ضغط بيانات الوسائط المتعددة

محاضرة 8

وفي هذا الجزء، ندرس الدور الذي يؤديه في الوسائط المتعددة ضغط البيانات، الذي ربما يكون أهم تكنولوجيا تمكينية تجعل نظم الوسائط المتعددة الحديثة ممكنة.

يوجد الكثير من البيانات، في الأرشيف، عبر البث، وفي أماكن أخرى، لدرجة أنه أصبح من المهم ضغط هذه المعلومات.

Lossless Compression Algorithms

تُستخدم خوارزميات الضغط غير المفقود لتقليل حجم البيانات دون فقدان أي معلومات، مما يسمح بإعادة بناء البيانات الأصلية بشكل مثالي من البيانات المضغوطة. تعتبر هذه الخوارزميات ضرورية في التطبيقات التي يكون فيها الحفاظ على جميع المعلومات الموجودة في البيانات أمرًا بالغ الأهمية، كما هو الحال في الملفات النصية والبرامج القابلة للتنفيذ والتصوير الطبي والتخزين الأرشيفي. فيما يلي بعض خوارزميات الضغط غير المفقودة الشائعة:

- **Run-Length Encoding (RLE):**
- RLE هو تقنية ضغط بسيطة تستبدل تسلسل الرموز المتطابقة (على سبيل المثال، البكسلات المتتالية من نفس اللون) برمز واحد يليه عدد من التكرارات.
- وهو فعال بشكل خاص لضغط البيانات ذات المدى الطويل من الرموز المتطابقة، مثل الصور الثنائية أو الرسومات البسيطة.
- مع الحفاظ على سلامة البيانات.

إليك مثال على كيفية عمل RLE:

دعونا نفكر في سلسلة من الشخصيات: ' AAAABBBCCCDDDEEEE '

ستضغط خوارزمية RLE على هذه السلسلة عن طريق عد الأشواط المتتالية من الأحرف:

ابدأ بالحرف الأول 'A' احسب عدد الحوادث المتتالية: 4.

استبدل التسلسل 'AAAA' بـ 'A4'

انتقل إلى الحرف التالي 'B' احسب عدد الحوادث المتتالية: 3.

يستعاض عن التسلسل 'BBB' بـ '3B'

انتقل إلى الحرف التالي 'C' احسب عدد الحوادث المتتالية: 4.

يستعاض عن التسلسل 'CCCC' بـ '4C'

7. الحرف التالي 'D' احسب عدد الحوادث المتتالية: 3.
8. يستعاض عن التسلسل 'DDD' بـ '3D'
9. انتقل إلى الشخصية التالية ' E ' احسب عدد الحوادث المتتالية: 4.
10. استبدل تسلسل الانتقال إلى 'EEEE'مع '4E'.
11. بعد تطبيق ضغط RLE، يصبح الخيط المضغوط '4A3B4C3D4E'

- **Huffman Coding:**
- Huffman coding هو تقنية ترميز بادئة متغيرة الطول تعين رموزًا أقصر للرموز الأكثر تكراراً والرموز الأطول للرموز الأقل تكراراً.
- يستخدم على نطاق واسع في خوارزميات ضغط الملفات (على سبيل المثال، DEFLATE) ويمكن أن يحقق نسب ضغط كبيرة للنص والبيانات الأخرى مع ترددات رمزية يمكن التنبؤ بها.

- **Lempel-Ziv-Welch (LZW) Compression:**
- LZW هو خوارزمية ضغط قائمة على القاموس تستبدل الأنماط المتكررة للرموز بالإشارات إلى قاموس يحتوي على أنماط تمت مواجهتها سابقًا.
- يتم استخدامه في تنسيقات الملفات الشائعة مثل GIF وأداة ضغط Unix.

- **Arithmetic Coding:**
- Arithmetic coding يحول تدفق بيانات المدخلات بأكمله إلى رقم منطقي واحد خلال فترة الوحدة [0,1]، حيث يتوافق كل رمز في بيانات المدخلات مع تحت هذا الفاصل الزمني.
- يحقق نسب ضغط عالية جدًا عن طريق ترميز الرموز ببتات كسرية، لكنه أكثر تعقيدًا من الناحية الحسابية من ترميز هوفمان.

مثال:

- في أبسط الحالات، يكون احتمال حدوث كل رمز متساويًا. على سبيل المثال، ضع في اعتبارك مجموعة من ثلاثة رموز، Aو Bو C، من المحتمل أن يحدث كل منها على قدم المساواة. سيتطلب ترميز الرموز واحدًا تلو الآخر بتات 2 لكل رمز، وهو أمر مهدر: لا يتم استخدام أحد اختلافات البت أبدًا. وهذا يعني أن الرموز Aو Bو C يمكن ترميزها على التوالي على أنها 00 و01 و10، مع 11 غير مستخدمة.

- الحل الأكثر كفاءة هو تمثيل تسلسل من هذه الرموز الثلاثة كعدد منطقي في الأساس 3 حيث يمثل كل رقم رمزًا. على سبيل المثال، 'ABBCAB' يمكن أن يصبح التسلسل 0.011201_3

- **Prediction and Delta Encoding:**
- Prediction algorithms تستخدم قيم الرموز القريبة للتنبؤ بقيمة الرمز الحالي وترميز خطأ التنبؤ بدلاً من الرمز الأصلي.
- يشفر ترميز دلتا الفرق بين القيم المتتالية في تدفق البيانات، وهو فعال بشكل خاص للبيانات ذات التغييرات الإضافية الصغيرة، مثل إشارات الصوت أو الفيديو.

- هذه بعض خوارزميات الضغط غير المفقودة المستخدمة بشكل شائع، ولكل منها نقاط قوتها وضعفها اعتمادًا على خصائص البيانات المضغوطة ونسبة الضغط المطلوبة. تستخدم العديد من تنسيقات الضغط الحديثة، مثل ZIP وPNG وFLAC، مزيجًا من هذه التقنيات لتحقيق الكفاءة

Lossy compression

- Lossy compression algorithms هي تقنيات تستخدم لتقليل حجم ملفات البيانات الرقمية، وخاصة الصور والصوت والفيديو، من خلال التخلص بشكل انتقائي من المعلومات غير الضرورية أو الأقل أهمية من الناحية الإدراكية. تهدف هذه الخوارزميات إلى تحقيق نسب ضغط عالية مع تقليل فقدان الجودة المقبول للإدراك البشري .

Distortion Measures

- Distortion measures تُعرف أيضًا باسم مقاييس التشويه أو مقاييس الجودة، تُستخدم لتحديد الفرق بين الإشارة أو الصورة الأصلية والنسخة المضغوطة أو المعالجة منها. هذه المقاييس ضرورية لتقييم أداء خوارزميات الضغط وتقنيات معالجة الإشارات الأخرى.

The Rate-Distortion Theory

- Lossy compression ينطوي دائما على مقايضة بين السعر والتشويه. المعدل هو متوسط عدد البتات المطلوبة لتمثيل كل رمز مصدر. وفي هذا الإطار، تمثل المقايضة بين المعدل والتشويه في شكل وظيفة تشويه المعدل R (D)

- بشكل حدسي، بالنسبة لمصدر معين ومقياس تشويه معين، إذا كان D كمية مقبولة من التشويه، فإن R (D) يحدد أقل معدل يمكن عنده ترميز بيانات المصدر مع الحفاظ على التشويه الذي يحده D أعلاه. من السهل أن نرى أنه عندما D = 0، لدينا ضغط غير خاسر للمصدر. تهدف وظيفة تشويه المعدل إلى وصف حد أساسي لأداء خوارزمية الترميز وبالتالي يمكن استخدامها لتقييم أداء الخوارزميات المختلفة.

Lossy Compression Algorithms

- تعد خوارزميات الضغط المفقودة خطوة إلى الأمام من أجل تقليل حجم تخزين الملفات. في حين أن فقدان بعض المعلومات مقبول على أنه إسقاط تفاصيل غير ضرورية. تتشكل خوارزميات ضغط البيانات المفقودة من خلال البحث حول كيفية فهم الناس للبيانات.
- تعتمد معظم خوارزميات الضغط المفقود على ترميز التحويل، والذي يشير إلى نوع من الضغط يتم فيه تحويل بيانات الصورة لأول مرة إلى مجال آخر بحيث تصبح البيانات غير مرتبطة في هذا المجال الجديد لمزيد من المعالجة.
- يتم شرح بعض خوارزميات الضغط المفقودة الشهيرة أدناه بإيجاز:

Discrete cosine transform (DCT)

- تحويل جيب التمام المنفصل (DCT) هو تسلسل محدود لنقاط البيانات من حيث مجموع وظائف جيب التمام المتقلبة بترددات مختلفة. يتم استخدامه في معظم الوسائط الرقمية، بما في ذلك الصور الرقمية مثل JPEGو HEIFو J2K و EXIFو DNG.

Wavelet compression

- ضغط الموجة هو خوارزمية ضغط مفقودة تستخدم بشكل شائع في ضغط الصورة. تستخدم هذه الخوارزمية مبدأ يسمى ترميز التحويل حيث يتم تطبيق تحويل الموجة في البداية. هذا يخلق العديد من المعاملات مثل وجود بكسلات في الصورة. نظرًا لأن المعلومات مركزة إحصائيًا في عدد قليل من المعاملات، فيمكن ضغط هذه المعاملات بسهولة أكبر. التطبيقات البارزة هي JPEG 2000 و DjVu و ECWللصور الثابتة.

Cartesian perceptual compression (CPC)

- يعرف هذا الضغط المفقود أيضًا باسم CPC الذي تم إنشاؤه لضغط عالي للتصوير بالأبيض والأسود من الفحوصات الأرشيفية. تستخدم الخوارزمية بشكل شائع في توزيع المستندات القانونية وخرائط الحبكة الجغرافية وخطط التصميم على شبكة الإنترنت.

Fractal compression

- الضغط الكسري هو خوارزمية ضغط خاسرة للصور الرقمية القائمة على الكسور. الخوارزمية مناسبة للصور الطبيعية والقوام، وتعتمد على أجزاء من صورة مشابهة للأجزاء الأخرى من نفس الصورة. تقوم الخوارزميات الكسورية بتحويل هذه الأجزاء إلى رموز كسورية تستخدم لإعادة إنشاء الصورة المشفرة.