جامعة حماة
الكلية التطبيقية
قسم تقنيات الحاسوب

- المقرر: الوسائط المتعددة وبرمجتها
- المحاضرة :الرابعة

Dr. Mohammed AL-Mohammed

الفصل الرابع

تقنيات الضغط

ما المقصود بضغط البيانات؟

ضغط البيانات أو ما تسمى بـCompaction، هي عملية هدفها التقليل من كمية البيانات التي نحتاج إلى تخزينها في إحدى وسائط التخزين، أو التي تحتاج إلى نقل عبر الشبكة، وذلك من أجل تسريع عملية الإرسال ويتم ذلك عادة باستخدام تقنية الترميز. والجدير بالذكر بأن تقنية الترميز تسبق عصر التكنولوجيا، حيث أن أول من استخدمها المخترع الأمريكي «صاموئيل مورس» عام 1836 وسميت باسمه "Morse Code".

لماذا نحتاج إلى ضغط البيانات؟

لعدة أسباب منها توفير المساحة التخزينية التي تحتلها الملفات كبيرة الحجم، مما يسمح لنا بتخزين بيانات أكثر على المساحة التخزينية نفسها، وبالنسبة لعالم الشبكات فالموضوع حيوي وهام للغاية، حيث أننا اليوم نتعامل مع ملفات كبيرة الحجم كملفات الصوت والصورة وغيرها. كل هذه لو أرسلناها بصيغتها الأصلية بدون أي عملية ضغط بيانات ستحتاج إلى وقت طويل في عملية الإرسال والاستقبال، بالإضافة إلى حدوث اختناق في حركة المرور عبر الشبكة، في حين لو تم ضغط نفس البيانات ونقلها ستنتقل أسرع بكثير، وبالتالي نكون قد قلصنا من زمن الإرسال لنفس البيانات.

ما هي أنواع ضغط البيانات؟

هنالك نوعان لإجراء عملية الضغط:

Lossy: في هذا النوع عند فك ضغط الملف سنحصل على نسخة مشابهة للملف الأصلي (ليست مطابقة تماماً للملف الأصلي) حيث يتم فقدان بعض التفاصيل، وبالتالي هذا النوع مقبول لضغط الصور والفيديو (حيث تكون الصورة بعد فك الضغط مشابهة للصورة الأصلية مع فقدان بعض الجودة)، ولكن ليست مقبولة أبداً بالنسبة للملفات الأصلية وذلك لأن كل محرف في النص مهم ويؤثر على المحتوى بشكل مباشر (مضمون النص).

Lossless: في هذا النوع إن الملف الناتج عن عملية فك الضغط مطابق تماماً للملف الأصلي، أي لايوجد أي فقدان للتفاصيل ومن هنا جاءت سبب التسمية، وبالتالي فهو مناسب لضغط الملفات النصية حيث من المهم الحصول على نسخة مطابقة للملف الأصلي.

وأشهر ثلاث برامج لضغط البيانات العامة (كلهم من نوع Lossless):

Zip: للأجهزة التي تعمل بنظام windows.

StuffIt: للأجهزة التي تعمل بنظام Apple.

Gzip: للأجهزة التي تعمل بنظام UNIX.

ويوجد صيغٌ مشتركة لضغط الصور الثابتة وخاصة تلك التي تعرض عبر الشبكة مثل GIF(Graphics Interchange Format)، وهو من النمط Lossless إلا أن صورها تقتصر على 256 لون، وهناك مجموعة أكبر من الألوان يمكن أن تستخدم مع JPEG(Joint Photographic Experts Group)، وهو معيار عالمي والذي يستخدم كل من (Lossless، Lossy) كما يفعل المعيار العالمي MPEG(Moving Picture Expert Group) الخاص بضغط الفيديو.

الضغط الفاقد والضغط غير الفاقد

تسمح تقنيات الضغط غير الفاقد بضغط المعطيات وفك ضغطها بدون فقدان أي معلومات.

مثلا عندما تعبر عن الرقم تسعة وأربعون ليرة وتسعون قرشاً بالشكل ٤٩,٩٩، فإنك لا تفقد أي معلومة، وكلا الشكلان متكافئان تماما، مع أن الشكل الثاني يأخذ حجما أقل.

أما في الضغط الفاقد، فإنك تفقد جزءا من المعلومات، كأن تعبر عن الرقم السابق بالشكل ٥٠.

فالطريقة الثانية تقوم آليا بتقريب الرقم، وتحجز له حجما أقل من الحجم اللازم في جميع الأشكال الأخرى. لكنها من جهة أخرى تفقدك جزءا من المعلومات عندما تفك الضغط.

لا يمكن أن نقبل تطبيق الضغط الفاقد على جميع أنواع ملفات الحاسب. إلا أن ملفات الصور تستطيع أن تتعامل مع هذا النوع من الضغط مع المحافظة قدر الإمكان على صور غير مشوهة بشكل كبير.

طريقة الضغط الخطي Run Length Compression

أحد أنماط الضغط غير الفاقد، فإذا كان لديك ملف صورة حجمه بدون ضغط حـــوالي ٧٤٠K .
يتم تحليل الصورة وعد المرات التي تتكرر فيها نفس المعلومة بشكل متجاور.

فإن كانت الصورة تحتوي على سلسلة من البكسلات زرقاء المتجاورة، وبدلا من تخزين هذا السلسلة مـــن المعلومات على الشكل أزرق، أزرق، أزرق، أزرق، فيتم عد العناصر المتجـــاورة ذات اللـــون الأزرق، وليكن الدوار مثلا ٣٠٠ مرة ، فيتم تخزين العبارة

"كرر بيكســـل أزرق ٣٠٠ مـــرة"،

يمكن باستخدام هذا النوع من الضغط أن يصل حجم نفس الصورة إلى حوالي ٢٥٠ K.

RLE(Run-Length Encoding): وهي خوارزمية تستغل التكرار الإحصائي لتمثيل البيانات بصورة دقيقة دون فقدان المعلومات بحيث أن العملية قابلة للعكس، وفي مثل هذا النوع يمكن تطبيقه على معظم بيانات العالم الحقيقي التي تمتلك تكراراً إحصائياً. على سبيل المثال قد تكون الصورة في بعض الأحيان قلما يتغير اللون على عدة بكسلات فبدلاً من الترميز (بكسل أحمر، بكسل أحمر... إلخ)، يصبح الترميز (250 بكسل أحمر)، وبالتالي استعضنا عن ترميز 250 بكسل بجملة تتألف من عدد قليل من المحارف.

طريقة RLE

- هي اختصار لـ Run Length Encoding و تعني الترميز بطول التعداد.
- طريقة ضغط غير فاقدة ومن الصنف اللا مصدري.
- من أبسط وأسهل الطرق وسريعة وهي مناسبة للنوع الذي يتكرر فيه الـ Bytes الواحد بكثرة.
- تعتمد هذه الطريقة على تبديل سلسلة من ال Bytes أو من البيانات المتكررة بعدد تكرارها تاركة إحداها.
- هذه الطريقة فعالة فقط عندما يحتوي الملف على سلاسل بطول الواحدة منها يزيد عن ثلاثة أي يتكرر فيها الرمز أكثر من ثلاث مرات.
- هي مناسبة جداً إذا كثرت السلاسل من البيانات المتكررة في الملف الواحد, مثل الصور التي تحتوي الكثير من البياض أو صفحة فيها الكثير من الفراغات.

طريقة RLE

مثال:

- ملف يحتوي على مجموعة من ال Bytes على الشكل التالي:
- RRRDRRRRRRCCCCCCC
- وضح كيف يصبح شكله بعد عملية الضغط, ثم احسب نسبة الضغط باستخدام طريقة RLE

الحل: شكل الملف يصبح:

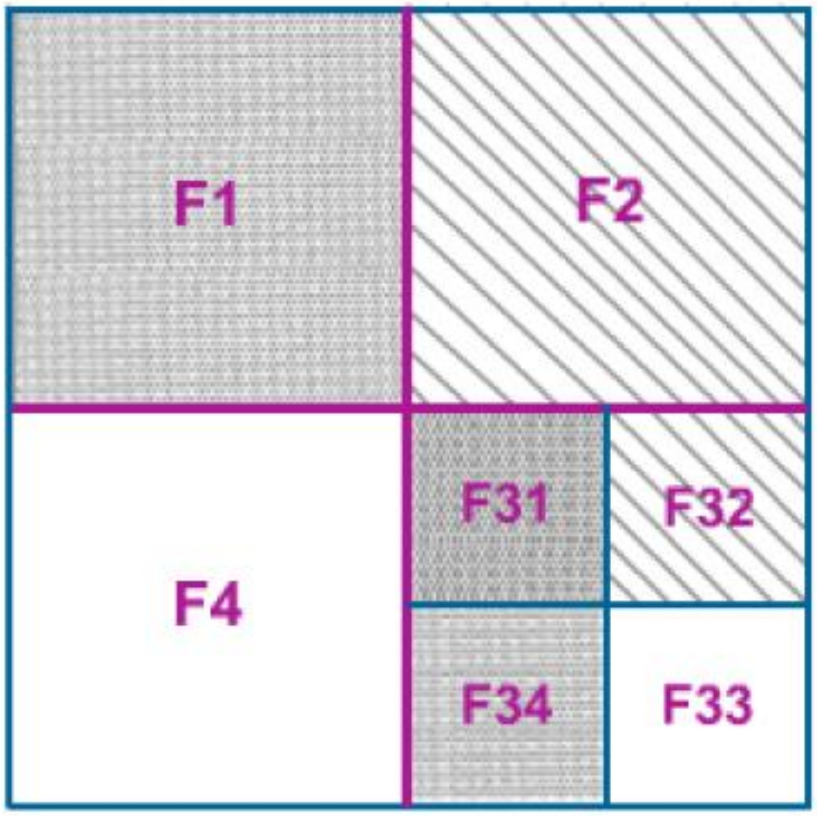
- R*3DR*6C*7 الحجم الأصلي كان يساوي 17 بايت و حجم الملف بعد الضغط أصبح 10 بايت, لأن أيضا إشارة * هي واحد بايت، فتصبح نسبة الضغط تساوي 10/17 =1.7

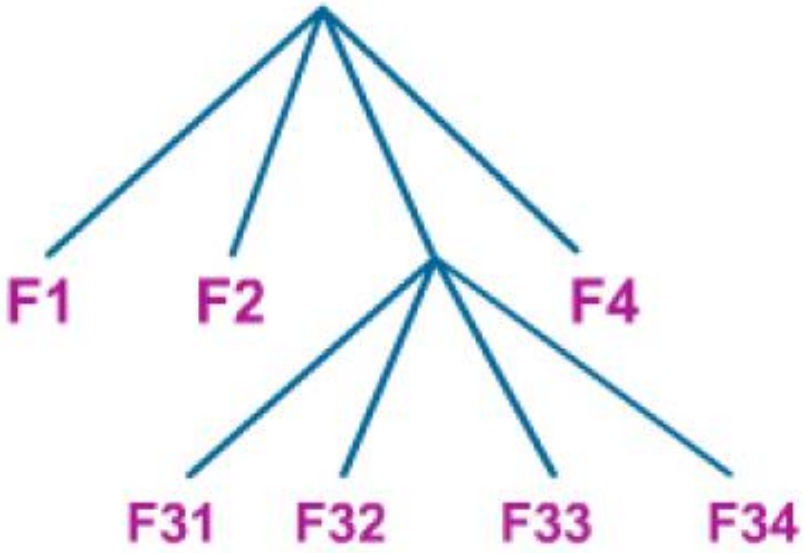
طريقة الضغط Quad Tree

- تستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي فقط في تقنيات ضغط الصور.
- تعطي هذه الطريقة أفضل أداء لها عندما تملك الصورة المراد ضغطها مناطق واسعة متجانسة كثيرة، أي مناطق لها نفس التدريجات اللونية.
- تعتمد هذه الطريقة آلية العمل التالية:

تقسم الصورة بطريقة عودية إلى أربع مربعات متجانسة حيث يستمر التقسيم بنفس الطريقة لكل مربع حتى الوصول إلى تدرج لوني واحد في كل مربع. يخزن على التوازي رقم فريد (ترميز فريد) لكل مربع ناتج. اعتماداً على هذا الترميز الجديد تخزن الصورة والتي من خلالها يمكن الحصول على الصورة الأصلية بدون أخطاء.

طريقة الضغط Quad Tree





تقنية الضغط JPEG

تم إعداد هذا المعيار من قبل (Joint Photographic Expert Group) وهي جمعية تابعة لمنظمة المقاييس العالمية الآيزو. ويتم في هذه التقنية تقسيم الصورة إلى وحدات بحجـــم (٨*٨) بكسل، ثم يتم وصف كل وحدة بناء على مواصفات البكسل الموجود في الزاوية العلوية اليسرى؛ بمعنى تخزين شيفرة الألوان للوحدة بكاملها بدلاً من تخزينها لكل بكسل على حدة. تستخدم بشكل عام في تشفير الصور الثابتة ومعدل ضغط يصل إلى ٢٠: ١.

تنسيقات الملفات الرسومية النقطية

إن تنسيق الملف هو وسيلة لحفظ البتات والأجزاء الإلكترونية التي يتكون منها الملف في جهاز الحاسب الآلي. تنظم التنسيقات المختلفة هذه البتات والأجزاء بشكل مختلف. تتيح معظـــم البرامج الرسومية للمستخدم إمكانية استخدام عدد كبير من تنسيقات الملف للاختيار من بينها عند الحفظ على القرص؛ مما قد يسبب أحياناً حيرة للمستخدم في اختيار التنسيق المناسب لعمله.

ما هي أهم تنسيقات ملفات الرسوم النقطية؟ ومتى يتم استخدامها؟

تنسيق BMP: يستخدم هذا التنسيق في حالة استخدام الصورة كخلفية لسطح المكتب على أجهزة الحاسب الشخصي

تنسيق Graphics Interchange Format (GIF)

هو أحد أشهر تنسيقات الرسوم النقطية، وتم تطوير هذا النسق لنقل الصور عبر المواديم، وهو يستخدم بشكل واسع مع لغة HTML في تصميم مواقع الويب. يقوم هذا التنسيق بضغط ملفات الصور إلى نصف حجمها الأصلي، كما يدعم الشفافية ويتميز بأن كفاءة الصور لا تتأثر بالضغط.

يستعمل نسق GIF نظام ثماني البتات (٨-bit)، لذلك يعد الاختيار الأمثل للرسوم التي تحتوى ٢٥٦ لون أو أقل، مثل الرسوم الكارتونية والأزرار البسيطة والرسوم قليلة الألوان عامة.

تنسيق (PNG) Portable Network Graphics

يتمتع هذا الامتداد بكثير من المزايا المتقدمة مثل دعم الألـــوان الحقيقيـــة True Color، ودعم الشفافية، ويتميز هذا التنسيق بأنه لا يفقد الصور كفاءتها عند الضغط إليه، فهذا الامتـــداد يستطيع ضغط ملفات GIF أو JPEG بنفس عمق الألوان ونفس الجودة إلى ملف أصغر حجما.

يكون الامتداد PNG هو الاختيار الأمثل للصور كثيرة الألوان التي تحتاج درجة جودة عالية أو الصور قليلة الألوان التي تحتاج إلى ضغط أفضل.

تنسيق (JPEG) Joint Photographic Experts Group

ظهر هذا التنسيق كبديل لنسق GIF، فتم تطويره خصيصا لحفظ الصور الفوتوغرافيـــة، فهو يدعم ملايين من الألوان (٢٤-bit). وعلى عكس GIF تُفقد بعض بيانات الصـــورة عنـــد الضغط إلى هذا الامتداد، مما يقلل إلى حد ما من كفاءة الصورة.

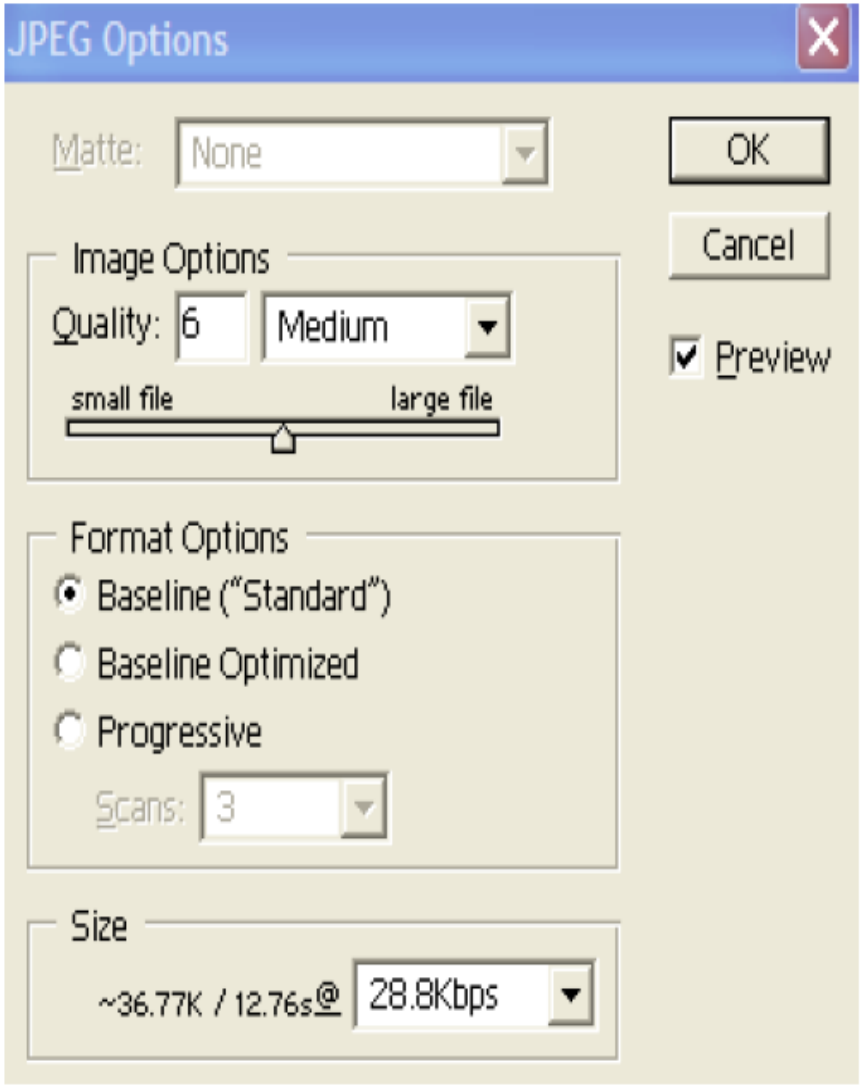
يكــون امتــداد JPEG هــو الاختيار الأمثل للرسوم والصور الفوتوغرافية التي تتطلب أكثر من ٢٥٦.
وينصح بعدم عمــل أي تحرير على الصورة بعد حفظها بهذا التنسيق حيث أن إعادة التحرير قــد يظهــر عيــوب الصورة ويفسدها بعض الشيء.

ويستخدم هذا التنسيق عند الرغبة في نشــر الصــورة علــى الإنترنت.

عندما تحدد اختيار JPEG في مربع حوار Save AS وتضغط فوق Enter، يظهر مربع حوار، انظر الشكل أدناه. يمكن ملاحظة أن جودة الصورة Quality تتحدد من خــلال القــيم ٠

وهي أقل جودة وحجم ملف أقل إلى القيمة ١٢ والتي تكون فيها الصورة بأعلى جودة ممكنة لهذاالتنسيق ولكن حجم الملف سيكون أكبر.

فيما يلي عرض سريع للاختيارات المهمــة الخاصــة بعملية طباعة الصور:



- ✓ يمكنك من خلال قائمة Quality المنبثقة اختيار كم الضغط الذي يـتم إجـراؤه علـى الصورة، وبالتالي جودة الصور المحفوظة. فكلما زادت جودة الصورة، كلما قـل كـم ضغط الملف وازدادت المساحة التي يحتلها القرص.

- ✓ يتيح لك مربع اختيار Quality والمؤشر الذي يقع أسفله وسائل أخرى لاختيـار إعـداد الضغط.

ملاحظات:

- دائما تذكر أن إغلاق فتح صورة من النوع JPEG في برنامج الفوتوشوب يعني قيام البرنامج بإعادة الضغط والتعديل مما ينتج ضرر على الصورة في كل مرة تقوم بتحريرها لذا قم دائماً بحفظ الصورة في هذا التنسيق عند إتمام عملية التحرير والتعديل.
- كما هو الحال في ضغط LZW، توفر عملية الضغط باستخدام تنسيق JPEG مساحة كبيرة من القرص.

إذا كنت ترغب في توزيع الصورة الخاصة بك على شبكة الويب العالمية، فينبغي عليك أن تقوم بحفظها في تنسيق JPEG أوGIF أو بتنسيق PNG الجديد الذي لم يتم دعمه حاليا على نطاق واسع. يعمل JPEG بشكل جيد مع الصور الفوتوغرافية، ومع صور الأشخاص على وجه الخصوص حيث أنها تتضمن نطاقا كبيرا من الألوان.

خوارزمية هوفمان

خوارزمية هوفمان لضغط الملفات حيث تُعتبر من أهم خوارزميات ضغط الملفات التي تعمل على مستوى البت (**Bit**) على عكس خوارزميات ضغط الملفات التي تعمل على مستوى البايت (**Byte**)

خوارزمية هوفمان توفر من **20%** إلى **90%** من حجم الملف!! ذلك إعتماداً على نوع الملف نفسه، حيث أن خورازمية هوفمان تعمل بكفاءة عالية وتوفر كثيراً من حجم الذاكرة في حالة الملفات النصية، لكن لها تأثيرها ليس بكبير على ملفات الصور والفيديو مقارنة بالملفات النصية .

خوارزمية هوفمان

بالمثال يتضح المقال، إعتبر أنك تتعامل مع ملف نصي، من المعلوم لديك أن كل حرف يخزن في بايت (**8 بت**)، فكر في ذلك! من الممكن أن تُخزن **4 بتات** في **64 بت**!! أوليس تبذيراً لمورد مهم جداً و هو الذاكرة؟!! الفكرة تكمن في أنه من الممكن تخزين الحرف في أقل من 8 بتات كما في المثال التالي:

ليكن لدينا النص **abcabcabca:**هذا النص سيخزن في ذاكرة حجمها 10*8 =**80 بت**، لماذا؟ لأن كل حرف يأخذ **8 بتات**، و النص يتكون من **10 أحرف**، و يُعد هذا إسرافاً في إستخدام الموارد، بالإمكان أن يُخزن كل حرف في 2 بت فقط كالاتي :

الحرف	البت
a	01
b	10
c	11

خوارزمية هوفمان

أي أن الملف قابل للتخزين في 10*2=**20 بت** وهذا فرق كبير حيث قمنا بتخزين ملف كان يأخذ **80 بت** في **20 بت** فقط.

كذلك بالإمكان تمثيل الـ **a** عن طريق بت واحد فقط وهو الـ 0، وبما أن الـ a مكررة 4 مرات، عندئذ بتمثيل الـ a عن طريق بت واحد فقط نكون قد وفرنا **4 بت** أخرى ، أي أنه يمكننا حفظ الملف في ذاكرة حجمها **16 بت** فقط بدلا من **20 بت**.

السؤال الذي يطرح نفسه هل يشكل فرق أن مثلنا الحرف **b** بالبت 0 بدلاً عن الـ **a**؟ الجواب نعم. يُشكل فرقاً لأن تكرار حرف الـ **b** هو 3 فقط، أي أننا سنوفر **3 بت** فقط وهي أقل من التي نوفرها في حالة مثلنا حرف الـ **a** بالـ 0.

من هذا نخلص إلى أنه كلما مثلنا العدد الأكثر تكراراً بأقل عدد من البتات (Bits) نكون قد وفرنا ذاكرة أكبر.

شجرة هوفمان : (Huffman Tree)

قبل القيام بضغط ملف أو فك الضغط عنه يجب عليك بناء شجرة هوفمان. كيف ننشئ شجرة هوفمان؟!!

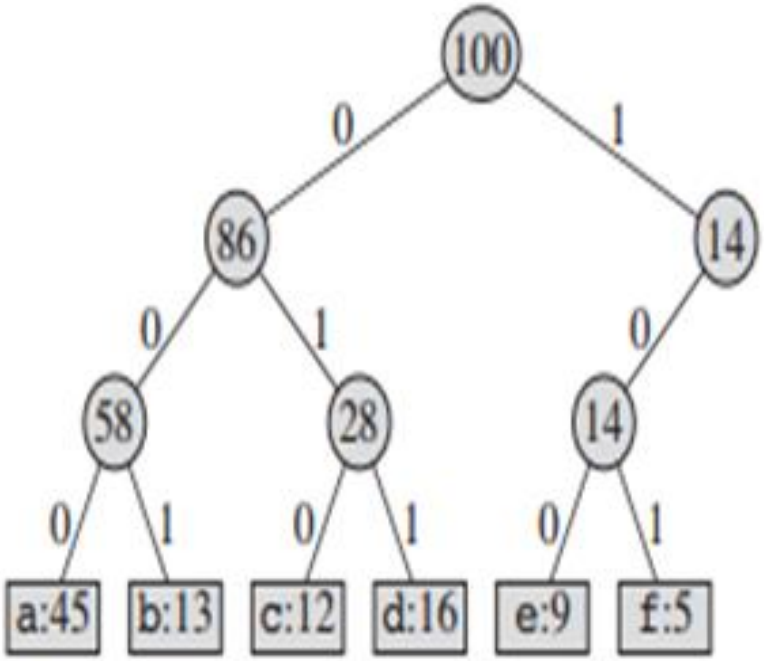
ليكن لدينا النص abeecbedcbaeddcbeeabea

أولاً إحسب تكرار كل حرف: **a**=4،**b**=5،**c**=3،**d**=3،**e**=7

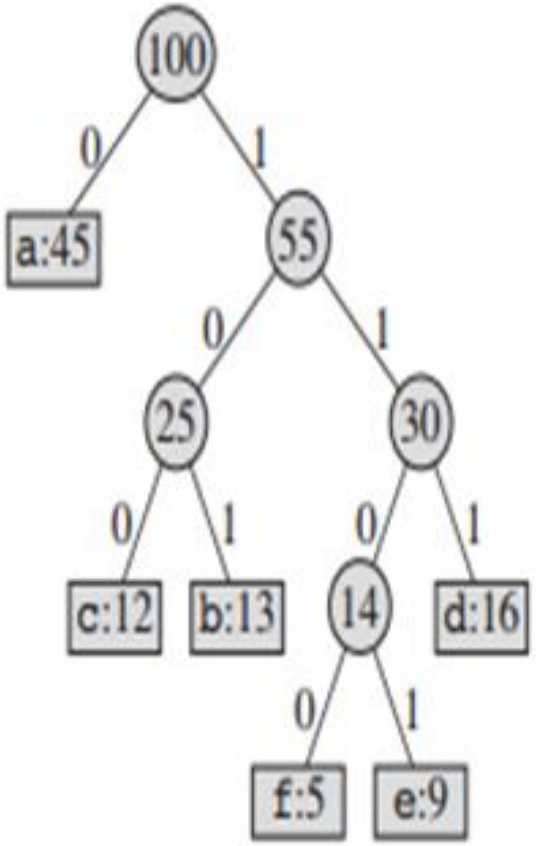
1. كوّن أوراقاً بعدد الأحرف التي لديك، أي كون 5 أوراق (عقد) و ضع في كل ورقة تكرار الحرف الذي تمثله.
2. إختر عقدتان لهما أصغر تكرارين.
3. إجعلهما إبنتان لعقده جديدة.
4. هذه العقدة الجديدة ضع فيها مجموع التكرارين (تكراري العقدتين صاحبتا أقل تكرارين).
5. طبق هذه العملية حتى تحصل على عقدة واحده وهي الجذر.
6. رقّم كُل عقده وفقاً لموضعها، إذا كانت يمين عقدة أخرى تأخذ الرقم 1 وإذا كانت شمال عقدة أخرى تأخذ الرقم 0 .

بهذه الست خطوات تكون قد أنشئت شجرة هوفمان و بالإمكان تطبيق عمليتي ضغط الملفات وفك الضغط عليها.

خوارزمية هوفمان



(a)



(b)

خوارزمية هوفمان

ضغط البيانات:

بعد إنشاء شجرة هوفمان وترقيم كل عقدة، في عملية الضغط نمثل كل حرف بأرقام العقد التي نقابلها في طريقنا من العقدة التي تحوي تكرار الحرف المعني حتى الجزر ، في الشكل اعلاه رقم (**a**) نمثل الحرف a بالبتات **000**

والحرف **e** بالبتات **001** ونلاحظ أن الشجرة تعطي الحرف الأكثر تكراراً عدداً أقل من البتات، وهكذا قمنا بالضغط عن طريق خوارزمية هوفمان.

خوارزمية هوفمان

فك الضغط :

لفك الضغط، في بادئ الامر يكون لدينا سلسلة بتات ناتجة من الضغط.

1.أول خطوة قف عند الجذر.

2.أنظر إلى سلسلة البتات الناتجة من الضغط و انظر إلى أول بت إذا كان 0 إذهب إلى العقدة يسار الجذر و إذا كانت 1 إذهب للعقدة يمين الجذر.

3.في كل تحرك يميناً أو يساراً، أنظر إلى **البت الثاني** إذا كان صفراً إذهب يسار العقدة التي تقف عليها وإذا كان 1 إذهب يمين العقده التي تقف عليها.

4.إستمر هكذا حتى تصل إلى ورقة و اكتب الحرف الذي تمثله.

5.عد و كرر نفس العملية حتى تصل إلى آخر بت.

هكذا تكون قد وصلت إلى النص المطلوب (أي فككت الضغط). و بهذا نكون قد اوجزنا خوارزمية هوفمان وكيف تقوم بضغط الملفات وفك الضغط و فقاً لخوارزمية هوفمان.

LZW

LZ(Lempel-Ziv): وهي خوارزمية اخترعها عالمي الحاسوب الإسرائيليان «إبراهام ليمبل» و«يعقوب زيف» في عام 1978 والتي تعتمد على ما يعرف بالاستبدال النصي (Textual Substitution)، وبعدها قام العالم «ويلش» بنشر خوارزمية LZW(Lempel-Ziv-Welch) التي صُممت هذه الخوارزمية لتكون سريعة وذلك لأنها تقوم بتحليل محدود للبيانات.

- في عام 1977 وضع Abraham Lempel و Jakob Ziv ما يدعى اليوم LZ family
- LZ77 تستخدم عموما في ضغط النصوص، LZ78 تستخدم عموما لضغط البيانات الثنائية
- - في عام1984 عدل Terry Welch خوارزمية LZ78 والنتيجة كانت خوارزمية LZW التي تستخدم كثيرا اليوم.

LZW

- إحدى الخوارزميات الأكثر شيوعاً
- لا تؤدي إلى فقدان بالبيانات قادرة على العمل مع أي نوع من البيانات وهي سريعة في الضغط وفك ضغط البيانات.
- LZW خوارزمية معتمدة على القاموس
- تقوم فكرة الخوارزمية على وضع رمز لكل سلسلة محرفية جديدة، في كل مرة ينتج فيها رمز جديد يتم إضافة السلسلة إلى القاموس.
- عند ضغط ملف ما تقوم الخوارزمية بتهيئة القاموس حيث تضع في أول 256 مدخل (من 0 إلى 255) مجموعة محارف ASCII التي يمكن أن توجد في الملف ثم تضاف السلاسل المحرفية إلى القاموس.

LZW

- أحد أسباب كفاءة LZW هو أنها لا تحتاج إلى حفظ القاموس مع الملف المضغوط من أجل فك ضغط الملف مما يوفر في حجم التخزين، حيث يمكن بناء القاموس بشكل مشابه لمرحلة الضغط.
- تقوم خوارزمية فك الضغط بإضافة السلاسل الجديدة إلى القاموس وتحول كل رمز إلى السلسلة المقابلة له في القاموس وترسل السلسلة إلى الخرج.

LZW, TIFF&GIF

- تعمل خوارزمية LZW بشكل جيد مع البيانات التي تحوي سلاسل متكررة لهذا السبب يصل مستوى الضغط إلى نسبة عالية (حوالي 50%) عند ضغط نص باللغة الانكليزية.
- تستخدم خوارزمية LZW لضغط الصور أيضا، حيث توجد في كل من GIF و TIFF
- في TIFF تجمع معطيات البيكسل في بايتات قبل أن ترسل إلى LZW لذلك فإن البايتات المصدرية لـ LZW قد تكون جزء من قيمة البيكسل أو قيمة بيكسل أو قيم عدة بيكسلات وهي تعتمد على عمق بيتات الصورة, وعدد قنوات الألوان.

LZW, TIFF&GIF

- تقوم LZW بعمل جيد في ضغط الصور ذات قيم مختلفة من عمق الصورة 1, 8, 24 بت.
- يمكن للصورة ذات التشوه أو الضجيج أن تخفض بشكل ملحوظ معدل ضغط LZW.
- ويوصى بإزالة الضجيج لزيادة كفاءة الضغط ، يمكن أن نقول أنه إذا كانت البيانات لا تضغط بشكل جيد في صيغتها الحالية فيجب تحويلها إلى صيغة أخرى تسمح بضغط أفضل.