عملية تفرقة البيانات من إنتاج "فرق" بمعلومية "مصدر" و"هدف"، مع إمكانية استخراج "هدف" بمعلومية "مصدر" و"فرق"، في حين أن ضغط البيانات يتكون من إنتاج ملف مضغوط باستخدام هدف، وفك الضغط يتكون من إنتاج هدف بمعلومية الملف المضغوط فقط. وبالتالي يمكن اعتبار ضغط البيانات عبارة عن عملية تفرقة بيانات تكون فيها بيانات المصدر فارغة، حيث يكون الملف المضغوط عبارة عن "الفرق من لا شيء". وهذا مماثل تماماً للنظر إلى **الإنتروبية المطلقة** (والتي تناظر ضغط البيانات) كحالة خاصة من **الإنتروبية النسبية** (والتي تناظر تفرقة البيانات) لا تحتوي على بيانات ابتدائية.

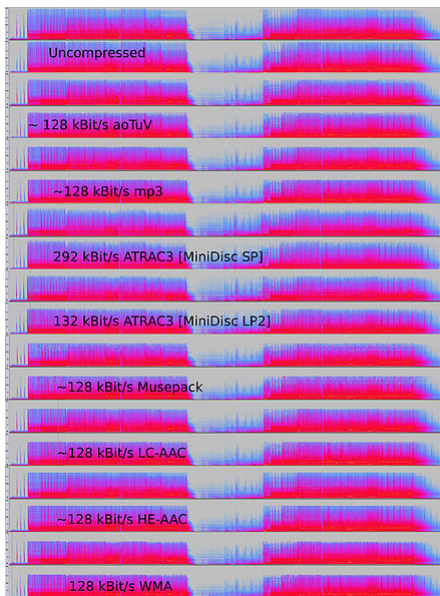
وحيث يرغب المرء في التركيز على الرابط بينهما، يمكن أن يستخدم المصطلح "الضغط الفرقى" للإشارة إلى تفرقة البيانات.

## نظرة مستقبلية والإمكانات غير المستخدمة حالياً

تشير التقديرات إلى أن إجمالي كم البيانات المخزنة في جميع أجهزة التخزين في العالم يمكن ضغطها أكثر باستخدام خوارزمات ضغط البيانات الموجودة بالفعل بمعامل متبقي يبلغ 4.5:1. كما تشير التقديرات إلى أن السعة التكنولوجية المجمعة على تخزين المعلومات يمكنها تخزين **1300 exabyte** من الأرقام المخزنة في الأجهزة في عام 2007، ولكن حين يتم ضغط المحتوى بالصورة المثلى نجد أن هذا الرقم لا يتخطى 295 إكسا بايت من معلومات شانون.<sup>[13]</sup>

## الاستخدامات

### الصوت



مقارنة بين التحليل الطيفي الصوتي لأغنية بصيغة غير مضغوطة وأخرى بصيغة مضغوطة باستخدام ضغط الصوت المنقوص. يبرز الاختلاف التحليل الطيفي للصوت المنقوص عن التحليل الطيفي للصوت غير المضغوط حقيقة وجود "نقص" أو "فقد" ولكن لا يمكن من هذه الأشكال أن نفترض أن الإحساس بجودة الصوت سوف يختلف.

ضغط البيانات الصوتية، تفرقةً له عن ضغط النطاق الديناميكي، هو إمكانية خفض متطلبات نقل الصوت وتخزينه. وتوفر خوارزمات ضغط الصوت المنقوصة نسبة أعلى من الضغط على حساب جودة الصوت. ويتم تنفيذ خوارزمات ضغط الصوت واستخدامها في العديد من تطبيقات الصوت.

وتعتمد كافة هذه الخوارزمات تقريباً على علم النفس الصوتي **psychoacoustics** لحذف الأصوات الأقل تأثيراً في السمع أو الأقل تأثيراً في المعنى، وبالتالي تخفض من الحيز المطلوب لتخزين الأصوات أو نقلها.<sup>[2]</sup>

### الفيديو

يستخدم ضغط الفيديو أساليب ترميز حديثة لخفض التكرارية في بيانات الفيديو. وتجمع معظم خوارزمات ضغط الفيديو والمُرمّزات (Codecs) ما بين ضغط الصور المكاني وتعويض الحركة الزمني. ويقصد بضغط الصور المكاني، استغلال تشابه بعض المساحات مثلاً في الإطار الواحد من إطارات الفيديو (الصورة الثابتة)، بينما يقصد بتعويض الحركة، استغلال التشابه بين كل إطار والإطار الذي يليه، بحيث لا يتم ترميز الأجزاء المتشابهة في الإطارات المتتالية مرتين، بل يمكن من خلال التنبؤ بالحركة أن يتم ترميزها مرة واحدة حتى وإن تحركت ما بين إطار وإطار آخر. ويعتبر ضغط الفيديو أحد تطبيقات الترميز المصدري في نظرية المعلومات. ومن الناحية العملية، تستخدم معظم مُرمّزات الفيديو (Codecs) أساليب ضغط الصوت أيضاً على التوازي لضغط بيانات الصوت المنفصلة المصاحبة للصورة في حزمة واحدة.<sup>[14]</sup>

تستخدم معظم خوارزمات ضغط الفيديو الضغط المنقوص. حيث يتطلب الفيديو غير المضغوط معدل بيانات مرتفع للغاية. وعلى الرغم من أن مُرمّزات (Codecs) الفيديو غير المنقوصة video compression تؤدي إلى معامل ضغط يبلغ نحو 3 مرات، إلا أنه من المعتاد أن يبلغ معامل ضغط فيديو بأسلوب إم بي إي جي - 4 المنقوص ما بين 20 إلى 200.<sup>[15]</sup>

## الخط الزمني

يعطي الخط الزمني الحالي فكرة عن تاريخ النظم القياسية الدولية المستخدمة لضغط الفيديو.

## تاريخ النظم القياسية لضغط الفيديو

العام	النظام القياسي	الناشر	أكثر عمليات تنفيذ هذه الخوارزميات شيوعاً.
1984	H.120	<u>الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	
1988	H.261	<u>الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	المؤتمرات المرئية، الهاتف المرئي
1993	مبيج-1	<u>المنظمة الدولية للمعايير، اللجنة الكهروتقنية الدولية</u>	Video-CD
1995	H.262/MPEG-2 Part 2	<u>المنظمة الدولية للمعايير، اللجنة الكهروتقنية الدولية، الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	دي في دي، قرص بلو راي، بث فيديو رقمي، SVCD
1996	H.263	<u>الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	المؤتمرات المرئية، الهاتف المرئي، الفيديو على الهواتف المحمولة (ثري جي بي)
1999	MPEG-4 Part 2	<u>المنظمة الدولية للمعايير، اللجنة الكهروتقنية الدولية</u>	الفيديو على شبكة الإنترنت (ديف إكس، Xvid ...)
2003	أتش 264	<u>سوني، باناسونيك، سامسونج، المنظمة الدولية للمعايير، اللجنة الكهروتقنية الدولية، الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	قرص بلو راي، أسطوانات الفيديو الرقمية فائقة الدقة، بث فيديو رقمي، أي بود كلاسيك، أبل تي في، videoconferencing
2009	(VC-2 (Dirac	SMPTE	HDTV broadcast، UHDTV، الفيديو على شبكة الإنترنت
2013	H.265	<u>المنظمة الدولية للمعايير، اللجنة الكهروتقنية الدولية، الاتحاد الدولي للاتصالات</u>	

## انظر أيضاً

- ترميز شانون-فانو
- ترميز هوفمان

## روابط خارجية

- (Data Compression Basics (Video) ([http://dvd-hq.info/data\\_compression\\_3.php](http://dvd-hq.info/data_compression_3.php) )
- Video compression 4:2:2 10-bit and its benefits (<http://extranet.ateme.com/download.php?file=111> ) (4
- Why does 10-bit save bandwidth (even when content is 8-bit)? (<http://extranet.ateme.com/download.php?file=1194> ) (d.php?file=1194
- Which compression technology should be used (<http://extranet.ateme.com/download.php?file=119> ) (6
- Wiley - Introduction to Compression Theory ([http://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/99/0470/5184/0470518499.pdf](http://media.wiley.com/product_data/excerpt/99/0470/5184/0470518499.pdf) )
- EBU subjective listening tests on low-bitrate audio codecs ([http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3296.p](http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3296.pdf) ) (df
- Audio Archiving Guide: Music Formats ([http://techgauge.com/article/audio\\_archiving\\_guide\\_part\\_1\\_](http://techgauge.com/article/audio_archiving_guide_part_1_-_music_formats/) ) (Guide for helping a user pick out the right codec

- MPEG 1&2 video compression intro (pdf format) (<http://web.archive.org/20070928023157/http://mi.a.ece.uic.edu/~papers/WWW/MultimediaStandards/chapter7.pdf>) في أرشيف الإنترنت (أرشفة في سبتمبر 2007 ,28)
- (hydrogenaudio wiki comparison ([http://wiki.hydrogenaud.io/index.php?title=Lossless\\_comparison](http://wiki.hydrogenaud.io/index.php?title=Lossless_comparison)
- Introduction to Data Compression (<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/pscico-guyb/realworld/www/compression.pdf>) by Guy E Blelloch from جامعة كارنيجي ميلون
- HD Greetings - 1080p Uncompressed source material for compression testing and research (<http://s://web.archive.org/web/20081015080632/http://www.hdgreetings.com/ecard/video-1080p.aspx>
- Explanation of lossless signal compression method used by most codecs (<http://www.monkeysaid.io.com/theory.html>
- (/Interactive blind listening tests of audio codecs over the internet (<http://www.soundexpert.info>
- TestVid - 2.000+ HD and other uncompressed source video clips for compression testing (<http://www.testvid.com/index.html>
- Videsignline - Intro to Video Compression (<http://www.videsignline.com/howto/showArticle.jhtml?articleID=185301351>
- Data Footprint Reduction Technology (<https://web.archive.org/web/20130527124650/http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/tsu12345usen/TSU12345USEN.PDF>
- What is Run length Coding in video compression. (<http://siliconmentor.blogspot.in/2014/12/what-is-run-length-coding-in-video.html>

## مراجع

1. Wade, Graham (1994). *Signal coding and processing* (<https://web.archive.org/web/20170908> Cambridge University. (الطبعة 2). ISBN 978-0-521-42336-6. صفحة 34. مؤرشف من الأصل ([http://books.google.com/books?id=CJswCy7\\_W8YC](http://books.google.com/books?id=CJswCy7_W8YC)) في 8 سبتمبر 2017. اطلع عليه بتاريخ 22 ديسمبر 2011. "الهدف العام من الترميز المصدري، هو إزالة التكرار الموجود في البيانات الخارجة من المصدر أو بمعنى آخر وبالتالي تخفيض معدل نقل البيانات المطلوب والذي يرمز له بالرمز "R".
2. Mohamed, A.J ؛Mohammed, M.A ؛Mahdi, O.A. "Implementing a Novel Approach to Convert Audio Compression to Text Coding via Hybrid Technique" (<https://web.archive.org/web/20181228142622/http://ijcsi.org/papers/IJCSI-9-6-3-53-59.pdf>) (PDF). *International Journal of Computer Science Issues*. **9** (6, No. 3): 53–59. مؤرشف من الأصل (<http://ijcsi.org/papers/IJCSI-9-6-3-53-59.pdf>) في 28 ديسمبر 2018. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
3. Kadlaskar, L.M ؛Pujar, J.H. "A New Lossless Method of Image Compression and Decompression Using Huffman Coding Techniques" (<https://web.archive.org/web/20181228142622/http://www.jatit.org/volumes/research-papers/Vol15No1/3Vol15No1.pdf>) (PDF). *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. **15** (1): 18–23. مؤرشف من الأصل (<http://www.jatit.org/volumes/research-papers/Vol15No1/3Vol15No1.pdf>) في 28 ديسمبر 2018.
4. Salomon, David (2008). *A Concise Introduction to Data Compression*. Berlin: Springer. ISBN 9781848000728.
5. Tank, M.K. (2011). *Implementation of Lempel-Ziv algorithm for lossless compression using VHDL. Thinkquest 2010: Proceedings of the First International Conference on Contours of Computing Technology*. Berlin: Springer. صفحات 283–275.
6. Siddiqui, F ؛Riaz, R.A ؛Naqvi, R ؛Navqi, Saud. "Optimized RTL design and implementation of LZW algorithm for high bandwidth applications" (<https://web.archive.org/web/201>

- .81228142635/http://pe.org.pl/articles/2011/4/68.pdf) (PDF). *Electrical Review*. **2011** (4): 279–285 مؤرشف من الأصل (http://pe.org.pl/articles/2011/4/68.pdf) (PDF) في 28 ديسمبر 2018.
- Arcangel, Cory. "On Compression" (https://web.archive.org/web/20181228142636/http://www.coryarcangel.com/downloads/Cory-Arcangel-OnC.pdf) (PDF) مؤرشف من الأصل (http://www.coryarcangel.com/downloads/Cory-Arcangel-OnC.pdf) (PDF) في 28 ديسمبر 2018. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
- An Improved Data Compression Method for General Data" (https://web.archive.org/web/20181228142559/https://www.ijser.org/researchpaper/An-Improved-Data-Compression-Method-for-General-Data.pdf) (PDF). *International Journal of Scientific & Engineering Research*. **3** (3): 2 مؤرشف من الأصل (http://www.ijser.org/researchpaper%5CAn-Improved-Data-Compression-Method-for-General-Data.pdf) (PDF) في 28 ديسمبر 2018. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
- Marak, Laszlo. "On image compression" (https://web.archive.org/web/20170908161859/http://www.ujoimro.com/resources/Laszlo\_Marak\_image\_compression.pdf) (PDF). University of Marne la Vallee مؤرشف من الأصل (http://www.ujoimro.com/resources/Laszlo\_Marak\_image\_compression.pdf) (PDF) في 8 سبتمبر 2017. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
- Mahoney, Matt. "Rationale for a Large Text Compression Benchmark" (https://web.archive.org/web/20190427150403/https://cs.fit.edu/~mmahoney/compression/rationale.html). Florida Institute of Technology مؤرشف من الأصل (http://cs.fit.edu/~mmahoney/compression/rationale.html) في 27 أبريل 2019. اطلع عليه بتاريخ 05 مارس 2013.
- et al. "RFC 3284: The VCDIFF Generic Differencing and Compression Data Format" (https://web.archive.org/web/20190502060758/https://tools.ietf.org/html/rfc3284). Internet Engineering Task Force مؤرشف من الأصل (http://tools.ietf.org/html/rfc3284) في 2 مايو 2019. اطلع عليه بتاريخ 05 مارس 2013.
- B. Krishnamurthy, *Vdelta: Differencing and Compression*, المحرر: (Vo, K.P. (1995 :Korn, D.G. Practical Reusable Unix Software. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- López, Priscila (1 April 2011). "The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information" (https://web.archive.org/web/20160107162816/http://www.sciencemag.org/content/332/6025/60). *Science*. **332** (6025): 60–65. Bibcode:2011Sci...332...60H (http://adsabs.harvard.edu/abs/2011Sci...332...60H). PMID 21310967 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21310967). doi:10.1126/science.1200970 (https://doi.org/10.1126/science.1200970). مؤرشف من الأصل (http://www.sciencemag.org/content/332/6025/60) في 07 يناير 2016. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
- Video Coding" (https://web.archive.org/web/20170908162007/http://csip.ece.gatech.edu/drupal7/?q=technical-area/video-coding). Georgia Institute of Technology مؤرشف من الأصل (http://csip.ece.gatech.edu/drupal7/?q=technical-area/video-coding) في 8 سبتمبر 2017. اطلع عليه بتاريخ 06 مارس 2013.
- Graphics & Media Lab Video Group (2007). *Lossless Video Codecs Comparison* (https://web.archive.org/web/20181228142556/http://compression.ru/video/codec\_comparison/pdf/msu\_lossless\_codecs\_comparison\_2007\_eng.pdf) (PDF). Moscow State University مؤرشف من الأصل (http://compression.ru/video/codec\_comparison/pdf/msu\_lossless\_codecs\_comparison\_2007\_eng.pdf) (PDF) في 28 ديسمبر 2018.

مجلوبة من "https://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=ضغط\_بيانات&oldid=42258820"

آخر تعديل لهذه الصفحة كان يوم 2 يناير 2020، الساعة 09:29.

النصوص منشورة برخصة المشاع الإبداعي. طالع شروط الاستخدام للتفاصيل.



