

الوسائط المتعددة

MultiMedia

Media وسائط (المفرد وسيط Medium)

- الوسائط "Media" هي جمع لكلمة Medium
- الوسيط Medium هو أداة أو قناة أو وسيلة تُستخدم لتخزين، أو نقل، أو تقديم المعلومات أو البيانات.
- في علوم الحاسب، المقصود بالوسائط هي الوسائط الرقمية (Digital Media)
- الوسائط الرقمية (Digital Media): هي تمثيل المعلومات بشكل رقمي (بتات وبايتات) بحيث يستطيع الحاسب معالجتها.

أنواع الوسائط في الوسائط المتعددة الرقمية:

- النص (Text)
- الصور والرسومات (Images & Graphics)
- الصوت (Audio)
- الفيديو (Video)
- الرسوم المتحركة (Animation)

الخلاصة: إن Media في Multimedia تعني أنواع الوسائط الرقمية المختلفة التي تشكل لبنات البناء لأي تطبيق وسائط متعددة

Multi (المتعدد، المتعددة، العديد، أكثر من واحد)

البادئة "Multi-" في كلمة "Multimedia" تعني "المتعدد".
طبعا ليس المقصود بـ "المتعدد" مجرد وجود أكثر من وسيط واحد، بل المقصود التكامل والتفاعل بين هذه الوسائط المختلفة ضمن نظام أو تطبيق واحد.

الوسائط المتعددة (Multimedia)

الوسائط المتعددة هي دمج متكامل ومتزامن وتفاعلي لأنواع مختلفة من الوسائط (المحتوى الرقمي) مثل النص، الصور، الصوت، الفيديو، والرسوم المتحركة، ضمن نظام أو تطبيق واحد يعتمد على الحاسب، لنقل المعلومات أو الأفكار أو لتوفير الترفيه.

شرح التعريف بمكوناته الرئيسية:

1. دمج متكامل (Integrated)

لا يعني مجرد وجود وسائط مختلفة جنباً إلى جنب، بل يعني أنها مترابطة ومتشابكة من أجل تشكيل رسالة موحدة. فالصورة تدعم النص، والصوت يشرح الفيديو، وهكذا.

2. متزامن (Synchronized)

يجب أن تظهر الوسائط في الوقت الصحيح بالنسبة لبعضها البعض. مثلاً: أن يتزامن ظهور الشرائح في العرض التقديمي مع تعليق المتحدث.

3. تفاعلي (Interactive)

قدرة المستخدم على التحكم في ما يراه ويسمعه. من أشكال التفاعل مثلاً النقر على رابط، أو اختيار مسار مختلف في لعبة، أو التحكم في مشغل الفيديو (إيقاف، تشغيل، تقديم).

4. محتوى رقمي (Digital Content)

جميع هذه الوسائط يتم تمثيلها بشكل رقمي (بتات وبايتات) مما يسمح للحاسوب بتخزينها ومعالجتها.

أمثلة عن Multimedia

- عرض تقديمي (Presentation): يوجد نص على الشاشة، وصورة، ومقطع فيديو، وتعليق صوتي. كل هذه العناصر مدمجة ومتزامنة لتوصل الفكرة.
- موقع ويب: يحتوي على نص، وصور، وفيديو.
- لعبة: هذا هو المثال الأكمل عن الوسائط المتعددة. حيث تجمع اللعبة بين رسومات ثلاثية الأبعاد، وموسيقى، ومؤثرات، ونصوص، وكلها متزامنة وتتفاعل مع إجراءات اللاعب.

عدة وسائط (Multiple Media):

أي أن الوسائط منفصلة عن بعضها البعض.
مثلاً: في حاسوبك الشخصي كتاب (نص) وفي مكان آخر صورة وفي مجلد آخر ملف صوتي لأحد الفنانين.
لاحظ أن هذه الوسائط منفصلة عن بعضها البعض.

أنواع الوسائط الرقمية

1. النص TEXT

- **تعريف:** هو كلام مكتوب، يتضمن أحرف الأبجدية وأحرف الخاصة.
- **أمثلة:** النص في المستندات وصفحات الويب ورسائل البريد الإلكتروني.
(TXT, DOC, DOCX, PDF)
- **الهدف:** يتم استخدام النص لتوصيل المعلومات ويمكن تنسيقه بأنواع وأحجام وخطوط وألوان مختلفة. وغالباً ما يستخدم جنباً إلى جنب مع عناصر الوسائط المتعددة الأخرى لتعزيز الفهم.

2. الصورة Image

- **تعريف:** الصورة عبارة عن محتوى مرئي ثابت. والصورة يمكن أن تكون نقطية (ملتقطة من الأجهزة) أو متجهة (تم إنشاؤها باستخدام برمجيات).
- **أمثلة:** الصور الفوتوغرافية والرسوم التوضيحية. تشمل أنواع ملفات الصور الشائعة JPG و PNG و TIF و BMP
- **الهدف:** توضيح الأفكار والمفاهيم من خلال الصور الثابتة.

3. الصوت Audio

- **تعريف:** تمثيل للموجات الصوتية بشكل رقمي وقد يكون ملف الصوت عبارة عن كلام أو موسيقى أو مؤثرات صوتية أو تعليق صوتي.
- **أمثلة:** الكلام والتعليقات الصوتية والموسيقى والمؤثرات الصوتية. من أنواع ملفات الصوت الشائعة MP3 و WAV و WMA
- **الهدف:** يعزز تجربة الوسائط المتعددة من خلال التعبير عن حالة الجو مثلاً بواسطة الصوت.

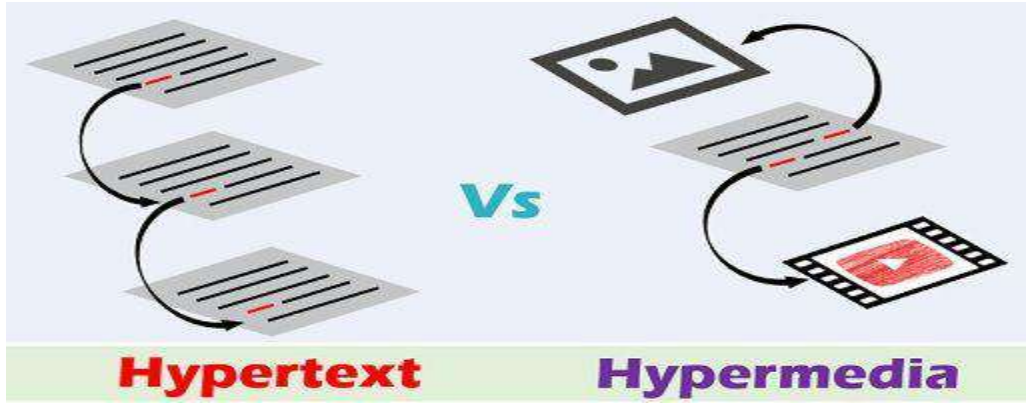
4. الفيديو Video

- **التعريف:** سلسلة متتالية من الصور (الإطارات) وغالباً مترافقة مع تسجيل صوتي متزامن.
- **أمثلة:** مقاطع الفيديو والبث المباشر ومؤتمرات الفيديو. من تشمل التنسيق الشائعة MP4 و avi
- **الهدف:** يوفر محتوى مرئي ديناميكي يجذب المشاهدين أكثر من الصور الثابتة.

5. الرسوم المتحركة

- **تعريف:** سلسلة من الصور التي تعرض بسرعة معينة لتشكيل وهم الحركة
- **أمثلة:** الأفلام المتحركة وألعاب الفيديو.
- **الهدف:** إضافة الحيوية على الصور الثابتة، واستخدامها في سرد القصص.

النص التشعبي والوسائط التشعبية Hypertext and Hypermedia



النص التشعبي Hypertext

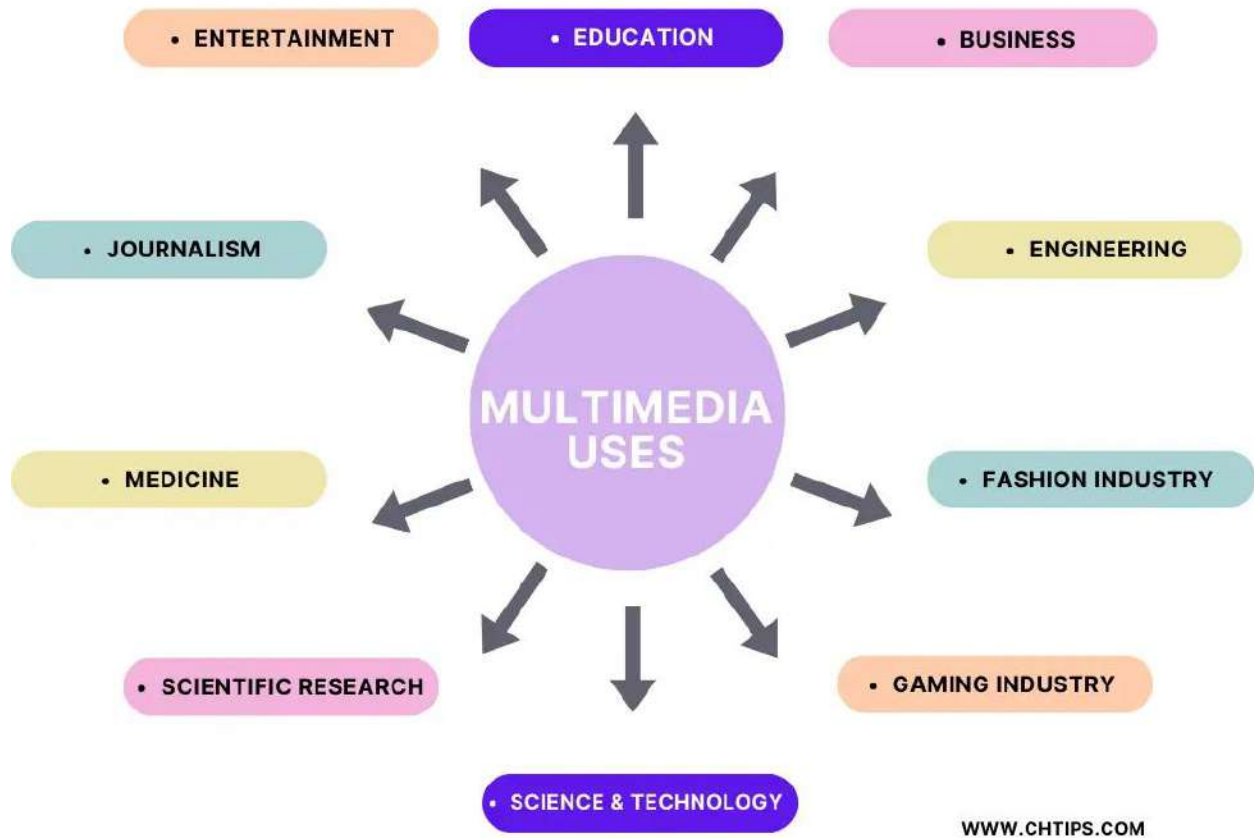
تعريف: النص التشعبي هو النص الذي يحتوي على روابط لنصوص أخرى، مما يسمح للمستخدمين بالتنقل عبر المعلومات بطريقة غير خطية

أمثلة: يتم إنشاء العديد من مواقع الويب باستخدام النص التشعبي، حيث يؤدي النقر على الروابط إلى الانتقال إلى نصوص أو مستندات أخرى.

الوسائط التشعبية Hypermedia

تعريف: الوسائط التشعبية هي امتداد للنص التشعبي لا يشمل النص فقط، بل يشمل أيضاً أشكالاً أخرى من الوسائط مثل الصور والصوت والفيديو والرسوم المتحركة

أمثلة: شبكة الويب العالمية هي مثال رئيسي للوسائط المتعددة، حيث يمكن للمستخدمين التفاعل مع أنواع مختلفة من الوسائط مثل مقاطع الفيديو والصور وملفات الصوت من خلال الروابط التشعبية.



مجالات استخدام الوسائط المتعددة

تُستخدم الوسائط المتعددة على نطاق واسع في مختلف القطاعات وفيما يلي بعض المجالات الرئيسية التي يتم فيها تطبيق الوسائط المتعددة:

1. الترفيه Entertainment

- ألعاب الفيديو: تجمع بين الرسومات والصوت والتفاعل لخلق التشويق.
- منصات البث: تقدم خدمات مثل Netflix, YouTube, and Spotify محتوى الفيديو والصوت.
- الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) : يوفران تجارب وسائط متعددة غنية.

2. التعليم Education

- منصات التعلم الإلكتروني: تستخدم مقاطع الفيديو والرسوم المتحركة والاختبارات التفاعلية لتعزيز التعلم. (مثلا Coursera, Edraak)
- البرامج التعليمية: تستخدم برامج مثل Duolingo or Khan Academy
- الوسائط المتعددة لتدريس اللغات والرياضيات وغيرها من المواد.
- المحاكاة: توفر بيئات تدريب واقعية لمجالات مثل الطب والطيران والهندسة.

3. التواصل Communication

- أدوات مؤتمرات الفيديو: تجمع تطبيقات مثل Zoom أو Microsoft Teams من أجل مشاركة الفيديو والصوت والشاشة.
- منصات التواصل الاجتماعي: تستخدم منصات مثل Instagram و TikTok و Facebook الوسائط المتعددة لمشاركة الصور ومقاطع الفيديو والبث المباشر.

4. الأعمال والتسويق Business and Marketing

- العروض التقديمية: تجمع أدوات مثل PowerPoint و Prezi النصوص والصور ومقاطع الفيديو لإنشاء عروض تقديمية احترافية.
- الإعلان: تُستخدم الوسائط المتعددة في الإعلانات الرقمية ومقاطع الفيديو الترويجية.
- مواقع الويب والتطبيقات: تستخدم العديد من مواقع الويب والتطبيقات الوسائط المتعددة لتحسين تجربة المستخدم.

5. الفنون الإبداعية Creative Arts

- التصميم الجرافيكي: تجمع برامج مثل Adobe Photoshop أو Canva الصور والنصوص والمؤثرات.
- تحرير الفيديو: تتيح أدوات مثل Adobe Premiere Pro أو Final Cut Pro للمستخدمين تحرير وإنتاج مقاطع الفيديو.
- إنتاج الموسيقى: تجمع تطبيقات مثل Ableton Live أو FL Studio المسارات الصوتية والمؤثرات الصوتية وملفات MIDI

6. المعلومات والأخبار Information and News

- مقالات إخبارية تفاعلية: يتم استخدام مقاطع الفيديو والرسوم البيانية والرسوم المتحركة لعرض المعلومات الاخبارية
- المجالات الرقمية: يتم الجمع بين النصوص والصور ومقاطع الفيديو لتجربة قراءة غنية.

7. الرعاية الصحية Healthcare

- التصوير الطبي: تستخدم تطبيقات مثل أجهزة عرض التصوير بالرنين المغناطيسي أو التصوير المقطعي المحوسب الوسائط المتعددة لعرض الصور التشخيصية.
- الطب عن بُعد: يجمع بين الفيديو والصوت للاستشارات عن بُعد.

Animation

الرسوم المتحركة

مفهوم وهم الحركة

تعتمد فكرة وهم الحركة على نظرية "استمرارية الرؤية" حيث تبقى الصورة المشاهدة على شبكية العين لفترة قصيرة (حوالي 1/10 الى 1/16 من الثانية) وعندما تعرض سلسلة من الصور الثابتة بسرعة معينة تتداخل هذه الصور في الدماغ مما يخلق إحاء بالحركة فالدماغ لا يستطيع تمييز كل صورة على حدة.

الرسوم المتحركة

الرسوم المتحركة هي تقنية تستخدم لخلق وهم الحركة من خلال عرض مجموعة من الصور الثابتة التي تختلف قليلاً عن بعضها البعض بسرعة كافية تجعل المشاهد يعتقد أن ما يراه هو حركة واقعية.

عناصر الرسوم المتحركة:

1. الإطار (Frame) هو أحد الرسوم الثابتة المتعددة التي تشكل الرسم المتحرك وتسمى الرسومات إطارات لأنها تعرض بتوقيت معين يحدد بواسطة الخط الزمني (شريط الفيلم)
2. معدل الإطارات (Frame Rate) هو عدد الإطارات التي تُعرض في الثانية الواحدة، ويقاس بـ "إطار في الثانية" (FPS) على سبيل المثال، الأفلام السينمائية تعرض عادة 24 إطار في الثانية.
3. الحركة البينية (التوين، Tweening) هي عملية انشاء إطارات وسيطة (عادية) بين الإطارات الرئيسية والهدف من الحركة البينية هو خلق الوهم بالحركة عن طريق الانتقال السلس من صورة الى أخرى.
4. التوقيت (Timing) تحديد سرعة الحركة ومدتها.

الاطار الأساسي (الرئيسي) Keyframe

هو إطار يقوم بإنشائه المستخدم ويحدد فيه معلومات عن الكائن (موقع، شكل، لون، ...) والاطار الرئيسي يحدد بداية أو نهاية حركة في المشهد. و الإطار الرئيسي يمكن أن يكون فارغ و يمكن أن يحتوي على كود ActionScript للتحكم في المستند.

الإطارات البينية (الوسيطية): هي الإطارات التي تشكل بين إطارين أساسيين

قانون الحركة البينية

الخاصية الجديدة = الخاصية القديمة + مقدار التغيير لكل إطار (الإطار الجديد - الإطار القديم)

كيفية إنشاء الرسوم المتحركة

1. إنشاء الإطارات الرئيسية (Keyframes) يقوم المستخدم بإنشاء الإطارات الرئيسية التي تمثل النقاط الحرجة في الحركة.
2. إنشاء الإطارات الوسيطة (العادية): يقوم البرنامج بحساب وإنشاء الإطارات الوسيطة بين الإطارات الرئيسية بناءً على القيم المحددة (مثل الموضع، الحجم، اللون، التدوير، إلخ).

مثال:

من أجل إنشاء Animation لكرة تتحرك من النقطة A إلى النقطة B، عندئذ يتم القيام بما يلي:

- 1- رسم الإطار الأساسي الأول: الكرة في النقطة A
- 2- رسم الإطار الأساسي الثاني: الكرة في النقطة B
- 3- البرنامج يشكل الإطارات الوسيطة (العادية)

أنواع التحريك:

1. التحريك التقليدي (Classic Tweening) يُستخدم في الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد لإنشاء حركات بسيطة مثل الانتقال من مكان إلى مكان آخر أو تغيير الحجم.
2. التحريك الشكلي (Shape Tweening) يُستخدم لتحويل كائن من شكل إلى آخر، مثلاً تحويل دائرة إلى مربع تدريجياً.
3. التحريك الحركي (Motion Tweening) يُستخدم لإنشاء حركات معقدة في الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد، مثل تدوير كائن أو تحريكه على مسار معين.

فوائد التحريك:

- توفير الوقت والجهد في إنشاء الرسوم المتحركة.
- القدرة على تعديل الحركات بسهولة عن طريق تغيير الإطارات الرئيسية.

برامج تستخدم التحريك:

- Adobe Animate سابقا (Flash) أحد أشهر البرامج التي تستخدم التحريك لإنشاء رسوم متحركة.
- After Effects يُستخدم لإنشاء حركات معقدة وفيديوهات.
- Blender يُستخدم في الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد.

برنامج Adobe Animate

يوفر Adobe Animate بيئة شاملة لإنشاء رسوم متحركة متطورة وتطبيقات تفاعلية غنية بالوسائط المتعددة.

الخط الزمني (شريط الفيلم) Timeline

- في Adobe Animate، يسمح المخطط الزمني للمستخدمين بتنظيم محتوى المستند والتحكم فيه عن طريق وضع الإطارات والطبقات بالترتيب المطلوب.
- المكونات الرئيسية للخط الزمني هي الإطارات والطبقات ورأس التشغيل.
- الإطارات: تملأ كل أجزاء الوقت والحركة في الرسوم المتحركة، وتحدد الطول الإجمالي للفيلم.
 - الطبقات: تحتوي كل منها على رسم متحرك مختلف.

التغييرات التي يمكن إجراؤها على الكائنات في الرسوم المتحركة

- 1- تغيير الموقع (الانتقال): أي تغيير موقع الكائن من مكان إلى مكان آخر
- 2- تغيير الأبعاد (المساحة، المحيط): أي تصغير أو تكبير الكائن دون تغيير شكل الكائن
- 3- تغيير الزاوية (الدوران): أي دوران الكائن حول مركزه بزاوية معينة
- 4- تغيير اللون: أي تغيير لون الكائن من لون إلى لون آخر
- 5- تغيير الإضاءة: أي يصبح الكائن داكن اللون أو فاتح اللون بشكل تدريجي
- 6- تغيير الشفافية: أي اختفاء الكائن أو ظهور الكائن بشكل تدريجي
- 7- تغيير الشكل: أي تغيير الكائن بشكل كامل (مثلا من مربع إلى دائرة)

ملاحظات

- 1- قد يحدث للكائن مجموعة من التغييرات أو يحدث له تغيير واحد فقط
- 2- الحركة البينية تشمل كل التغييرات التي تحدث للكائن
- 3- عندما لا يحدد رقم الإطار التي بدأت عنده الحركة عندئذ نعتبر أن الحركة بدأت من الإطار رقم 1
- 4- عندما لا تحدد الزاوية الابتدائية للكائن عندئذ نعتبر أن الزاوية الابتدائية للكائن هي صفر
- 5- CW هو دوران مع عقارب الساعة وهو دوران موجب
CCW هو دوران عكس عقارب الساعة وهو دوران سالب
- 6- أسماء وأرقام الإطارات:
- 7- عدد إطارات الحركة وعدد الإطارات الكلي:
- 8- المحاور الاحداثية:

الحركة البينية لتغيير الموقع

لحساب الحركة البينية لتغيير الموقع نقوم بحساب التغيير في الموقع لكل إطار

مثال: تحركت دائرة من الموقع (200, 50) في الإطار رقم 15

الى الموقع (70, 210) في الإطار رقم 35

- 1- احسب الحركة البينية للدائرة
- 2- احسب موقع الدائرة في الإطار رقم 32

الحل:

حساب الحركة البينية للدائرة

عدد إطارات الحركة	NF = 35-15 = 20 Frame
التغير على x	dx = 210-50 = 160 pixel
التغير على y	dy = 70-200 = -130 pixel
التغير على x لكل اطار	$\frac{dx}{NF} = \frac{160}{20} = 8$
التغير على y لكل اطار	$\frac{dy}{NF} = \frac{-130}{20} = -6.5$

حساب موقع الدائرة في الإطار رقم 32

$$X_{F32} = 50 + 8 * (32 - 15) = 50 + 8 * (17) = 50 + 136 = 186 \text{ pix}$$

$$Y_{F32} = 200 + (-6.5) * (32 - 15) = 200 - 6.5 * (17) = 200 - 110.5 = 89.5 \text{ pix}$$

→ (186, 89.5)

الحركة البينية لتغيير الأبعاد (المساحة، المحيط)

لحساب الحركة البينية لتغيير الأبعاد نقوم بحساب التغيير في الأبعاد لكل إطار

مثال: تغيرت أبعاد مستطيل من (H, W)=(50, 80)

الى (H, W)=(100, 150)

في مدة مقدارها 24 إطار

1- احسب الحركة البينية للمستطيل

2- احسب أبعاد المستطيل في الإطار رقم 21

3- احسب مساحة ومحيط المستطيل في الإطار رقم 21

4- احسب مساحة ومحيط المستطيل في الإطار رقم 16

الحل: حساب الحركة البينية للمستطيل

عدد إطارات الحركة	NF = 24 Frame
التغير على H	dH = 100 - 50 = 50 pixel
التغير على W	dW = 150 - 80 = 70 pixel
التغير على H لكل إطار	$\frac{dH}{NF} = \frac{50}{24} = 2.08$
التغير على W لكل إطار	$\frac{dW}{NF} = \frac{70}{24} = 2.91$

حساب أبعاد المستطيل في الإطار رقم 21

$$H_{F21} = 50 + 2.08 * (21 - 1) = 50 + 2.08 * (20) = 50 + 41.6 = 91.6 \text{ pix}$$

$$W_{F21} = 80 + 2.91 * (21 - 1) = 80 + 2.91 * (20) = 80 + 58.2 = 138.2 \text{ pix}$$

→ (91.6, 138.2)

حساب مساحة ومحيط المستطيل في الإطار رقم 21

$$A_{F21} = 91.6 * 138.2 = 12659.12$$

$$C_{F21} = (91.6 + 138.2) * 2 = 229.8 * 2 = 459.6$$

حساب مساحة ومحيط المستطيل في الإطار رقم 16
أولا نحسب أبعاد المستطيل في الإطار رقم 16

$$H_{F16} = 50 + 2.08 * (16 - 1) = 50 + 2.08 * (15) = 50 + 31.2 = 81.2 \text{ pix}$$

$$W_{F16} = 80 + 2.91 * (16 - 1) = 80 + 2.91 * (15) = 80 + 43.65 = 123.65 \text{ pix}$$

→ (81.2, 123.65)

ثانيا نحسب مساحة ومحيط المستطيل في الإطار رقم 16

$$A_{F16} = 81.2 * 123.65 = 10040.38$$

$$C_{F16} = (81.2 + 123.65) * 2 = 204.85 * 2 = 409.7$$

ملاحظات

1- من الممكن حساب الحركة البينية لتغيير المساحة بحساب التغيير في المساحة لكل إطار

2- من الممكن حساب الحركة البينية لتغيير المحيط بحساب التغيير في المحيط لكل إطار

الحركة البينية لتغيير الزاوية (الدوران)

لحساب الحركة البينية لتغيير الزاوية نقوم بحساب التغيير في الزاوية لكل إطار

مثال 1

دار كائن بزاوية مقدارها 90 مع عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

1- احسب الحركة البينية للكائن

2- احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
التغير في الزاوية	do = 90 - 0 = 90 pixel
التغير في الزاوية لكل إطار	$\frac{do}{NF} = \frac{90}{12} = 7.5$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = 0 + 7.5 * (5 - 1) = 7.5 * 4 = 30$$

$$O_{F9} = 0 + 7.5 * (9 - 1) = 7.5 * 8 = 60$$

مثال 2

دار كائن بزاوية مقدارها 90 عكس عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

- 1- احسب الحركة البينية للكائن
- 2- احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
التغير في الزاوية	do = -90 - 0 = -90 pixel
التغير في الزاوية لكل إطار	$\frac{do}{NF} = \frac{-90}{12} = -7.5$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = 0 - 7.5 * (5 - 1) = -7.5 * 4 = -30 (=330)$$

$$O_{F9} = 0 - 7.5 * (9 - 1) = -7.5 * 8 = -60 (=300)$$

مثال 3

دار كائن دورة كاملة عكس عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

- 1- احسب الحركة البينية للكائن
- 2- احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
التغير في الزاوية	do = -360 - 0 = -360 pixel
التغير في الزاوية لكل إطار	$\frac{do}{NF} = \frac{-360}{12} = -30$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = 0 - 30 * (5 - 1) = -30 * 4 = -120 (=240)$$

$$O_{F9} = 0 - 30 * (9 - 1) = -30 * 8 = -240 (=120)$$

مثال 4

كائن زاويته الابتدائية 30 . دار بزاوية مقدارها 120 مع عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

- 1- احسب الحركة البينية للكائن
- 2- احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
زاوية الكائن النهائية	30+120=150
التغير في الزاوية	do =150-30 = 120 pixel
التغير في الزاوية لكل اطار	$\frac{do}{NF} = \frac{120}{12} = 10$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = 30 + 10 * (5 - 1) = 30 + 10 * 4 = 70$$

$$O_{F9} = 30 + 10 * (9 - 1) = 30 + 10 * 8 = 110$$

مثال 5

كائن زاويته الابتدائية 30- . دار بزاوية مقدارها 120 مع عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

1. احسب الحركة البينية للكائن
2. احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
زاوية الكائن النهائية	-30+120=90
التغير في الزاوية	do =90-(-30) = 120 pixel
التغير في الزاوية لكل اطار	$\frac{do}{NF} = \frac{120}{12} = 10$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = -30 + 10 * (5 - 1) = -30 + 40 = 10$$

$$O_{F9} = -30 + 10 * (9 - 1) = -30 + 80 = 50$$

مثال 6

كائن زاويته الابتدائية 30- . دار بزاوية مقدارها 120 عكس عقارب الساعة في مدة مقارها 12 إطار

1. احسب الحركة البينية للكائن
2. احسب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

الحل:

حساب الحركة البينية للكائن

عدد إطارات الحركة	NF = 12 Frame
زاوية الكائن النهائية	-30-120= -150
التغير في الزاوية	do = -150 - (-30) = -120 pixel
التغير في الزاوية لكل إطار	$\frac{do}{NF} = \frac{-120}{12} = -10$

حساب زاوية الكائن في الإطار الخامس والتاسع

$$O_{F5} = -30 - 10 * (5-1) = -30 - 40 = -70 = (290)$$

$$O_{F9} = -30 - 10 * (9-1) = -30 - 80 = -110 = (250)$$

Animation

الرسوم المتحركة

الحركة البينية لتغيير اللون

إن الحركة البينية لتغيير اللون تعتمد على فضاء اللون المستخدم وبما أن RGB هو فضاء اللون المستخدم في تطبيقات الوسائط المتعددة فإن التغيير في اللون يقسم الى ثلاثة تغيرات منفصلة هي:

1. DR: التغيير في المكون الأحمر R

2. DG: التغيير في المكون الأخضر G

3. DB: التغيير في المكون الأزرق B

وعند تحديد قيم المكونات الأساسية الثلاثة في الإطار الأساسي الأول وقيم المكونات الأساسية الثلاثة في الإطار الأساسي الأخير فإننا نستطيع حساب التغيير في كل مكون (DR, DG, DB) ومن ثم نستطيع حساب التغيير في كل مكون لكل إطار وبذلك نكون قد حسبنا التغيير في اللون لكل إطار

مثال: تحول مربع من اللون (20, 255, 0) الى اللون (201, 255, 255) في ثلاثة اطارات متتالية:

1- احسب الحركة البينية للمربع

2- احسب لون المربع في الإطار الثاني والثالث

الحل: حساب الحركة البينية للمربع

عدد إطارات الحركة	NF = 3 Frame
لون المربع في الاطار الأساسي الأول	(20, 255, 0)
لون المربع في الاطار الأساسي الأخير	(201, 255, 255)
التغير في المكون R	$dR = 201 - 20 = 181 \text{ pixel}$
التغير في المكون G	$dG = 255 - 255 = 0 \text{ pixel}$
التغير في المكون B	$dB = 255 - 0 = 255 \text{ pixel}$
التغير في المكون R لكل اطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{181}{3} = 60.33$
التغير في المكون G لكل اطار	$\frac{dG}{NF} = \frac{0}{3} = 0$
التغير في المكون B لكل اطار	$\frac{dB}{NF} = \frac{255}{3} = 85$

حساب لون المربع في الإطار الثاني

$$R_{F2}=20 + 60.33*(2-1) = 80.33 \approx 80$$

$$G_{F2}=255 + 0*(2-1) = 255$$

$$B_{F2}=0 + 85*(2-1) = 85$$

$$\rightarrow (80, 255, 85)$$

حساب لون المربع في الإطار الثالث

$$R_{F3}=20 + 60.33*(3-1)=20+120.66 = 140.66 \approx 141$$

$$G_{F3}=255 + 0*(3-1) = 255$$

$$B_{F3}=0 + 85*(3-1) = 170$$

$$\rightarrow (141, 255, 170)$$

نتيجة

لون المربع في الإطار الأساسي الأول (إطار رقم 1) هو (20, 255, 0)
لون المربع في الإطار الثاني (إطار رقم 2) هو (80, 255, 85)
لون المربع في الإطار الثالث (إطار رقم 3) هو (141, 255, 170)
لون المربع في الإطار الأساسي الأخير (إطار رقم 4) هو (201, 255, 255)

الحركة البينية لتغيير الإضاءة

إن الحركة البينية لتغيير الإضاءة اللون تعتمد على فضاء اللون المستخدم وبما أن RGB هو فضاء اللون المستخدم في تطبيقات الوسائط المتعددة فإننا نميز حالتين بالنسبة لتغيير الإضاءة:

1. زيادة الإضاءة: زيادة الإضاءة في RGB تتم بزيادة قيم المكونات الثلاثة R, G, B وبالتالي يصبح الكائن فاتح اللون.
2. إنقاص الإضاءة: إنقاص الإضاءة في RGB تتم بإنقاص قيم المكونات الثلاثة R, G, B وبالتالي يصبح الكائن داكن اللون.

الطرق الأساسية لزيادة الإضاءة في RGB

1- إضافة قيمة ثابتة الى كل مكون

$$R_{\text{new}} = R_{\text{old}} + C_{\text{value}}$$

$$G_{\text{new}} = G_{\text{old}} + C_{\text{value}}$$

$$B_{\text{new}} = B_{\text{old}} + C_{\text{value}}$$

2- ضرب كل مكون بعامل تكبير (قيمة أكبر من 1)

$$R_new = R_old * S_value$$

$$G_new = G_old * S_value$$

$$B_new = B_old * S_value$$

1- الطرق الأساسية لإنقاص الإضاءة في RGB

2- طرح قيمة ثابتة من كل مكون

$$R_new = R_old - C_value$$

$$G_new = G_old - C_value$$

$$B_new = B_old - C_value$$

3- ضرب كل مكون بعامل تصغير (قيمة أقل من 1)

$$R_new = R_old * S_value$$

$$G_new = G_old * S_value$$

$$B_new = B_old * S_value$$

ملاحظات

1- قيم R, G, B قيم صحيحة في المجال [0, 255]

2- أي قيمة محسوبة لـ R, G, B أكبر من 255 يتم جعلها 255

3- أي قيمة محسوبة لـ R, G, B أصغر من 0 يتم جعلها 0

4- أي قيمة محسوبة لـ R, G, B حقيقية يتم جعلها صحيحة وذلك بتدوير القيمة الحقيقية

مثال 1:

تغير لون مربع من اللون (255, 200, 0) الى لون آخر داكن يساوي نصف كمية الإضاءة في اللون الأصلي في زمن قدره 10 إطارات متتالية

1- احسب الحركة البينية للمربع

2- احسب لون المربع في الإطار البيني الثالث والسابع

الحل: حساب الحركة البينية للمربع

عدد إطارات الحركة	NF = 10 Frame
لون المربع في الإطار الأساسي الأول	(255, 200, 0)
لون المربع في الإطار الأساسي الأخير	(128, 100, 0)

التغير في المكون R	$dR = 128 - 255 = -127 \text{ pixel}$
التغير في المكون G	$dG = 100 - 200 = -100 \text{ pixel}$
التغير في المكون B	$dB = 0 - 0 = 0 \text{ pixel}$
التغير في المكون R لكل اطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{-127}{10} = -12.7$
التغير في المكون G لكل اطار	$\frac{dG}{NF} = \frac{-100}{10} = -10$
التغير في المكون B لكل اطار	$\frac{dB}{NF} = \frac{0}{10} = 0$

حساب لون المربع في الإطار البيئي الثالث

إن الإطار البيئي الثالث هو الإطار رقم 4

$$R_{F4} = 255 + (-12.7) * (4-1) = 255 - 38.1 = 216.9 \approx 217$$

$$G_{F4} = 200 + (-10) * (4-1) = 200 - 30 = 170$$

$$B_{F4} = 0 + 0 * (4-1) = 0$$

$$\rightarrow (217, 170, 0)$$

حساب لون المربع في الإطار البيئي السابع

إن الإطار البيئي السابع هو الإطار رقم 8

$$R_{F8} = 255 + (-12.7) * (8-1) = 255 - 88.9 = 166.1 \approx 166$$

$$G_{F8} = 200 + (-10) * (8-1) = 200 - 70 = 130$$

$$B_{F8} = 0 + 0 * (8-1) = 0$$

$$\rightarrow (166, 130, 0)$$

مثال 2:

تغير لون مربع من اللون (130, 100, 60) الى لون آخر فاتح يساوي ضعف كمية الإضاءة في اللون الأصلي في زمن قدره 10 إطارات متتالية

3- احسب الحركة البيئية للمربع

4- احسب لون المربع في الإطار البيئي السادس

الحل: حساب الحركة البيئية للمربع

عدد إطارات الحركة	NF = 10 Frame
لون المربع في الاطار الأساسي الأول	(130, 100, 60)
لون المربع في الاطار الأساسي الأخير	(255, 200, 120)

التغير في المكون R	$dR = 255 - 130 = 125 \text{ pixel}$
التغير في المكون G	$dG = 200 - 100 = 100 \text{ pixel}$
التغير في المكون B	$dB = 120 - 60 = 60 \text{ pixel}$
التغير في المكون R لكل إطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{125}{10} = 12.5$
التغير في المكون G لكل إطار	$\frac{dG}{NF} = \frac{100}{10} = 10$
التغير في المكون B لكل إطار	$\frac{dB}{NF} = \frac{60}{10} = 6$

حساب لون المربع في الإطار البيئي السادس
إن الإطار البيئي السادس هو الإطار رقم 7

$$R_{F7} = 130 + (12.5) * (7-1) = 130 + 75 = 205$$

$$G_{F7} = 100 + (10) * (7-1) = 100 + 60 = 160$$

$$B_{F7} = 60 + 6 * (7-1) = 60 + 36 = 96$$

→ (205, 160, 96)

الحركة البيئية لتغيير الشفافية

إن الحركة البيئية لتغيير الشفافية هي حركة بيئية لتغيير اللون وهنا نميز حالتين
1- حالة الاختفاء

يكون اللون الأصلي للكائن مختلف عن لون المسرح ويكون اللون النهائي للكائن هو بلون المسرح وليس أي لون آخر حيث يتحول لون الكائن إلى لون المسرح بشكل متدرج عبر الإطارات المتتالية.

2- حالة الظهور

يكون اللون الأصلي للكائن هو بلون المسرح ويكون اللون النهائي للكائن هو بلون يختلف عن لون المسرح حيث يتحول لون الكائن إلى لون مختلف عن لون المسرح بشكل متدرج عبر الإطارات المتتالية.

مثال 1: دائرة ذات لون رمادي قيمته #ABABAB

تغيرت إلى دائرة شفافة على مسرح لونه (0, 255, 255) عبر 16 إطار

1- احسب الحركة البيئية للدائرة

2- احسب لون الدائرة في الإطار البيئي الثامن والعاشر

الحل: لنحول قيمة اللون من Hexa الى العشري

$$R=G=B=(AB)_{16}=10*16+11=(171)_{10}$$

حساب الحركة البينية للدائرة

عدد إطارات الحركة	NF = 16 Frame
لون الدائرة في الاطار الأساسي الأول	(171, 171, 171)
لون الدائرة في الاطار الأساسي الأخير	(0, 255, 255)
التغير في المكون R	dR = 0 - 171 = -171 pixel
التغير في المكون G	dG = 255 - 171 = 84 pixel
التغير في المكون B	dB = 255 - 171 = 84 pixel
التغير في المكون R لكل اطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{-171}{16} = -10.69$
التغير في المكون G لكل اطار	$\frac{dG}{NF} = \frac{84}{16} = 5.25$
التغير في المكون B لكل اطار	$\frac{dB}{NF} = \frac{84}{16} = 5.25$

حساب لون الدائرة في الإطار البيني الثامن: إن الإطار البيني الثامن هو الإطار رقم 9

$$R_{F9} = 171 + (-10.69)*(9-1) = 85.48 \approx 85$$

$$G_{F9} = 171 + 5.25*(9-1) = 213$$

$$B_{F9} = 171 + 5.25*(9-1) = 213$$

$$(85, 213, 213)$$

حساب لون الدائرة في الإطار البيني العاشر:

إن الإطار البيني العاشر هو الإطار رقم 11

$$R_{F11} = 171 + (-10.69)*(11-1) = 64.1 \approx 64$$

$$G_{F11} = 171 + 5.25*(11-1) = 223.5 \approx 224$$

$$B_{F11} = 171 + 5.25*(11-1) = 223.5 \approx 225$$

$$(64, 224, 224)$$

مثال 2: تغير لون دائرة شفافة على مسرح لونه (255, 0, 255) الى اللون

(174, 60, 200) عبر 16 إطار

1- احسب الحركة البينية للدائرة

2- احسب لون الدائرة في الإطار العاشر

الحل:

حساب الحركة البينية للدائرة

عدد إطارات الحركة	NF = 16 Frame
لون الدائرة في الاطار الأساسي الأول	(255, 0, 255)
لون الدائرة في الاطار الأساسي الأخير	(174, 60, 200)
التغير في المكون R	dR = 174 - 255 = -81 pixel
التغير في المكون G	dG = 60 - 0 = 60 pixel
التغير في المكون B	dB = 200 - 255 = -55 pixel
التغير في المكون R لكل اطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{-81}{16} = -5.06$
التغير في المكون G لكل اطار	$\frac{dG}{NF} = \frac{60}{16} = 3.75$
التغير في المكون B لكل اطار	$\frac{dB}{NF} = \frac{-55}{16} = -3.44$

حساب لون الدائرة في الإطار العاشر:

$$R_{F10} = 255 + (-5.06) * (10-1) = 209.46 \approx 209$$

$$G_{F10} = 0 + 3.75 * (10-1) = 33.75 \approx 34$$

$$B_{F10} = 255 + (-3.44) * (10-1) = 224.04 \approx 224$$

$$(209, 34, 224)$$

مسائل عامة

مسألة 1: بسرعة 12 fps

تحرك مستطيل من الموقع (20, 20) الى الموقع (200, 8) خلال 20 ثانية
كما أنه استدار بزاوية 60 مع عقارب الساعة

1- احسب الحركة البينية للمستطيل

2- احسب خصائص المستطيل في نهاية الثانية الرابعة من الحركة

الحل:

الحركة البينية للمستطيل هي حركة بينية لتغيير الموقع + حركة بينية لتغيير الزاوية

عدد إطارات الحركة	NF = 12 * 20 = 240 Frame
-------------------	--------------------------

حساب الحركة البينية لتغيير الموقع

التغير على x	$dx = 200 - 20 = 180 \text{ pixel}$
التغير على y	$dy = 8 - 20 = -12 \text{ pixel}$
التغير على x لكل اطار	$\frac{dx}{NF} = \frac{180}{240} = 0.75$
التغير على y لكل اطار	$\frac{dy}{NF} = \frac{-12}{240} = -0.05$

حساب الحركة البينية لتغيير الزاوية

التغير في الزاوية	$d\theta = 60 - 0 = 60 \text{ pixel}$
التغير في الزاوية لكل اطار	$\frac{d\theta}{NF} = \frac{60}{240} = 0.25$

خصائص المستطيل في نهاية الثانية الرابعة من الحركة
رقم الإطار في نهاية الثانية الرابعة من الحركة هو
 $12 * 4 + 1 = 48 + 1 = 49$

حساب موقع المستطيل في الإطار رقم 49

$$X_{F49} = 20 + 0.75 * (49 - 1) = 20 + 36 = 56 \text{ pix}$$

$$Y_{F49} = 20 + (-0.05) * (49 - 1) = 20 - 2.4 = 17.6 \text{ pix}$$

→ (56, 17.6)

حساب زاوية المستطيل في الإطار رقم 49

$$\theta_{F49} = 0 + 0.25(49 - 1) = 12^\circ$$

مسألة 2

لدينا دائرة نصف قطرها 60 pixel واحداثيات مركزها (40, 40)
ولدينا مربع طول ضلعه 166 pixel واحداثيات مركزه (1197, 637)
بسرعة 30 fps تحركت الدائرة الى أن أصبح نصف قطرها 132 pix و إحداثيات
مركزها (1150, 130) خلال 6 ثوان
خلال نفس الفترة الزمنية تحرك المربع الى أن أصبح طول ضلعه 104 pix و
إحداثيات مركزه (52, 668)

- 1- احسب الحركة البينية للدائرة والمربع
- 2- احسب خصائص الدائرة في بداية الثانية الرابعة من الحركة
- 3- احسب رقم الإطار الذي يتساوى فيه نصف قطر الدائرة وطول ضلع المربع

الحل:

حساب الحركة البينية للدائرة

عدد إطارات الحركة	$NF = 30 \times 6 = 180 \text{ Frame}$
التغير على x	$dx = 1150 - 40 = 1110 \text{ pixel}$
التغير على y	$dy = 130 - 40 = 90 \text{ pixel}$
التغير على x لكل اطار	$\frac{dx}{NF} = \frac{1110}{180} = 6.17$
التغير على y لكل اطار	$\frac{dy}{NF} = \frac{90}{180} = 0.5$
التغير على R (نصف القطر)	$dR = 132 - 60 = 72 \text{ pixel}$
التغير على R لكل اطار	$\frac{dR}{NF} = \frac{72}{180} = 0.4$

حساب الحركة البينية للمربع

التغير على x	$dx = 52 - 1197 = -1145 \text{ pixel}$
التغير على y	$dy = 668 - 637 = 31 \text{ pixel}$
التغير على x لكل اطار	$\frac{dx}{NF} = \frac{-1145}{180} = -6.36$
التغير على y لكل اطار	$\frac{dy}{NF} = \frac{31}{180} = 0.17$
التغير على L (ضلع المربع)	$dL = 104 - 166 = -62 \text{ pixel}$
التغير على L لكل اطار	$\frac{dL}{NF} = \frac{-62}{180} = -0.34$

خصائص الدائرة في بداية الثانية الرابعة من الحركة

إن رقم الإطار في بداية الثانية الرابعة من الحركة

$$30 \times 3 + 1 + 1 = 92$$

$R_{F92} = 60 + 0.4(92 - 1) = 105.5$	نصف قطر
$X_{F92} = 40 + 0.17(92 - 1) = 601.17$ $y_{F92} = 40 + 0.5(92 - 1) = 85.5$ (601.17, 85.5)	موقع

حساب رقم الإطار الذي يتساوى فيه نصف قطر الدائرة وطول ضلع المربع
لنفرض أن رقم الإطار الذي يتساوى فيه نصف قطر الدائرة وطول ضلع المربع هو

$$R_{FN} = L_{FN} \quad N \text{ لذلك}$$

نصف قطر الدائرة في الاطار N هو $R_{FN} = 60 + 0.4(N-1)$

طول ضلع المربع في الاطار N هو $L_{FN} = 166 - 0.34(N-1)$

$$60 + 0.4(N-1) = 166 - 0.34(N-1) \rightarrow 0.4(N-1) + 0.34(N-1) = 166 - 60$$

$$0.74(N-1) = 106 \rightarrow N-1 = (106)/(0.74) = 143.24 \rightarrow N = 144.24 \approx 144$$

نماذج الألوان Color Models

- نموذج اللون: هو نظام رياضي يحدد كيفية تمثيل الألوان باستخدام مجموعة من القيم الرقمية أو المكونات الأساسية
- يوجد العديد من نماذج اللون من أجل تطبيقات متعددة
- من نماذج اللون لدينا:
RGB, CMYK, YCbCr, HSV, YUV, YIQ,

الألوان في الشاشة

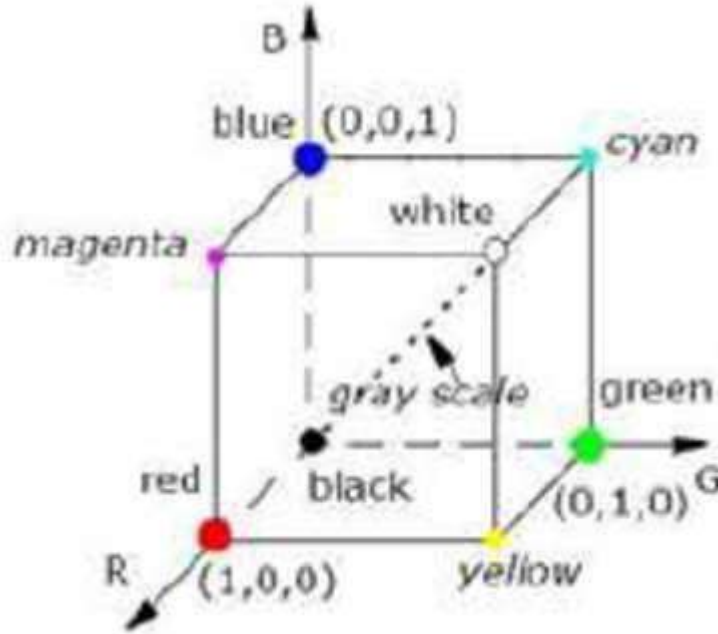
تعتمد الشاشة على نموذج لون جمعي حيث أن كل بكسل في الشاشة يضاء بمزج ثلاث ألوان أساسية (R, G, B) بدرجات كثافة مختلفة (0-255) لكل لون وبذلك نحصل على الضوء المشاهد المطلوب

الألوان في الطباعة

تعتمد الطباعة على نموذج لون طرحي حيث أن اللون هو مزيج من الأحبار Cyan, Magenta, Yellow التي توضع على ورق الطباعة اعتماداً على مبدأ الامتصاص والانعكاس حيث أن كل حبر يمتص لون معين من الضوء وينعكس اللون المتبقي مثلاً C يمتص R وينعكس G, B

نموذج اللون RGB

- 1- هو نموذج لون جمعي يستخدم لتمثيل الألوان وخلقها من خلال جمع كميات مختلفة من الضوء R, G, B
- 2- الألوان الأساسية في النموذج RGB هي
R: Red, G: Green, B: Blue
- 3- يمثل نموذج اللون RGB هندسياً بواسطة مكعب كما يلي



مكعب RGB

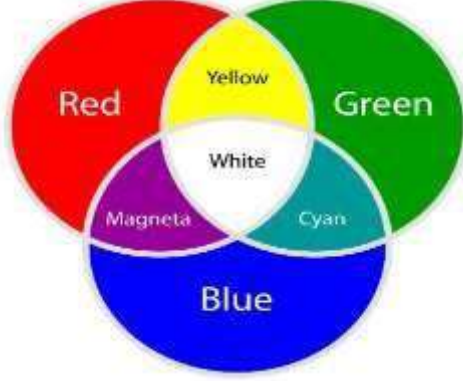
- 4- يمكن أن يكون لكل لون أساسي شدة (كثافة) تتراوح من 0 إلى 255
- 5- في هذا النموذج، يتم إنشاء الألوان من خلال الجمع بين كثافات مختلفة من الأحمر والأخضر والأزرق.
- 6- كل لون في نموذج RGB يعبر عنه بنقطة في مكعب RGB وبالعكس كل نقطة في مكعب RGB تعبر عن لون في نموذج RGB
- 7- القطر الرئيسي في مكعب RGB الذي يمتد من النقطة (0, 0, 0) إلى النقطة (255, 255, 255) يمثل كل درجات اللون الرمادي
- 8- لون رمادي $\leftrightarrow R=G=B$
- 9- الألوان الأساسية R, G, B تسمى الألوان الجامعة لأنه لدينا $R+G+B=W$
- أي عندما يتم دمج الألوان الثلاثة بكثافة كاملة، فإنها تولد الضوء الأبيض
- 10- عندما يتم تسليط أشعة فوسفورية للأحمر والأخضر على بكسل شاشة فإن ألوانهم تجمع مع بعضها البعض لتعطي الضوء الأصفر أي
 $\text{Red Phosphor} + \text{Green Phosphor} = \text{Yellow Light}$

بطريقة مشابهة لدينا

Red Phosphor + Blue Phosphor = Magenta Light

Green Phosphor + Blue Phosphor = Cyan Light

11- نتائج مزج الألوان الأساسية في النموذج RGB بالرسم والعلاقات هي كما يلي

العلاقات	الرسم
$R+G+B=W$ $G+B=C$ $R+B=M$ $R+G=Y$	

12- فضاء اللون RGB نافع لإنتاج صور ملونة على سطح أسود لذلك فضاء اللون RGB يستخدم في جميع الشاشات الالكترونية (التلفزيون وشاشة الحاسوب، الهواتف الذكية)

13- فضاء اللون RGB يعتبر الأسود هو عدم وجود لون (اللون الأسود ينتج عن حجب الأشعة بكل ألوانها ومنعها من الوصول الى الشاشة)

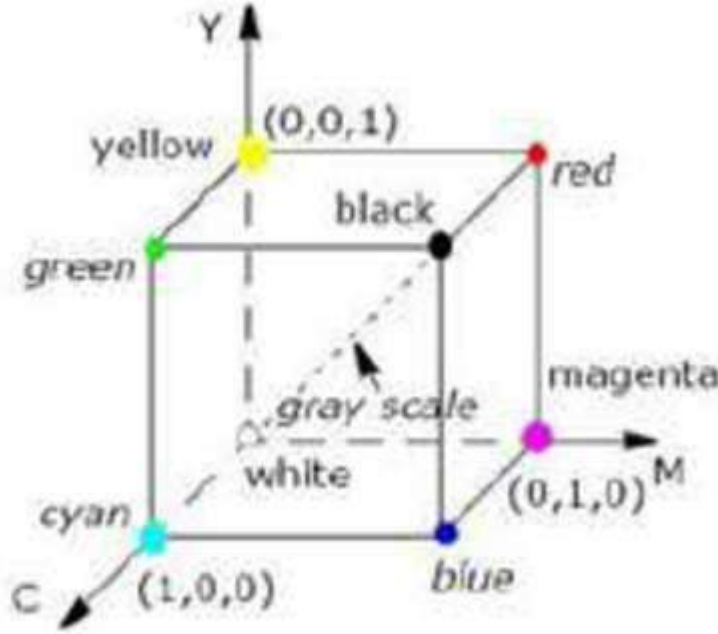
14- مجال القيم لكل لون هو $[0, 255]$ (بعض الأحيان يشار الى المجال بـ $[0, 1]$)

الألوان الشهيرة

اسم اللون	قيمة اللون بالعشري	قيمة اللون بالست عشري
Black	(0, 0, 0)	#000000
White	(255, 255, 255)	#FFFFFF
Red	(255, 0, 0)	#FF0000
Green	(0, 255, 0)	#00FF00
Blue	(0, 0, 255)	#0000FF
Yellow	(255, 255, 0)	#FFFF00
Cyan	(0, 255, 255)	#00FFFF
Magenta	(255, 0, 255)	#FF00FF

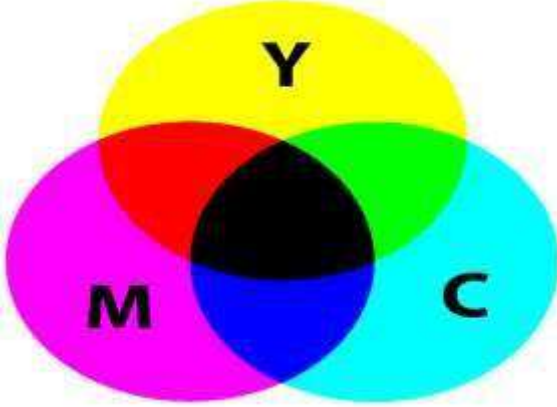
نموذج اللون CMY

- 1- هو نموذج لون طرحي يعتمد على ثلاثة ألوان أساسية C, M, Y
- 2- الألوان الأساسية (الاحبار الأساسية) في النموذج CMY هي
C: Cyan, M: Magenta, Y: Yellow
- 3- يمثل نموذج اللون CMY هندسياً بواسطة مكعب كما يلي



مكعب CMY

- 4- في النموذج CMY الأبيض هو $(0, 0, 0)$ والأسود هو $(255, 255, 255)$
- 5- الأساس في النموذج CMY هو الأبيض (الأسود في RGB)
- 6- نموذج CMY نافع لإنتاج صور ملونة على سطح أبيض لذلك يستخدم في الطباعة العادية
- 7- نتائج مزج الألوان الأساسية في النموذج CMY بالرسم والعلاقات هي كما يلي

العلاقات	الرسم
$C + M + Y = K$ $C + M = B$ $M + Y = R$ $C + Y = G$	

8- الألوان الأساسية C, M, Y تسمى الألوان الطارحة (المتمة) لأنه يتم الحصول عليها بطرح واحد من الألوان الجمعية الأساسية من اللون الأبيض أي كما وجدنا

$$R + G + B = W$$

$$G + B = C$$

$$R + B = M$$

$$R + G = Y$$

9- لون رمادي $\leftrightarrow C=M=Y$

10- الحبر يمتص أشعة الضوء واللون الذي نراه هو الضوء المنعكس منه

إن C يمتص R (C خالي من الأحمر)

إن M يمتص G (M خالي من الأخضر)

إن Y يمتص B (Y خالي من الأزرق)

لذلك عندما نسلط الضوء الأبيض (R+G+B) على حبر بلون أصفر فإن Y

يمتص B ويبقى R+G وهو الضوء (اللون) الأصفر

التحويل بين RGB و CMY في المجال [0, 255] و المجال [0, 1]

CMY → RGB	RGB → CMY
R = 255 - C G = 255 - M B = 255 - Y	C = 255 - R M = 255 - G Y = 255 - B
CMY → RGB	RGB → CMY
R = 1 - C G = 1 - M B = 1 - Y	C = 1 - R M = 1 - G Y = 1 - B

التحويل من CMY ∈ [0,1] الى RGB ∈ [255,0]

$$R = 255 * (1 - C)$$

$$G = 255 * (1 - M)$$

$$B = 255 * (1 - Y)$$

التحويل من RGB ∈ [255,0] الى CMY ∈ [0,1]

$$C = \frac{255 - R}{255}$$

$$M = \frac{255 - G}{255}$$

$$Y = \frac{255 - B}{255}$$

مثال: حول اللون #7AB50F الى ما يقابله في CMY ∈ [0,1]
الحل

1- التحويل من Hexa الى العشري

$$R = (7A)_{16} = 7 * 16 + 10 = 122$$

$$G = (B5)_{16} = 11 * 16 + 5 = 181$$

$$B = (0F)_{16} = 0 * 16 + 15 = 15$$

2- التحويل من RGB الى CMY

$$C = \frac{255-R}{255} = \frac{255-122}{255} = \frac{133}{255} = 0.52(=52\%)$$

$$M = \frac{255-G}{255} = \frac{255-181}{255} = \frac{74}{255} = 0.29(=29\%)$$

$$Y = \frac{255-B}{255} = \frac{255-15}{255} = \frac{240}{255} = 0.94(=94\%)$$

مثال:

احسب النسبة المئوية للاحبار CMY من أجل طباعة دائرة حمراء على الشاشة الحل

1- قيم اللون للدائرة الحمراء هي RGB(255, 0, 0)

2- التحويل من RGB الى CMY

$$C = \frac{255-R}{255} = \frac{255-255}{255} = \frac{0}{255} = 0 (=0\%)$$

$$M = \frac{255-G}{255} = \frac{255-0}{255} = \frac{255}{255} = 1(=100\%)$$

$$Y = \frac{255-B}{255} = \frac{255-0}{255} = \frac{255}{255} = 1(=100\%)$$

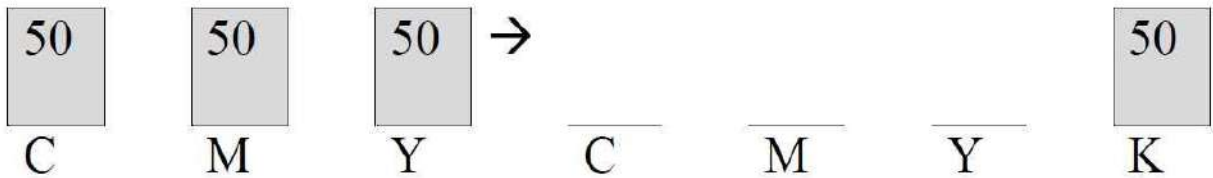
نموذج اللون CMYK

- 1- هو نموذج لون طرحي يستخدم بشكل أساسي في الطباعة
- 2- الألوان الأساسية (الأحبار الأساسية) في النموذج CMYK هي C: Cyan, M: Magenta, Y: Yellow, K: Black
- 3- اللون الأسود (أو الرمادي) أصبح يأتي من حبر أسود اللون بدلاً من مزج الأحبار الأساسية الثلاثة C, M, Y للحصول على اللون الأسود
- 4- الحبر الأسود الإضافي يعطي لون أسود حقيقي وأفضل من ذلك الناتج عن مزج الأحبار الأساسية الثلاثة C, M, Y
- 5- إضافة الحبر الأسود أوفر مادياً لأنه يقلل من استخدام الأحبار الأساسية الثلاثة C, M, Y
- 6- CMYK يستخدم في الطباعة الاحترافية حيث تصبح الألوان أكثر حدة ودقة.
- 7- كل لون يعبر عنه بنسبة مئوية من الحبر (من 0% الى 100%)

التحويل من CMY الى CMYK في المجال [0, 255]

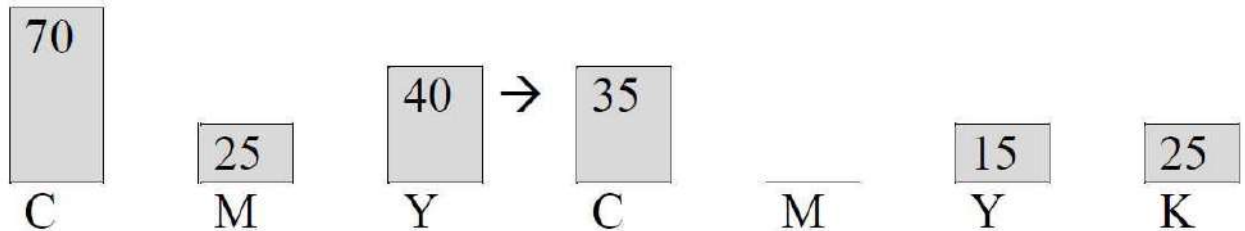
- 1- في اللون الرمادي تكون نسب C, M, Y متساوية مثلاً

$$C=M=Y=50\%$$



- 2- في اللون المختلف عن الرمادي تكون كميات C, M, Y مختلفة. مثلاً

$$C=70\%, M=25\%, Y=40\%$$



$$K = \min(C, M, Y)$$

$$C = C - K$$

$$M = M - K$$

$$Y = Y - K$$

مثال:

حول القيم (CMY(62%, 47%, 21%) الى ما يقابلها في الفضاء CMYK

$$K = \min(C, M, Y) = \min(62\%, 47\%, 21\%) = 21\%$$

$$C = C - K = 62\% - 21\% = 41\%$$

$$M = M - K = 47\% - 21\% = 26\%$$

$$Y = Y - K = 21\% - 21\% = 0$$

$$\rightarrow \text{CMYK}(41\%, 26\%, 0\%, 21\%)$$

التحويل من CMYK الى CMY في المجال [0, 255]

$$C = C + K$$

$$M = M + K$$

$$Y = Y + K$$

مثال:

حول القيم (CMYK(41%, 26%, 0%, 21%) الى ما يقابلها في الفضاء CMY

$$C = C + K = 41\% + 21\% = 62\%$$

$$M = M + K = 26\% + 21\% = 47\%$$

$$Y = Y + K = 0\% + 21\% = 21\%$$

$$\rightarrow \text{CMY}(62\%, 47\%, 21\%)$$

التحويل المباشر من $RGB \in [255, 0]$ الى $CMYK \in [0, 1]$

1- التحويل من المجال $[0, 255]$ الى المجال $[0, 1]$ و ذلك بقسمة R, G, B على 255 فنحصل على

$$R' = R/255 \quad G' = G/255 \quad B' = B/255$$

2- تحديد أكبر قيمة من القيم الثلاثة

$$d = \text{Max}(R', G', B')$$

3- حساب k

$$K = 1 - d$$

4- حساب قيم C, M, Y بناء على قيمة k

If $k == 1$

$$C = M = Y = 0, k = 1$$

Else

$$C = \frac{d - R'}{d}, \quad M = \frac{d - G'}{d}, \quad Y = \frac{d - B'}{d}$$

مثال:

حول قيمة اللون RGB(96, 134, 200) الى القيم الموافقة في $CMYK \in [0, 1]$ تحويل مباشر

$$R' = \frac{R}{255} = \frac{96}{255} = 0.376$$

$$G' = \frac{G}{255} = \frac{134}{255} = 0.525$$

$$B' = \frac{B}{255} = \frac{200}{255} = 0.784$$

$$d = \text{Max}(R', G', B') = \text{Max}(0.376, 0.525, 0.784) = 0.784$$

$$K = 1 - d = 1 - 0.784 = 0.216 \approx 0.22$$

$$C = \frac{d-R'}{d} = \frac{0.784-0.376}{0.784} = 0.52$$

$$M = \frac{d-G'}{d} = \frac{0.784-0.525}{0.784} = 0.33$$

$$Y = \frac{d-B'}{d} = \frac{0.784-0.784}{0.784} = 0$$

➔ CMYK(52%, 33%, 0%, 22%)

التحويل المباشر من CMYK[0,1] الى RGB[0,255]

$$d=1-k$$

$$R=255*d*(1-C)$$

$$G=255*d*(1-M)$$

$$B=255*d*(1-Y)$$

مثال: حول قيمة اللون CMYK(52%, 33%, 0%, 22%) الى القيم الموافقة في RGB[255,0] تحويل مباشر

$$d=1-K = 1- 0.22=0.78$$

$$R=255*d*(1-C) = 255*0.78*(1-0.52) = 95.47 = 95$$

$$G=255*d*(1-M) = 255*0.78*(1-0.33) = 133.26=133$$

$$B=255*d*(1-Y) = 255*0.78*(1-0) = 198.9 = 199$$

➔ RGB(95, 133, 199)

الصورة الرقمية (Digital Image)

البكسل: Pixel

Pixel: Picture x Element

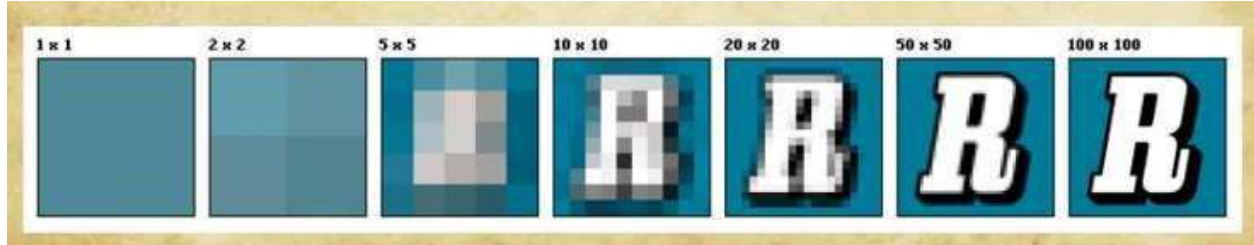
البكسل (Pixel) هو أصغر وحدة مُكوّنة للصورة الرقمية أو العرض المرئي على الشاشة. يُمكن تخيل البكسل كنقطة صغيرة تحمل لون مُحدد، وبالتالي ملايين البكسلات معاً، تُشكّل الصورة الكاملة التي نراها.

خصائص البكسل

1. الموقع: لكل بكسل إحداثيات محددة (x, y) تحدد موقعه في مصفوفة البكسلات التي تُشكل الصورة
2. اللون: لون البكسل يحدد بواسطة قيم رقمية، ففي نظام RGB يتم خلط R, G, B بنسب مختلفة لتوليد ملايين الألوان.

الدقة: (Resolution) وهو عدد البكسلات في الصورة وكلما زاد العدد، زادت دقة الصورة. (مثلاً 1000x800)

الصورة ذات الدقة العالية تملك نقاط أكثر وهذا يسمح بعرض تفاصيل أكثر
الصورة ذات الدقة المنخفضة تملك نقاط أقل وبالتالي التفاصيل لن تكون واضحة



العمق اللوني : Color Depth

هو عدد البتات المستخدمة لتحديد لون كل بكسل. وهذا يحدد عدد الألوان المختلفة التي يمكن للبكسل أن يعرضها.

- 1- بت : لوانان فقط (أسود و ابيض)
- 8 - بت : 256 لون (شائع في الصور الرمادية)
- 24- بت : تقريبا 16 مليون لون (8 بت لكل قناة من قنوات RGB)

أنواع الصور

الصور الملونة ذات 24-bit (الصور الملونة)

1- هي صورة يتم تمثيل كل بكسل فيها بـ 24 bit من أجل الألوان الأحمر والأخضر والأزرق

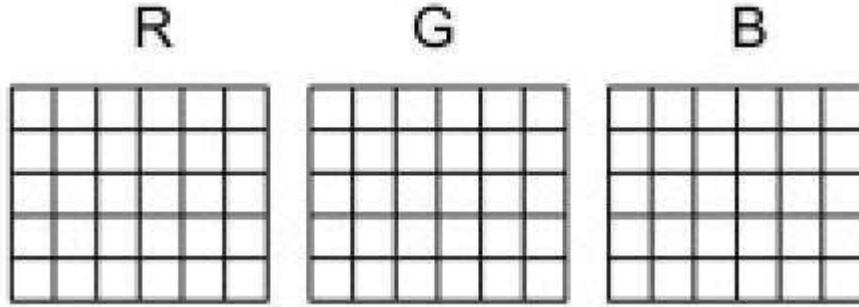
$$24 \text{ bit} = 8 \text{ bit (Red)} + 8 \text{ bit (Green)} + 8 \text{ bit (Blue)}$$

3- أقل قيمة (0) تعني عدم وجود ذلك اللون

4- أعلى قيمة (255) تعني أقصى شدة ممكنة من ذلك اللون

$$256 * 256 * 256 = 16777216 \approx 16000000 \text{ عدد الألوان الكلي}$$

6- هذه الصور تمثل بثلاث مصفوفات هي مصفوفة R و مصفوفة G و مصفوفة B



7- مساحة التخزين صورة ملونة ابعادها $M * N$ هو $\text{Size} = M * N * 3 \text{ Byte}$

8- مثال: احسب مساحة التخزين بالـ KB لصورة ملونة ابعادها $640 * 480$
الحل:

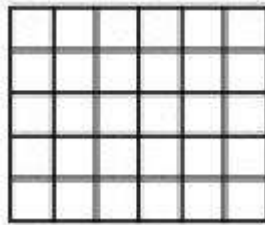
$$\text{Size} = M * N * 3 \text{ Byte} = 640 * 480 * 3 = 921600 \text{ byte} = 900 \text{ KB}$$

صور التدرج الرمادي ذات 8-bit

1- صورة التدرج الرمادي هي صورة رقمية ناتجة عن قياس شدة الإضاءة فقط

وليس اللون حيث أن قيمة البكسل تتناسب مع شدة الإضاءة (السطوع)

2- هذه الصورة تمثل بمصفوفة واحدة فقط



- 3- كل بكسل يمثل بـ 8 bit لذلك كل بكسل يملك قيمة رمادية في المجال [0..255] و بالتالي عدد المستويات الرمادية هو 256 مستوى
- 4- أخفض قيمة هي 0 و تمثل اللون الأسود النقي و أعلى قيمة هي 255 و تمثل اللون الأبيض النقي



230	229	232	234	235	232	148
237	236	236	234	233	234	152
255	255	255	251	230	236	161
99	90	67	37	94	247	130
222	152	255	129	129	246	132
154	199	255	150	189	241	147
216	132	162	163	170	239	122

- 5- للتحويل من صورة ملونة RGB الى صورة رمادية (تحويل من صورة ذات ثلاث مركبات الى صورة ذات مركبة واحدة) نستخدم العلاقة التالية من أجل كل بكسل:

$$\text{Gray} = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

مثال: حول الصورة الملونة التالية الى رمادية

R		G		B	
255	195	255	121	255	75
255	0	0	0	0	0

$$\text{Gray} = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$\text{Gray} = 0.299 * 255 + 0.587 * 255 + 0.114 * 255$$

$$(0.299 + 0.587 + 0.114) * 255 = 255$$

$$\text{Gray} = 0.299 * 195 + 0.587 * 121 + 0.114 * 75 = 137.88 \approx 138$$

$$\text{Gray} = 0.299 * 255 + 0.587 * 0 + 0.114 * 0 = 76.245 \approx 76$$

$$\text{Gray} = 0.299 * 0 + 0.587 * 0 + 0.114 * 0 = 0$$

Gray

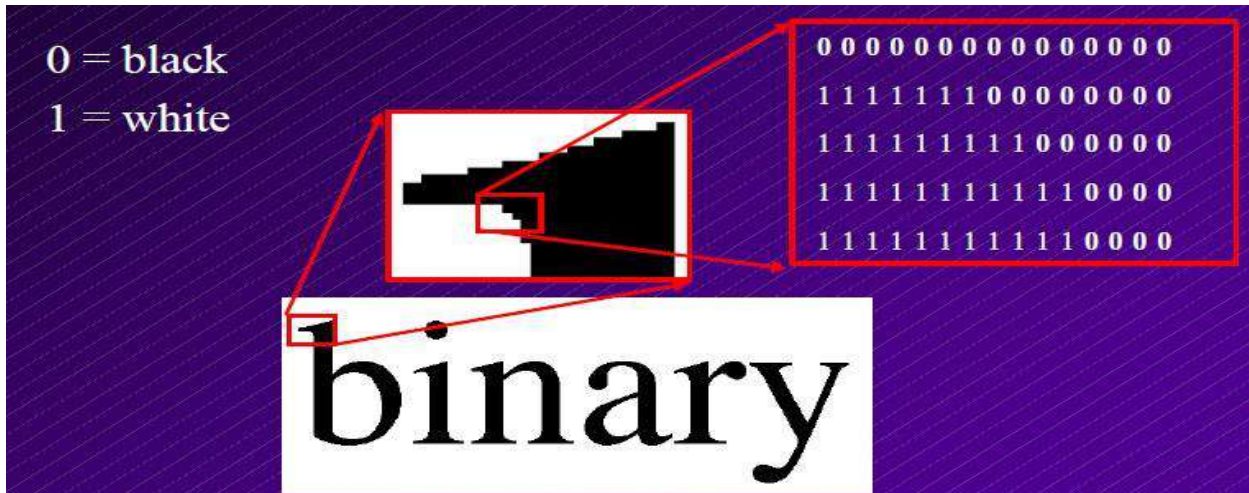
255	138
76	0

6- مساحة التخزين لصورة رمادية ابعادها $M*N$ هو $Size=M*N$ Byte
مثال: احسب مساحة التخزين بالـ KB لصورة رمادية ابعادها $640*480$
الحل:

$$Size=M*N \text{ Byte} = 640*480=307200 \text{ byte} = 300 \text{ KB}$$

الصور الثنائية ذات 1-bit (صور أحادية اللون، صور الأبيض والأسود)

- 1- الصورة الثنائية هي أبسط أنواع الصور وتمثل بمصفوفة واحدة فقط
- 2- كل بكسل يمثل بـ 1-bit و لذلك القيم هي 0 (أسود) أو 1 (أبيض)
- 3- الصورة الثنائية مقبولة من أجل الصور التي تحوي نصوص و رسومات بسيطة

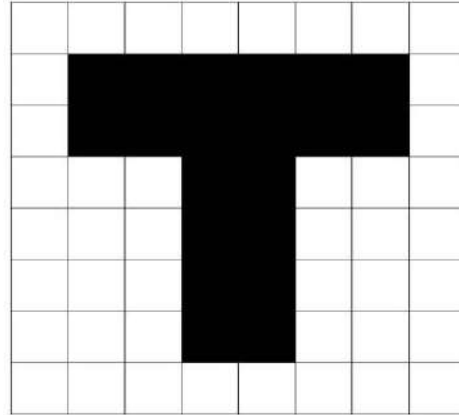


4- مساحة التخزين لصورة ثنائية ابعادها $M*N$ هو $Size=(M*N)/8$ byte

مثال: احسب مساحة التخزين بالـ KB لصورة ثنائية ابعادها $640*480$
الحل:

$$Size=M*N/8 \text{ Byte} = 640*480/8=307200/8 \text{ byte} = 38400 \text{ byte}=37.5 \text{ KB} \approx 38 \text{ kb}$$

مثال: اكتب مصفوفة الصورة الثنائية التالية



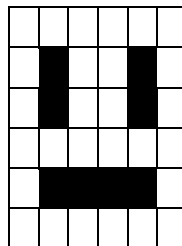
الحل:

1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

مثال: ارسم الصورة الثنائية المقابلة للمصفوفة التالية

1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

الحل



تحويل الصورة الرمادية الى صورة ثنائية

- كل قيمة في المستوى الرمادي أكبر من أو تساوي العتبة تستبدل بـ 1
كل قيمة في المستوى الرمادي أصغر من العتبة تستبدل بـ 0
العتبة: اما ان تحدد مباشرة مثلا $T=127$ أو تحسب بطريقة الوسط الحسابي

حساب العتبة بطريقة الوسط الحسابي

- 1- نجمع كل القيم في مصفوفة الصورة الرمادية (Sum)
- 2- نقسم المجموع Sum على عدد البكسلات (عدد عناصر المصفوفة)

مثال: حول الصورة الرمادية التالية

12	14	28
40	5	9
15	20	7

الى ثنائية علما أن العتبة تحسب بطريقة الوسط الحسابي

$$\text{Sum}=12+14+28+40+5+9+15+20+7=150$$

$$T=150/9=16.6$$

0	0	1
1	0	0
0	1	0

ملاحظة: لتحويل صورة ملونة الى صورة ثنائية

- 1- تحول الصورة الملونة الى صورة رمادية
- 2- ثم تحول الصورة الرمادية الى صورة ثنائية

قلب الصورة (Negative)

إن قلب الصورة ينتج عن قلب كل قيمة في الصورة الى القيمة المعاكسة في الصور الرمادية:

$$\text{New Value}=255-\text{old value}$$

في الصور الملونة: القلب يتم لكل قيمة في الفضاء على حدة
في الفضاء RGB يتم القلب كما يلي

New Red Value=255-old Red value
New Green Value=255-old Green
value New Blue Value=255-old Blue
value

مثال: احسب Negative الصورة التالية

205	112	100
215	112	100
240	214	110

الحل:

50	143	155
40	143	155
15	41	145

مثال: احسب Negative الصورة التالية

R	
255	195
255	0

G	
255	121
0	0

B	
255	75
0	0

الحل

R	
0	60
0	255

G	
0	134
255	255

B	
0	180
255	255

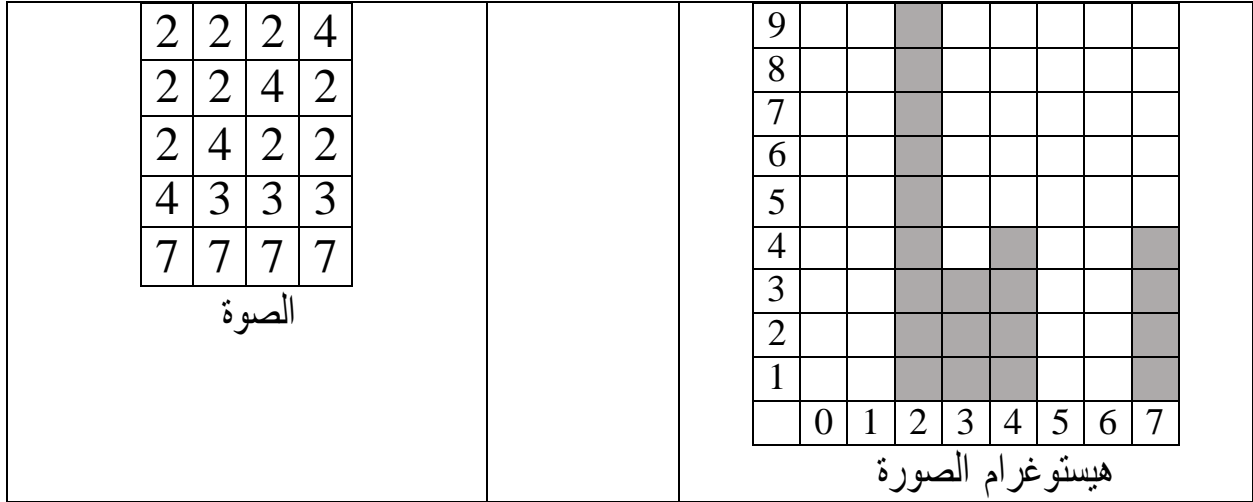
التوزيع التكراري لصورة (مخطط الكثافة Histogram)
هو تمثيل بياني يظهر توزيع قيم البكسلات في الصورة بناء على شدة الإضاءة او الالوان الهيستوغرام: يتألف من محورين x, y

يمثل المحور x القيم التي تأخذها البكسلات وهي ضمن المجال $[0, 255]$
يمثل المحور y تكرار القيم في الصورة (عدد البكسلات التي لها نفس القيمة)
بالنسبة لصور التدرج الرمادي يوجد مخطط كثافة واحد فقط
بالنسبة للصور الملونة RGB يوجد ثلاث مخططات كثافة

حيث يوجد مخطط لـ R و مخطط لـ G و مخطط لـ B

لرسم الهيستوغرام لصورة رمادية
نحدد على المحور الأفقي جميع قيم البكسلات الموجودة في الصورة
وعلى المحور العمودي عدد تكرار كل بكسل من هذه البكسلات

مثال: ارسم هيستوغرام الصورة التالية



تنقية (تصفية) الصور

التنقية (التصفية): هي تقليل كمية التغير في اللون (شدة اللون) بين كل بكسل والبكسلات المجاورة لها. وتستخدم التنقية لإزالة الشوائب الموجودة في الصورة.

طرق تنقية الصور التنقية بطريقة المتوسط

- تستخدم هذه الطريقة لإزالة الشوائب ذات الحجم الكبير من الصورة
- تقوم هذه الطريقة بتبديل قيمة اللون في كل بكسل بالمتوسط الحسابي لهذا البكسل مع البكسلات المجاورة له.
- النواة: تستخدم هذه الطريقة نواة (مصفوفة صغيرة من النمط 3×3) والبكسل الذي يعالج هو مركز النواة (Kernal)
- الحساب الرياضي: من أجل كل بكسل يتم تطبيق النواة ثم تحسب القيمة المتوسطة لجميع بكسلات النواة وتستخدم كقيمة جديدة للبكسل المركزي

مثال 1: احسب القيمة الناتجة عن التنقية بطريقة المتوسط للبكسلات

$$P(2, 2), p(1, 2), p(1, 1)$$

للصورة التالية مبينا مصفوفة الصورة بعد ذلك.

206	214	200	201
198	25	205	200
212	204	207	210

For $P(2, 2)=25$:

$$\text{New value} = (206+214+200+198+25+205+212+204+207)/9 = 185.66 \approx 186$$

For $P(1, 2)=214$:

$$\text{New value} = (0+0+0+206+214+200+198+25+205)/9 = 116.44 \approx 116$$

For $P(1, 1)=206$:

$$\text{New value} = (0+0+0+0+0+206+214+198+25)/9 = 71.44 \approx 71$$

مصفوفة الصورة بعد اجراء المطلوب هي:

71	116	*	*
*	186	*	*
*	*	*	*

مثال 2: احسب القيمة الناتجة عن التنقية بطريقة المتوسط للبكسلات

$P(2, 2), p(1, 1)$

للصورة التالية مبينا مصفوفة الصورة بعد ذلك.

R			G			B		
255	195	64	255	121	50	255	75	240
255	64	32	150	110	200	120	80	40
255	128	64	50	150	100	200	120	80

الحل:

نطبق الطريقة على كل قناة لونية بشكل منفصل

البكسل $p(1, 1)$

$$R_value = (255 + 195 + 255 + 64 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 9 = 85.44 = 85$$

$$G_value = (255 + 121 + 150 + 110 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 9 = 70.66 = 71$$

$$B_value = (255 + 75 + 120 + 80 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 9 = 58.88 = 59$$

البكسل $p(2, 2)$

$$R_value = (255 + 195 + 255 + 64 + 64 + 32 + 255 + 128 + 64) / 9 = 145.77 = 146$$

$$G_value = (255 + 121 + 150 + 110 + 50 + 200 + 100 + 150 + 50) / 9 = 131.77 = 132$$

$$B_value = (255 + 75 + 120 + 80 + 240 + 40 + 80 + 120 + 200) / 9 = 134.44 = 134$$

مصفوفة الصورة بعد اجراء المطلوب هي:

R			G			B		
85	*	*	71	*	*	59	*	*
*	146	*	*	132	*	*	134	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*

مزايا التنقية بطريقة المتوسط	مساوئ التنقية بطريقة المتوسط
1- سهل التنفيذ والفهم	1- يمكن أن تقلل تفاصيل الصورة
2- سريعة التنفيذ	2- يمكن أن تشوه شكل الكائنات الموجودة في الصورة

تطبيقات التنقية بطريقة المتوسط

1- تنقية الصور الطبية

2- تحسين الصور ذات الجودة المنخفضة

التنقية بطريقة الوسيط

- تستخدم هذه الطريقة لإزالة الشوائب ذات الحجم الصغير من الصورة وهذه الشوائب تكون منتشرة على سطح الصورة كنقاط كثيرة وصغيرة
- تقوم هذه الطريقة بتبديل قيمة اللون في كل بكسل بالوسيط الحسابي لهذا البكسل مع البكسلات المجاورة له.
- النواة: تستخدم هذه الطريقة نواة (مصفوفة صغيرة من النمط 3×3) والبكسل الذي يعالج هو مركز النواة (Kernal)
- الحساب الرياضي: من أجل كل بكسل يتم تطبيق النواة ثم ترتب قيم البكسلات داخل النواة ترتيباً تصاعدي (أو تنازلي) ثم نختار القيمة التي تقع في المنتصف (الوسيط) لتحل محل قيمة البكسل المركزي

مثال 1: احسب القيمة الناتجة عن التنقية بطريقة الوسيط للبكسلات

$$P(2, 2), p(3, 2), p(3, 1)$$

للصورة التالية مبينا مصفوفة الصورة بعد ذلك.

206	214	200	201
198	25	205	200
212	204	207	210

For $P(2, 2)=25$: Sort: 25 198 200 204 205 206 207 212 214

Replace 25 by 205

For $P(3, 2)=204$: Sort: 0 0 0 25 198 204 205 207 212

Replace 204 by 198

For $P(3, 1)=212$: Sort: 0 0 0 0 0 25 198 204 212

Replace 212 by 0

مصفوفة الصورة بعد اجراء المطلوب هي:

*	*	*	*
*	205	*	*
0	198	*	*

مثال 2: احسب القيمة الناتجة عن التنقية بطريقة الوسيط للبكسلات

$$P(2, 2), p(1, 2)$$

للصورة التالية مبينا مصفوفة الصورة بعد ذلك.

R		
255	195	64
255	64	32
255	128	64

G		
255	121	50
150	110	200
50	150	100

B		
255	75	240
120	80	40
200	120	80

الحل:

نطبق الطريقة على كل قناة لونية بشكل منفصل

البكسل P(1, 2)

R_value: 0, 0, 0, 32, 64, 64, 195, 255, 255 → 64

G_value: 0, 0, 0, 50, 110, 121, 150, 200, 255 → 110

B_value: 0, 0, 0, 40, 75, 80, 120, 240, 250 → 75

البكسل p(2, 2)

R_value: 32, 64, 64, 64, 128, 195, 255, 255, 255 → 128

G_value: 50, 50, 100, 110, 121, 150, 150, 200, 255 → 121

B_value: 40, 75, 80, 80, 120, 120, 200, 240, 250 → 120

مصفوفة الصورة بعد اجراء المطلوب هي:

R		
*	64	*
*	128	*
*	*	*

G		
*	110	*
*	121	*
*	*	*

B		
*	75	*
*	120	*
*	*	*

مميزات التنقية بطريقة الوسيط

- 1- يحافظ على التفاصيل الدقيقة
- 2- القيم الجديدة هي قيم موجودة في الصورة الاصلية
- 3- سهل الفهم

مساوئ التنقية بطريقة الوسيط

- 1- يمكن أن تقلل تفاصيل الصورة
- 2- عملية الترتيب داخل النواة تستهلك وقت أكبر مقارنة مع طريقة المتوسط

التنقية بطريقة غوص

- تستخدم هذه الطريقة للتخلص من الشوائب غير المنتظمة من الصورة
- هذه الطريقة تعطي وزن أكبر للبكسلات القريبة من مركز النواة
- مصفوفة الـ kernel المستخدمة في طريقة غوص هي

$$\text{Kernel} = \frac{1}{16} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- الالتفاف: تطبيق النواة على الصورة وذلك بضرب كل عنصر من النواة بقيم البكسلات المقابلة وجمع النتائج

مثال: احسب القيمة الناتجة عن التنقية بطريقة غوص للبكسلات P(2, 2), p(2, 1), p(3,1) للصورة التالية مبينا مصفوفة الصورة بعد ذلك.

206	214	200	201
198	25	205	200
212	204	207	210

For P(2, 2)=25:

$$\begin{aligned} \text{new value} &= \frac{1}{16} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 206 & 214 & 200 \\ 198 & 25 & 205 \\ 212 & 204 & 207 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{16} * (206+200+212+207+2*(214+198+205+204)+4*25) \\ &= 160.43 \approx 160 \end{aligned}$$

For P(2, 1)=198:

$$\begin{aligned} \text{new value} &= \frac{1}{16} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & 206 & 214 \\ 0 & 198 & 25 \\ 0 & 212 & 204 \end{bmatrix} \\ &= \frac{1}{16} * (214+204+2*(206+25+212)+4*198)=131 \end{aligned}$$

For $P(3, 1)=212$:

$$\text{new value} = \frac{1}{16} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & 198 & 25 \\ 0 & 212 & 204 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{16} * (25 + 2 * (198 + 204) + 4 * 212) = 104.8 \approx 105$$

مصفوفة الصورة بعد اجراء المطلوب هي:

*	*	*	*
131	160	*	*
105	*	*	*

تعديل إضاءة الصورة

أحيانا إذا تم التقاط صورة في أماكن ذات إضاءة ضعيفة لا تظهر الملامح و أحيانا إذا تم التقاط صورة في أماكن مضيئة نجد أن الصورة تكون أكثر سواداً من الواقع يمكن تعديل إضاءة مثل هذه الصور بعدة طرق منها التعديل الخطي والتعديل اللوغارتمي

1- التعديل الخطي

- الهدف من هذه الطريقة هي زيادة أو إنقاص الإضاءة في الصورة بمقدار ثابت
1. زيادة الإضاءة (تفتيح الصورة): يتم إضافة قيمة صحيحة الى عناصر الصورة مما يؤدي الى اقتراب قيم بكسلات الصورة من اللون الأبيض وبالتالي تفتيح الصورة.
 2. إنقاص الإضاءة (تسويد الصورة): يتم طرح قيمة صحيحة من عناصر الصورة مما يؤدي الى اقتراب قيم بكسلات الصورة من اللون الأسود وبالتالي تسويد الصورة.

مثال 1: المطلوب تفتيح الصورة التالية بمقدار 30

205	112	100
215	112	100
240	214	110

الحل:

235	142	130
245	142	130
255	244	140

مثال 2: المطلوب تسويد الصورة التالية بمقدار 30

205	112	100
215	112	100
240	214	10

الحل

175	82	70
185	82	70
210	184	0

2- التعديل اللوغارتمي:

- الهدف من هذا التعديل هي زيادة أو إنقاص الإضاءة في الصورة بمقدار متغير
- يستخدم التعديل اللوغارتمي في الصورة ذات الكائنات الداكنة على خلفية فاتحة وبالعكس
- قيمة كل بكسل تستبدل بلوغارتمها الطبيعي حسب العلاقة التالية

$$Q(i, j) = C * \ln(1 + |P(i, j)|)$$

حيث

$Q(i, j)$: بكسل في الصورة الجديدة

$P(i, j)$: بكسل في الصورة القديمة

\ln : لوغارتم طبيعي (أساسه e)

C ثابت القياس تم اختياره بحيث تكون أكبر قيمة للخروج هي 255 لذلك

$$C = \frac{255}{\ln(1 + |R|)} \quad ; \quad R \text{ أكبر قيمة في صورة الدخل}$$

مثال: أجز تعديل لوغارتمي للصورة التالية

205	112	100
215	112	100
240	214	110

$$C = \frac{255}{\ln(1+|240|)} = \frac{255}{\ln(241)} = \frac{255}{5.48} = 46.49$$

$$Q = 46.49 * \ln \begin{bmatrix} 206 & 113 & 101 \\ 216 & 113 & 101 \\ 241 & 215 & 111 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 247.7 & 219.7 & 214.5 \\ 249.9 & 219.7 & 214.5 \\ 255 & 249.6 & 218.9 \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} 248 & 220 & 215 \\ 250 & 220 & 215 \\ 255 & 250 & 219 \end{bmatrix}$$

ضغط البيانات

مقدمة:

ضغط البيانات هو عملية تحويل البيانات الأصلية إلى شكل مضغوط يقلل من حجمها، بهدف تسهيل تخزينها أو نقلها بكفاءة أكبر. تُستخدم تقنيات ضغط البيانات في العديد من المجالات مثل تخزين الملفات، نقل المعلومات عبر الشبكات، والبث الرقمي، حيث تساعد في تقليل استهلاك الموارد.

أنواع ضغط البيانات:

الضغط غير الفقد (Lossless Compression) حيث يتم تقليل حجم البيانات مع إمكانية استرجاعها بالكامل دون فقدان أي جزء من المعلومات الأصلية. مثل خوارزميات RLE و Huffman و LZW

الضغط الفقد (Lossy Compression) حيث يتم تقليل حجم البيانات مع فقدان بعض التفاصيل التي لا تؤثر بشكل كبير على جودة البيانات، ويستخدم غالباً في الصور والفيديو والصوت.

متى نستخدم الضغط غير الفقد؟

عندما نحتاج إلى استرجاع البيانات الأصلية تماماً بدون أي فقدان أمثلة:

- ملفات الأكواد البرمجية
- قواعد البيانات.
- الصور الطبية (مثل الأشعة) لأن الدقة مهمة جداً.
- الميزة: تحافظ على جودة البيانات 100%.
- السبب: لا تحقق نسب ضغط عالية مثل الضغط الفقد.

متى نستخدم الضغط الفقد؟

عندما نريد تقليل حجم الملف بشكل كبير مع قبول فقدان بعض التفاصيل أمثلة:

- الصور الفوتوغرافية (JPEG)
- الصوتيات (MP3)
- الفيديو (MP4، AVI)

الميزة: تقلل حجم الملفات بشكل كبير، مما يسهل التخزين والنقل.
السيئة: قد تؤدي إلى فقدان الجودة بشكل ملحوظ إذا تم الضغط بشكل مفرط.

نسبة الضغط (Compression Ratio) هي مقياس يُستخدم لتحديد مدى تقليل حجم البيانات بعد تطبيق عملية الضغط عليها. ببساطة، تعبر عن العلاقة بين حجم البيانات الأصلية وحجم البيانات المضغوطة.

نسبة الضغط:

$$\text{نسبة الضغط} = \frac{\text{حجم الملف قبل الضغط}}{\text{حجم الملف بعد الضغط}}$$

- إذا كانت نسبة الضغط = 2، فهذا يعني أن حجم الملف المضغوط هو نصف حجم الملف الأصلي.

مثال:

- حجم ملف أصلي = 10 ميجابايت

- بعد الضغط، حجم الملف = 2 ميجابايت

$$\text{نسبة الضغط} = 10 \div 2 = 5$$

أي أن الملف أصبح حجمه 5 مرات أصغر من الحجم الأصلي.

ملاحظة: في بعض الأحيان يُستخدم مصطلح معدل الضغط Compression Rate ويُحسب بالعكس:

$$\text{معدل الضغط} = ((\text{حجم البيانات المضغوطة}) \div (\text{حجم البيانات الأصلية})) * 100\%$$

مثلاً، المثال السابق:

$$\text{معدل الضغط} = (2 \div 10) \times 100\% = 20\%$$

أي أن الملف المضغوط حجمه 20% من الملف الأصلي.

طريقة الضغط RLE (Run-Length Encoding)

هي طريقة ضغط بيانات بسيطة تعتمد على تمثيل التكرارات المتتالية للقيم بدلاً من تخزين كل قيمة بشكل منفصل.

الفكرة الأساسية: إذا كانت هناك سلسلة من القيم المتكررة (مثل أصفار أو أحرف متكررة)، يتم تمثيلها بواسطة قيمة واحدة وعدد مرات تكرارها.

كيف تعمل طريقة RLE؟

- تبحث عن تسلسلات متكررة من نفس القيمة في البيانات.
- تستبدل هذه التسلسلات بزوج: (القيمة، عدد التكرار).

مثال: اضغط البيانات التالية AAAAABBBCCDAA بطريقة RLE
بعد ذلك فك الضغط

الحل:

الضغط: (A, 5) (B, 3) (C, 2) (D, 1) (A, 2)

فك الضغط: AAAAABBBCCDAA

مثال: ضغط بيانات رقمية:

اضغط البيانات التالية 00000011110000 بطريقة RLE

الحل : (0, 6) (1, 4) (0, 4)

مميزات وعيوب RLE:

مميزات	عيوب
بسيطة وسهلة التنفيذ	غير فعالة مع البيانات العشوائية أو التي لا تحتوي على تكرار متتالي
تقلل حجم البيانات بشكل كبير في حالة وجود التكرار	قد تزيد حجم البيانات إذا لم يكن هناك تكرار

طريقة ضغط البيانات Huffman

ضغط هوفمان (Huffman Coding) هي طريقة لضغط البيانات تعتمد على تمثيل الرموز أو الحروف في البيانات برموز ذات أطوال متغيرة، بحيث تأخذ الرموز الأكثر تكراراً ترميزاً أقصر، والرموز الأقل تكراراً تأخذ ترميزاً أطول، مما يقلل من حجم البيانات المضغوطة.

شرح طريقة عمل خوارزمية هوفمان مع مثال

1. حساب تكرار كل رمز في البيانات

نبدأ بحساب عدد مرات ظهور كل حرف في النص أو البيانات المراد ضغطها.
مثال "ABEECBEDCBAEDDCBEEABEA"
تكرار الحروف:

الحرف	A	B	C	D	E
التكرار	4	5	3	3	7

2. إنشاء عقد الشجرة

نعتبر كل حرف عقدة في شجرة، مع وزن يساوي تكرار الحرف.

3. بناء شجرة هوفمان

- نختار العقدتين ذات أقل تكرار (وزن) ونربطهما بعقدة جديدة يكون وزنها مجموع وزن العقدتين.
- نكرر هذه العملية حتى تبقى عقدة واحدة (عقدة الجذر).
- بالنسبة للمثال السابق:
 - نختار C (3) و D (3) ونضعهم في عقدة جديدة وزنها 6
 - نختار A (4) و B (5) ونضعهم في عقدة جديدة وزنها 9
 - وهكذا حتى بناء الشجرة كاملة.

4. تعيين الترميز الثنائي

- لكل عقدة فرعية ذات وزن أقل نعطي الرمز 0، والأكثر نعطي 1.
- في حال تساوي الأوزان نعطي 0, 1 بشكل عشوائي
- رمز كل حرف هو المسار من الجذر إلى العقدة التي تمثل الحرف.
- بالنسبة للمثال السابق:

الحرف	A	B	C	D	E
الكود	00	01	101	100	11

5. ضغط البيانات

- نستبدل كل حرف في النص بالرمز الثنائي الخاص به.
- بهذا يتم تقليل عدد البتات المستخدمة مقارنة بالتمثيل الثابت (مثل ASCII) بالنسبة للمثال السابق يكون ضغط الملف كما يلي:

00011111101011.....

6. فك الضغط

- يتم استخدام نفس شجرة هوفمان لفك الرموز الثنائية إلى الحروف الأصلية.
- نبدأ من الجذر ونقرأ البتات بت بت، ثم نذهب يسار ونذهب يمين حتى نصل إلى ورقة تمثل حرفاً

مثال بسيط

لنفترض لدينا النص "ABACA" :

• التكرار:

$$A = 3$$

$$B = 1$$

$$C = 1$$

• بناء الشجرة:

- (1) B و (1) C عقدة جديدة وزنها 2 (أي CB(2))
- (3) A و CB(2) جذر الشجرة وزنها 5 (أي ACB(5))
- تعيين الترميز الثنائي

الرمز	الكود
A	1
B	01
C	00

• ضغط النص:

$$A B A C A \Rightarrow "1011001"$$

• مقارنة:

- التمثيل الأصلي 5 (ASCII): حروف $8 \times$ بت = 40 بت
- التمثيل المضغوط: $1 + 2 + 1 + 2 + 1 = 7$ بت فقط!

خوارزمية الضغط LZW

هي تقنية ضغط مبنية على القاموس

(Char: Character, Dic: Dictionary)

LZW Compression

S=First Char

While Not EOF

{

C=Next char

If $S+C \in \text{Dic}$

$S=S+C$

ELSE

 Add $S+C$ to Dic with new code

 Output the code for S

$S=C$

}

Output the code for S

مثال: اضغط السلسلة ABABBABCABABBA

بخوارزمية الضغط LZW علماً أن القاموس الابتدائي هو

String	Code
A	1
B	2
C	3

الحل

S	C	Output	String	Code
			A	1
			B	2
			C	3
A	B	1	AB	4
B	A	2	BA	5
A	B			
AB	B	4	ABB	6
B	A			
BA	B	5	BAB	7
B	C	2	BC	8
C	A	3	CA	9
A	B			
AB	A	4	ABA	10
A	B			
AB	B			
ABB	A	6	ABBA	11
A		1		

السلسلة المضغوطة هي (عمود Output) : 1,2,4,5,2,3,4,6,1

خوارزمية فك الضغط LZW

يجب أن يكون القاموس الابتدائي عند فك الضغط هو نفسه الذي استخدم عند الضغط

LZW Decompression

S=NULL

While Not EOF

{ K=Next Code

Entry=Dic Entry for K

Output Entry

If S!= NULL

Add S+Entry[0] to Dic with new code

S=Entry

}

مثال: طبق فك الضغط LZW على الكود 1,2,4,5,2,3,4,6,1
علما أن القاموس الابتدائي هو

String	Code
A	1
B	2
C	3

الحل

S	K	Entry/output	String	Code
			A	1
			B	2
			C	3
NULL	1	A		
A	2	B	AB	4
B	4	AB	BA	5
AB	5	BA	ABB	6
BA	2	B	BAB	7
B	3	C	BC	8
C	4	AB	CA	9
AB	6	ABB	ABA	10
ABB	1	A	ABBA	11
A				

السلسلة الناتجة عن فك الضغط هي (عمود Output): ABABBABCABABBA

ضغط البيانات

الترميز الحسابي (AE: Arithmetic Encoding)

الترميز الحسابي:

- هي خوارزمية ضغط غير فاقدة تشفر الرسالة كاملة برقم واحد فقط ضمن المجال $[0, 1]$
- يأخذ كل رمز من الرسالة مجال فرعي في المجال $[0, 1]$ يتوافق مع احتماله
- لحساب احتمال كل رمز يجب إعطاء جدول التردد

من أجل ترميز (ضغط) رسالة باستخدام AE نحتاج المدخلات التالية:

- 1- الرسالة المراد ترميزها
- 2- جدول التردد لجميع رموز الرسالة

مثال:

لنفرض أن الرسالة المراد ترميزها هي abc باستخدام أبجدية تحتوي على ثلاث رموز فقط هي a, b, c وأن تردد هذه الرموز هو

a	b	c
2	7	1

الحل:

نحسب الاحتمالات من جدول التردد

الاحتمالات

إن احتمال رمز ما (مثلا Z) هو

$$P(Z) = \frac{Freq(Z)}{Sum(Freqs)}$$

بناءً على جدول التردد فإن احتمالات الرموز الثلاثة هي

$$P(a) = 2/10 = 0.2$$

$$P(b) = 7/10 = 0.7$$

$$P(c) = 1/10 = 0.1$$

من الرسالة والاحتمالات نبدأ عملية الترميز

الترميز

يعمل الترميز في AE من خلال تمثيل الاحتمالات التراكمية لجميع الرموز على سطر يتراوح من 0.0 الى 1.0

من أجل رمز ما Z مثلاً يبدأ بالقيمة S وينتهي بالقيمة المحسوبة بالعلاقة $S+P(Z)*R$ حيث

S بداية الرمز Z

P(Z) احتمال الرمز Z

R نطاق الخط و الذي يتم حسابه بطرح البداية من نهاية السطر

في البداية يبدأ الخط من 0.0 وينتهي عند 1.0 لذلك

$$R = 1.0 - 0.0 = 1.0$$

لنحسب قيم البداية والنهاية للرموز a, b, c

1- الرمز الأول a يبدأ من 0.0 وينتهي عند $0.0 + 0.2*1.0 = 0.2$

نطاق a هو 0.0:0.2

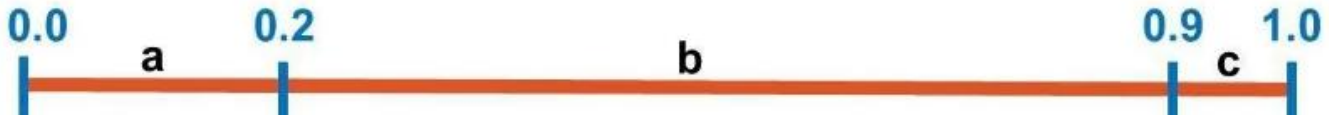
2- الرمز الثاني b يبدأ من 0.2 وينتهي عند $0.2 + 0.7*1.0 = 0.9$

نطاق b هو 0.2:0.9

3- الرمز الثالث c يبدأ من 0.9 وينتهي عند $0.9 + 0.1*1.0 = 1.0$

نطاق c هو 0.9:1.0

الشكل التالي يلخص مجالات الرموز



ملاحظات:

1- يبدأ الرمز الأول من نقطة بداية الخط وينتهي الرمز الأخير عند نقطة نهاية الخط

2- كل رمز يغطي نسبة مئوية من الخط تتوافق مع احتماله

تقييد الفترة (الفترة الزمنية، المجال)

- تعمل AE على تقييد فترة السطر والذي يبدأ من 0.0 الى 1.0 عبر مراحل عددها يساوي عدد رموز الرسالة

- في مثالنا لدينا ثلاث رموز لذلك هناك ثلاث مراحل

- في كل مرحلة يتم تقييد الفترة الزمنية للخط وفقاً للفترة الزمنية الفرعية للرمز الحالي

الرسالة هي abc
 الرمز الأول من الرسالة هو a و هذا الرمز يغطي الفترة من 0.0 الى 0.2 هذه الفترة
 تصبح هي فترة الخط أي تتغير الفترة الزمنية للخط من 0.0:0.1 الى 0.0:0.2 كما في
 الشكل التالي



بما أن نطاق الخط تغير فإن R تتغير

$$R = 0.2 - 0.0 = 0.2$$

لنحسب قيم البداية والنهاية للرموز a, b, c

1- الرمز الأول a يبدأ من 0.0 وينتهي عند $0.0 + 0.2 * 0.2 = 0.04$

نطاق a هو 0.0:0.04

2- الرمز الثاني b يبدأ من 0.04 وينتهي عند $0.04 + 0.7 * 0.2 = 0.18$

نطاق b هو 0.04:0.18

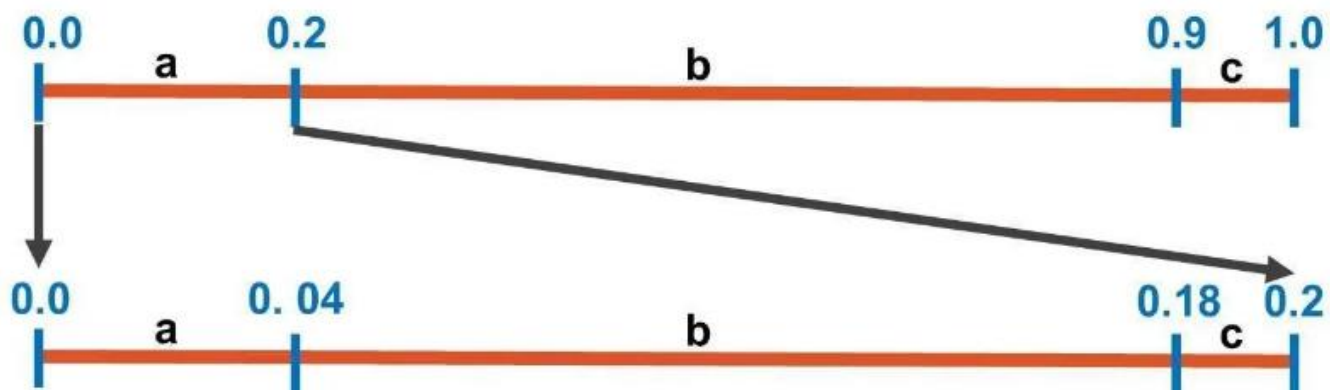
3- الرمز الثالث c يبدأ من 0.18 وينتهي عند $0.18 + 0.1 * 0.2 = 0.2$

نطاق c هو 0.18:0.2

الشكل التالي يلخص مجالات الرموز



والشكل التالي يلخص العمل السابق



الرمز الثاني من الرسالة هو b و هذا الرمز يغطي الفترة من 0.04 الى 0.18 هذه الفترة تصبح هي فترة الخط كما في الشكل التالي



بما أن نطاق الخط تغير فإن R تتغير

$$R = 0.18 - 0.04 = 0.14$$

لنحسب قيم البداية والنهاية لرموز الرسالة a, b, c

1- الرمز الأول a يبدأ من 0.04 وينتهي عند $0.04 + 0.2 \times 0.14 = 0.068$

نطاق a هو 0.04:0.068

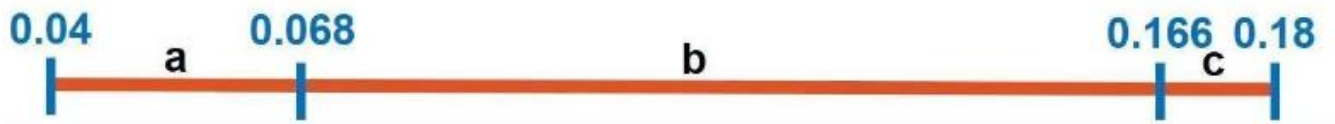
2- الرمز الثاني b يبدأ من 0.068 وينتهي عند $0.068 + 0.7 \times 0.14 = 0.166$

نطاق b هو 0.068:0.166

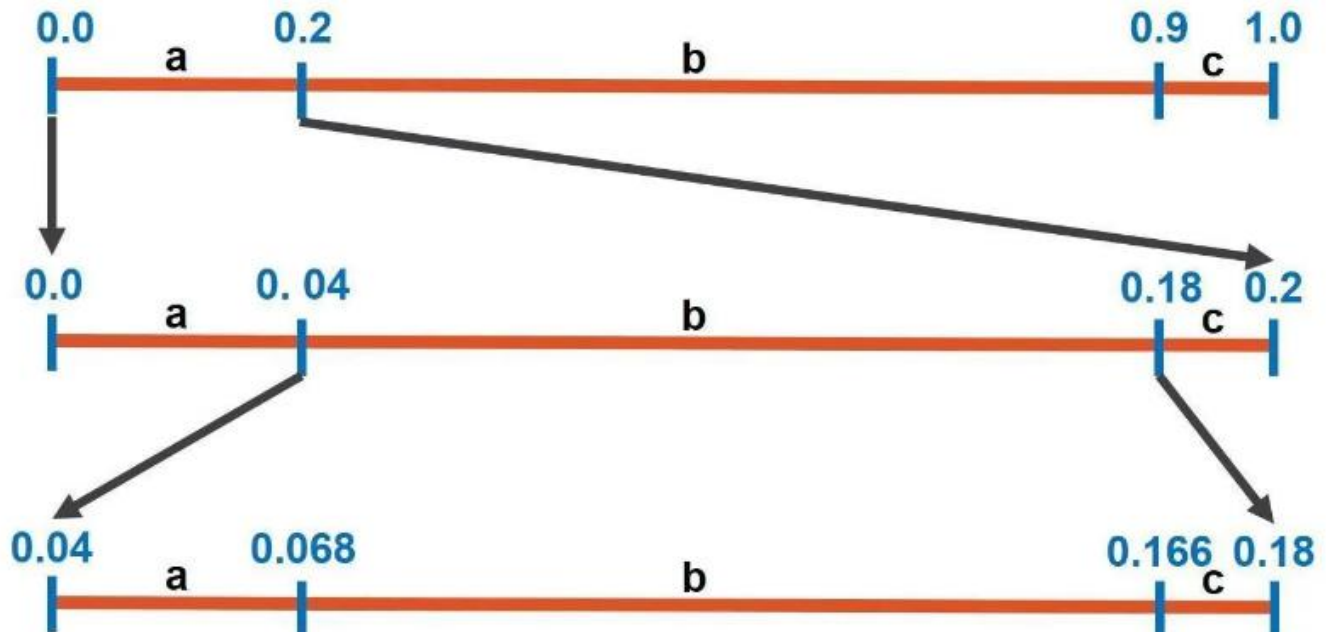
3- الرمز الثالث c يبدأ من 0.166 وينتهي عند $0.166 + 0.1 \times 0.14 = 0.18$

نطاق c هو 0.166:0.18

الشكل التالي يلخص مجالات الرموز



والشكل التالي يلخص العمل السابق



الرمز الثالث من الرسالة هو c و هذا الرمز يغطي الفترة من 0.18 الى 0.166 هذه الفترة تصبح هي فترة الخط كما في الشكل التالي



بما أن نطاق الخط تغير فإن R تتغير

$$R = 0.18 - 0.166 = 0.014$$

لنحسب قيم البداية والنهاية لرموز الرسالة a, b, c

1- الرمز الأول a يبدأ من 0.166 وينتهي عند $0.166 + 0.2 * 0.014 = 0.1688$
نطاق a هو 0.166:0.1688

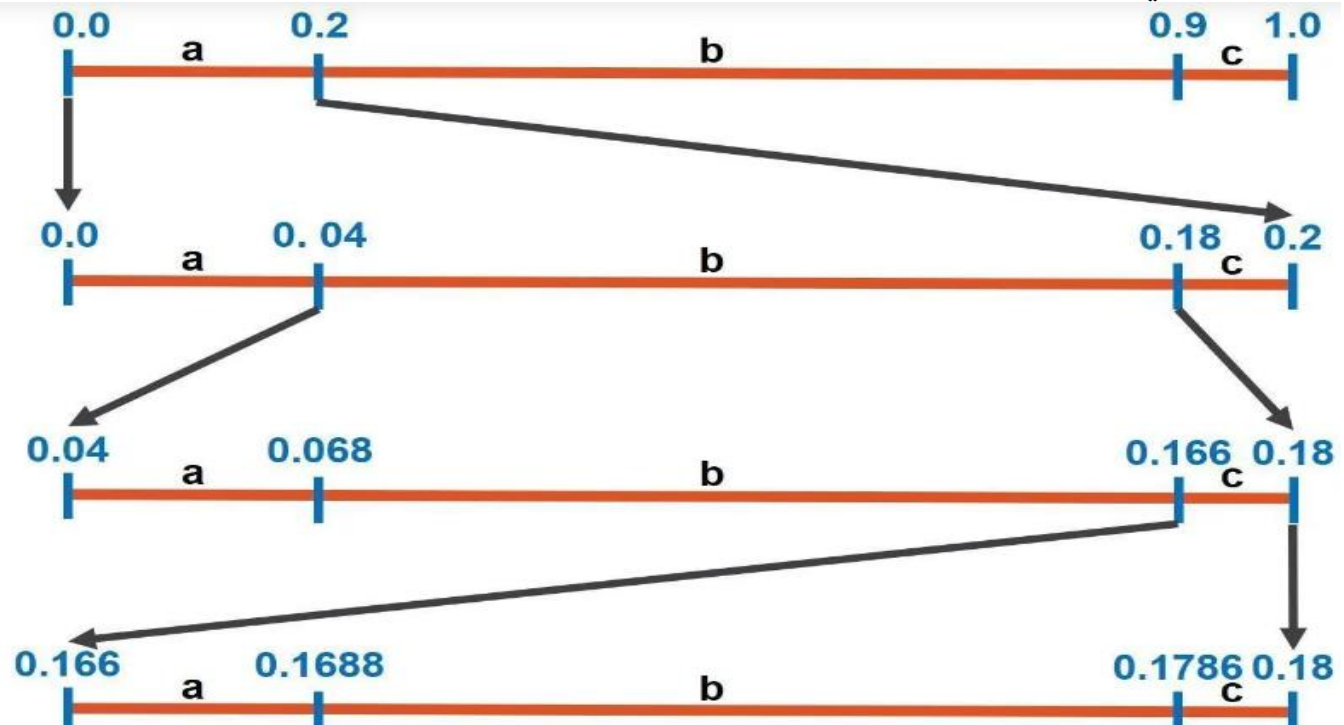
2- الرمز الثاني b يبدأ من 0.1688 وينتهي عند $0.1688 + 0.7 * 0.014 = 0.1786$
نطاق b هو 0.1688:0.1786

3- الرمز الثالث c يبدأ من 0.1786 وينتهي عند $0.1786 + 0.1 * 0.014 = 0.18$
نطاق c هو 0.1786:0.18

الشكل التالي يلخص مجالات الرموز



والشكل التالي يلخص العمل السابق



ترميز الرسالة (قيمة واحدة)

ترميز الرسالة هو القيمة المتوسطة لآخر فترة زمنية يتم الوصول اليها
آخر فترة زمنية تم الوصول اليها في المثال السابق هي 0.166:0.18
ترميز الرسالة (القيمة المتوسطة) هو $(0.166+0.18)/2=0.173$
ملاحظة: يمكن أخذ أي قيمة ضمن النطاق $(0.166, 0.18]$

فك الترميز في AE

مدخلات فك الترميز هي

- 1- قيمة وحيدة وهي قيمة ترميز الرسالة
- 2- جدول التردد وهو نفس الجدول المستخدم في الترميز
- 3- عدد الرموز في الرسالة الأصلية

مثال: فك الترميز في AE اذا علمت أن

- 1- قيمة ترميز الرسالة هو 0.173
- 2- جدول التردد هو

a	b	c
2	7	1

- 3- عدد الرموز في الرسالة الأصلية هو 3

الحل

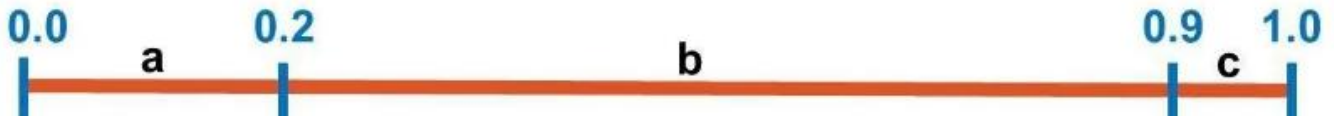
بناء على جدول التردد فإن احتمالات الرموز الثلاثة هي

$$P(a)=2/10=0.2$$

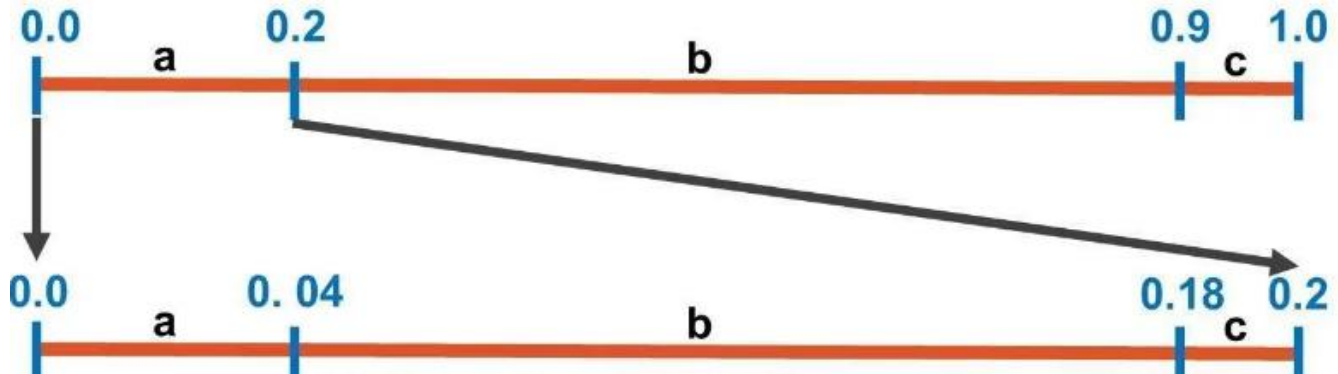
$$P(b)=7/10=0.7$$

$$P(c)=1/10=0.1$$

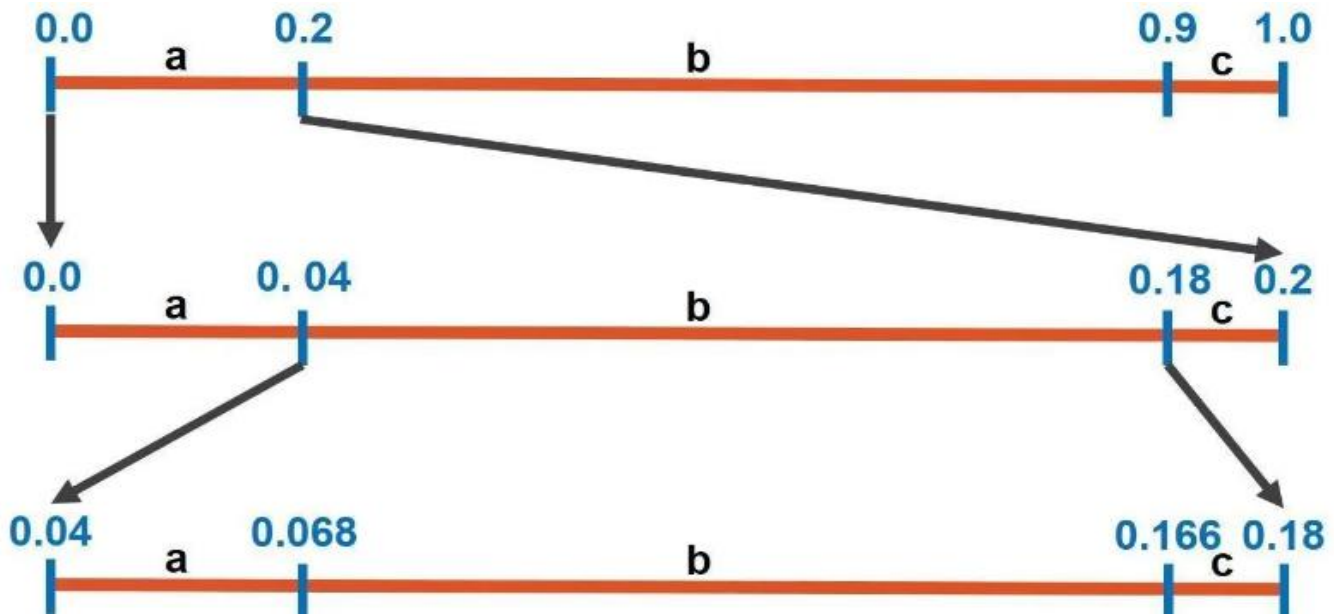
من القيمة الوحيدة والاحتمالات نبدأ عملية فك الترميز
العمل في فك الترميز مشابه عمل الترميز حيث ننشئ نفس الفترات الزمنية
أولا تتم الحسابات على خط يبدأ من 0.0 وينتهي عند 1.0



تقع القيمة 0.173 ضمن الفترة 0.0:0.2 لذلك الرمز الأول في الرسالة هو a
ولذلك الخط يقتصر على الفترة 0.0:0.2



تقع القيمة 0.173 ضمن الفترة 0.04:0.18 لذلك الرمز الثاني في الرسالة هو b
ولذلك الخط يقتصر على الفترة 0.04:0.18



تقع القيمة 0.173 ضمن الفترة 0.166:0.18 لذلك الرمز الثالث في الرسالة هو c
بما أن عدد رموز الرسالة هو 3 لذلك نتوقف والرسالة هي abc

مثال: الأبجدية المستخدمة تحتوي على أربع رموز لترميز الرسائل هي a, b, c, d
جدول تردد هذه الرموز هو

a	b	c	d
2	3	1	4

المطلوب ترميز الرسالة bdab بطريقة AE

الحل:

بناء على جدول التردد فإن احتمالات الرموز هي

$$P(a)=2/10=0.2$$

$$P(b)=3/10=0.3$$

$$P(c)=1/10=0.1$$

$$P(d)=4/10=0.4$$

$$R = 1.0 - 0.0 = 1.0$$

0.0	a	0.2	b	0.5	c	0.6	d	1.0
-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

الرمز الأول من الرسالة هو b لذلك $R = 0.5 - 0.2 = 0.3$

0.2	a	0.26	b	0.35	c	0.38	d	0.5
-----	---	------	---	------	---	------	---	-----

الرمز الثاني من الرسالة هو d لذلك $R = 0.5 - 0.38 = 0.12$

0.38	a	0.404	b	0.44	c	0.452	d	0.5
------	---	-------	---	------	---	-------	---	-----

الرمز الثالث من الرسالة هو a لذلك $R = 0.404 - 0.38 = 0.024$

0.38	a	0.3848	b	0.392	c	0.3944	d	0.404
------	---	--------	---	-------	---	--------	---	-------

الرمز الرابع من الرسالة هو b $R = 0.392 - 0.3848 = 0.0072$

0.3848	a	0.38624	b	0.3884	c	0.38912	d	0.392
--------	---	---------	---	--------	---	---------	---	-------

ترميز الرسالة (القيمة المتوسطة) هو $(0.3848+0.392)/2=0.3884$

مثال: فك الترميز في AE اذا علمت أن

1- قيمة ترميز الرسالة هو 0.3884

2- جدول التردد

a	b	c	d
2	3	1	4

3- عدد الرموز في الرسالة الأصلية هو 4

الحل

بناء على جدول التردد فإن احتمالات الرموز هي

$$P(a)=2/10=0.2$$

$$P(b)=3/10=0.3$$

$$P(c)=1/10=0.1$$

$$P(d)=4/10=0.4$$

0.0	a	0.2	b	0.5	c	0.6	d	1.0
-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

تقع القيمة 0.3884 ضمن الفترة 0.2:0.5 لذلك الرمز الأول في الرسالة هو b
ولذلك الخط يقتصر على الفترة 0.2:0.5

$$R = 0.5 - 0.2 = 0.3$$

0.2	a	0.26	b	0.35	c	0.38	d	0.5
-----	---	------	---	------	---	------	---	-----

تقع القيمة 0.3884 ضمن الفترة 0.38:0.5 لذلك الرمز الثاني في الرسالة هو d
ولذلك الخط يقتصر على الفترة 0.38:0.5

$$R = 0.5 - 0.38 = 0.12$$

0.38	a	0.404	b	0.44	c	0.452	d	0.5
------	---	-------	---	------	---	-------	---	-----

تقع القيمة 0.3884 ضمن الفترة 0.38:0.404 لذلك الرمز الثالث في الرسالة هو a
ولذلك الخط يقتصر على الفترة 0.38:0.404

$$R = 0.404 - 0.38 = 0.024$$

0.38	a	0.3848	b	0.392	c	0.3944	d	0.404
------	---	--------	---	-------	---	--------	---	-------

تقع القيمة 0.3884 ضمن الفترة 0.38:0.392 لذلك الرمز الرابع في الرسالة هو b

الرسالة هي bdab

مزايا وعيوب الترميز الحسابي

المعيار	المزايا	العيوب
كفاءة الضغط	كفاءة عالية جداً، ويتفوق على ترميز هوفمان.	
المرونة	مرن للغاية، يعمل بكفاءة مع أي توزيع احتمالي (بسيط أو معقد)	
التعقيد		معقد حسابياً حيث يتطلب عمليات ضرب عديدة على أعداد ذات فاصلة عائمة، مما يجعله بطيئاً
الدقة		يتطلب دقة عالية؛ أدنى خطأ تقريبي (تقريب) قد يؤدي إلى فشل فك الترميز بالكامل
سهولة التنفيذ		صعب التنفيذ مقارنة بطرق RLE أو هوفمان
المتطلبات		يتطلب معرفة احتمالات الرموز مسبقاً

التطبيقات العملية

- 1- ضغط الوسائط المتعددة (الصور والفيديو): حيث يعتبر مكون أساسي في معايير الضغط المتقدمة مثل JPEG للصور و H.256/HEVC للفيديو.
- 2- ضغط البيانات النصية: بسبب قدرته على تحقيق ضغط أفضل من طرق أخرى (هوفمان) عندما تكون احتمالات الرموز غير متساوية.

فضاء اللون YUV

فضاء اللون YUV

تم تطوير هذا الفضاء من أجل أنظمة البث التلفزيوني (PAL) والأنظمة الرقمية مثل JPEG, MPEG

المكونات:

-1 Y (Luma) يمثل السطوع أو الإضاءة (الأسود والأبيض والرمادي).
ويُحسب من مكونات RGB الأصلية

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

-2 U (Chrominance Blue) يمثل الفرق بين المكون الأزرق وقيمة الـ Luma

$$U = B - Y$$

-3 V (Chrominance Red) يمثل الفرق بين المكون الأحمر وقيمة الـ Luma

$$V = R - Y$$

التحويل من RGB الى YUV

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = B - Y$$

$$V = R - Y$$

ملاحظات

- 1 Y تتدرج من 0 الى 1 (من 0 الى 255 في الصيغ الرقمية)
- 2 U, V تتدرج من -0.5 الى 0.5 (من 0 الى 255 في الصيغ الرقمية بدون اشارة)
(من 128 الى 127 في الصيغ الرقمية ذات الاشارة)

الهدف الأساسي للتحويل من RGB الى YUV

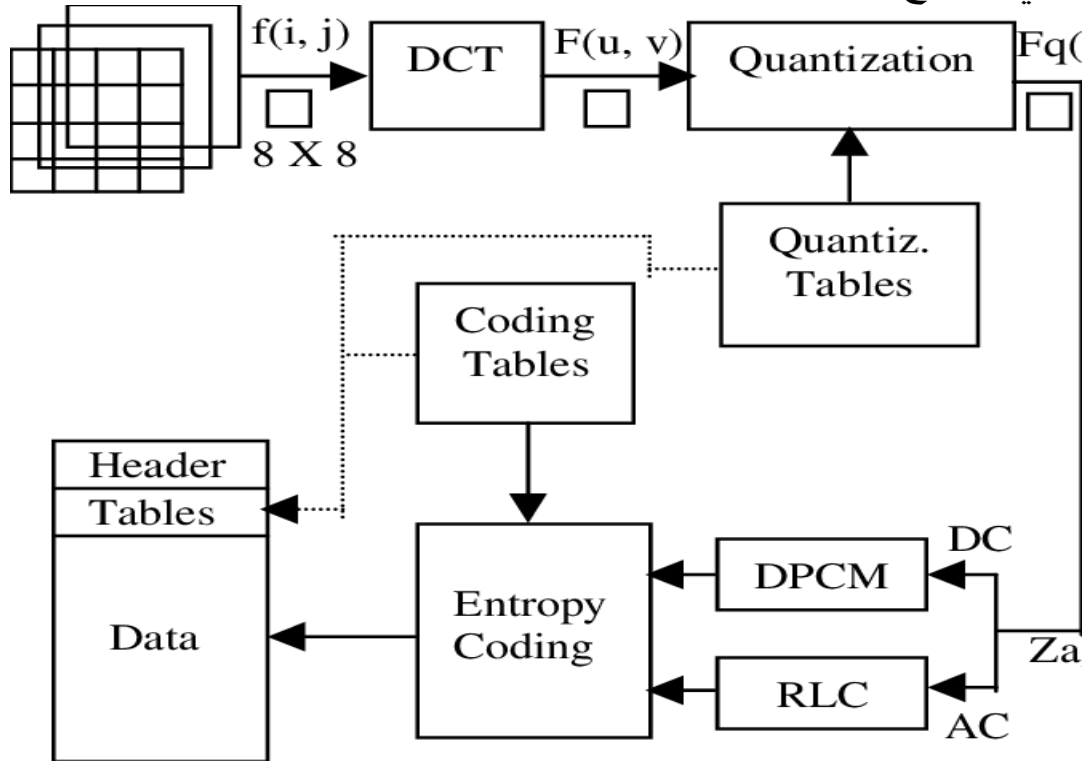
فصل السطوع عن اللون: حيث تتفوق عين الانسان في رؤية تفاصيل السطوع (Y) أكثر من تفاصيل اللون (U, V) و هذا يسمح بضغط البيانات (أي تقليل دقة مكونات اللون (U, V) دون تأثير كبير على الجودة المرئية)

ضغط الصور JPEG

JPEG: Joint Photographic Experts Group

JPEG: هي طريقة لضغط الصور بهدف زيادة نسبة الضغط أكثر من الطرق غير الفاقدة و هذه الطريقة قابلة للتطبيق على الصور الملونة و الصور الرمادية

في طريقة JPEG تحول الصورة الملونة في الفضاء RGB الى الفضاء YUV لان العنصر y يمثل الإضاءة وحساسية العين للتغير في الإضاءة تكون أكثر من التغير في اللون أيضا YUV أكثر ملائمة من RGB عند ضغط الصور خطوات JPEG تطبق على كل طبقة بنفس الأسلوب الشكل التالي يوضح مراحل ضغط JPEG



مراحل ضغط JPEG

- 1- DCT
- 2- التكميم (التقسيم الكمي)
- 3- المسح المتعرج (Zig Zag Scan)
- 4- RLE, DPCM
- 5- تكويد الانتروبي

ملاحظة:

قبل تطبيق DCT على 8x8 block تتراح القيم من المجال الموجب [0..255] و الذي مركزه 128 الى مجال مركزه صفر و ذلك بطرح 128 من كل قيمة من 8x8 block لذلك يصبح مجال القيم [-128..127] و مركزه صفر

DCT -1

Discrete Cosine Transform

هذه التحويل يحول المعلومات الموجودة في الكتلة 8x8 من المجال الحيزي(المكاني) الى المجال الترددي
معادلة التحويل

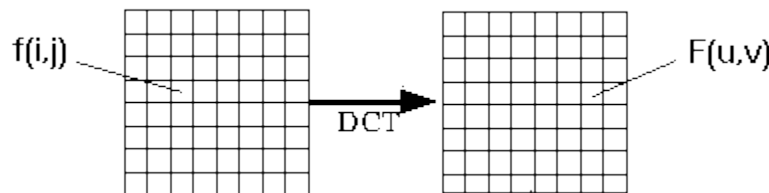
$$F(u, v) = \frac{A(u) \cdot A(v)}{4} \cdot \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos \frac{(2i+1) \cdot u \cdot \pi}{16} \cos \frac{(2j+1) \cdot v \cdot \pi}{16} \cdot f(i, j)$$

حيث:

$$A(k) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad ; \quad k=0$$

$$A(k) = 1 \quad ; \quad k \neq 0$$

$$0 \leq u, v \leq 7$$



نلاحظ من الكتلة الناتجة عن DCT أن القيم الكبيرة تركزت فوق القطر الثانوي والقيم الصغيرة تركزت تحت القطر الثانوي أي أن DCT قام بفصل الترددات

-2 التكميم (التقسيم الكمي، التقريب)

هدف التقسيم الكمي هو تقليل عدد البتات لكل عينة حيث أن

$$F_q(u, v) = \text{Round} \left(\frac{F(u, v)}{Q(u, v)} \right) \quad ; \quad u, v = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

مثال:

$$\text{Round}\left(\frac{45}{4}\right) = \text{Round}(11.28) = (11)_{10} = (1011)_2$$

العدد الأصلي $(45)_{10} = (101101)_2$

كان يحتاج الى 6bit

أما العدد بعد التقسيم أصبح يحتاج الى 4bit

ان التقسيم الكمي يؤدي الى تساوي القيم المتجاورة في الكتلة مما يؤدي الى تقليل عدد القيم المختلفة في الكتلة الواحدة
التقسيم الكمي هو السبب وراء فقدان البيانات في JPEG لذلك يندرج JPEG تحت الضغط الفقد

التقسيم الكمي اما ان يكون منتظم أو ان يكون غير منتظم
التقسيم الكمي المنتظم: تكون $Q(u, v)$ هي عبارة عن ثابت و كل قيمة من قيم الكتلة تقسم على نفس الثابت
التقسيم الكمي غير المنتظم: يوجد جدول جاهز ابعاده تطابق ابعاد الكتلة 8×8 حيث تقسم كل قيمة من الكتلة على القيمة المقابلة لها من الجدول لذلك لا تقسم جميع قيم الكتلة على نفس الثابت

جداول التقسيم الكمي

في JPEG يوجد جدولين من اجل التقسيم

جدول اول من اجل Luma

وجداول ثاني من اجل Chrominance

وتتميز هذه الجداول ان القيم الصغيرة موجودة فوق القطر الثانوي والقيم الكبيرة موجودة تحت القطر الثانوي
لذلك بعد التقسيم الكمي سوف نلاحظ ان كل او معظم القيم الموجودة تحت القطر الثانوي اصبحت اصفار

• The Luminance Quantization Table $q(u, v)$

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

The Chrominance Quantization Table $q(u, v)$

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

3- المسح المتعرج

هدف المسح المتعرج هو تحويل الكتلة والتي هي مصفوفة من النمط 8x8 الى شعاع 1x64
المسح المتعرج يتم هو موضح بالشكل التالي

1	2	6	7	15	16	28	
3	5	8	14	17	27		
4	9	13	18	26			
10	12	19	25				
11	20	24					
21	23						
22							
							64

--	--	--	--	--	--	--	--

1x64

بعد اجراء المسح المتعرج تزداد فرصه ان تصبح الخلايا المتشابهة متجاورة
مثال: أجر مسح متعرج للكتلة التالية

85	4	6	2	2	1	0	0
3	-3	-2	-1	1	0	0	0
1	2	-1	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

85	4	3	1	-3	6	2	-2	2	0	1	0	-1	-1	-1	1	-1	0	1	0	...	0
----	---	---	---	----	---	---	----	---	---	---	---	----	----	----	---	----	---	---	---	-----	---

من هذا الشعاع نجد أن

85 معامل DC

ما تبقى من الشعاع هي معاملات AC

تطبيق طريقة DPCM على معاملات DC

هذه الطريقة تستخدم من اجل معاملات DC وطريقة DPCM هي كما يلي

$$\text{Diff}_0 = \text{DC}_0$$

$$\text{Diff}_i = \text{DC}_i - \text{DC}_{i-1} ; i \geq 1$$

مثال: طبق طريقة DPCM على معاملات DC

45																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

54																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

48																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

.

32																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

36																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

الحل:

45																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

9																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

-6																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

.

?																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

طريقة RLE على معاملات AC

في هذه الطريقة نعبر عن معاملات AC على شكل ازواج كما يلي

(Skip, Value)

Skip عدد الازواج الموجودة قبل Value

Value المعامل غير الصفري التالي

الزوج (0,0) يدل على نهاية الكتلة

مثال طبق طريقه RLE على معاملات AC في الشعاع التالي

32	6	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0									0
----	---	----	---	----	---	---	---	----	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

(0, 6), (0, -1), (1, -1), (3, -1), (0, 0)

4- توكود الانتروبي

1- معاملات DC (النتيجة عن DPCM)

توكود بالشكل التالي (Size, Value)

كود Value يستخرج من الجدول التالي

Size	Value	Code
0	0	---
1	-1, 1	0, 1
2	-3, -2, 2, 3	00, 01, 10, 11
3	-7,..., -4, 4.....7	000, ...,011, 100, 111
4		

جدول (1): جدول هو فمان من اجل معاملات DC ومعاملات AC
(حقل Value)

اما كود Size يستخرج من الجدول التالي

Size	Code length	Code
0		00
1		010
2		011
3		100
4		101
5		110

6		1110
7		11110
8		111110
9		1111110
10		11111110
11		111111110

جدول (2): جدول هوفمان من اجل معاملات DC (حقل Size)

مثال: اذا كان معامل DC هو 40 و معامل DC السابق له هو 48
فما هو تكويد الانتروبي لهذا المعامل بعد أن تطبق عليه DPCM

الحل

$$\text{Diff}=40-48=-8$$

نطبق الانتروبي

1010111

0111 هو الكود المقابل -8 من الجدول الأول
Size=4 و تكويد 4 من الجدول الثاني هو 101

2- معاملات AC

معاملات AC تكود على شكل أزواج (S1, S2)

S2 هي Value (قيمة معامل AC)

S1 هي Run/ Size

Run هي عدد الأصفار المتتالية الموجودة قبل العدد التالي غير الصفري [0..15]

Size هي عدد البتات المطلوبة لتكويد معامل AC غير الصفري التالي [0..A]

(0, 0) هي نهاية الكتلة و لها كود خاص هو 1010

ملاحظة:

عندما يتجاوز عدد الأصفار 15 صفر قبل الوصول الى معامل AC غير صفري عندئذ
التكويد يكون كما يلي (15/0, 0)

Run/size	Code length	code
0/0		1010
0/1		00
0/2		01
0/3		100
0/4		1011
0/5		
0/6		
0/7		
0/8		
0/9		
2/3		1111110111

جدول 3 من أجل توكويد Run/size

مثال: لنفرض انه بعد عملية المسح المتعرج لكتلة نتج لدينا الشعاع التالي
40, 12, 10, 1, -7, 0, 0, -4, 56 zeros
ما هو توكويد الانتروبي لمعاملات AC

$12 \rightarrow (0, 12) \rightarrow (0/4, 1100) \rightarrow 10111100$
 $10 \rightarrow (0, 10) \rightarrow (0/4, 1010) \rightarrow 10111010$
 $1 \rightarrow (0, 1) \rightarrow (0/1, 1) \rightarrow 001$
 $-7 \rightarrow (0, -7) \rightarrow (0/3, 000) \rightarrow 100000$
 $-4 \rightarrow (2, -4) \rightarrow (2/3, 011) \rightarrow 1111110111011$
 $56 \text{ zeros} \rightarrow (0, 0) \rightarrow 1010$

مسألة:

في صورة رمادية أخذنا أول كتلة 8x8 فكانت كل قيم الكتلة أصفار ما عدا القيم التالية
 $f(0, 0)=4, f(2, 3)=1, f(2, 5)=25, f(3, 2)=16$
اكتب معادلة التحويل DCT مع الحثيات ثم احسب $F(0, 0)$ و $F(3, 0)$ و $F(0, 6)$

الحل
معادلة التحويل

$$F(u, v) = \frac{A(u) \cdot A(v)}{4} * \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos \frac{(2i+1) \cdot u \cdot \pi}{16} \cos \frac{(2j+1) \cdot v \cdot \pi}{16} * f(i, j)$$

$$A(k) = \frac{1}{\sqrt{2}} ; k=0, \quad \text{حيث:}$$

$$A(k) = 1 ; k \neq 0,$$

$$0 \leq u, v \leq 7$$

الكتلة هي كما يلي

4	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	25	0	0
0	0	16	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

لذلك معادلة التحويل تكون كما يلي

$$F(u, v) = \frac{A(u) \cdot A(v)}{4} * [4 * \cos \frac{u \cdot \pi}{16} \cos \frac{v \cdot \pi}{16} + 1 * \cos \frac{5 \cdot u \cdot \pi}{16} \cos \frac{7 \cdot v \cdot \pi}{16} +$$

$$25 * \cos \frac{5 \cdot u \cdot \pi}{16} \cos \frac{11 \cdot v \cdot \pi}{16} + 16 * \cos \frac{7 \cdot u \cdot \pi}{16} \cos \frac{5 \cdot v \cdot \pi}{16}]$$

$$F(0, 0) = \frac{1}{4} * \frac{1}{\sqrt{2}} * \frac{1}{\sqrt{2}} * [4 + 1 + 25 + 16] = (1/8) * (46) = 5.75$$

$$F(3, 0) = \frac{1}{4} * 1 * \frac{1}{\sqrt{2}} * [4 * \cos \frac{3 \cdot \pi}{16} + 1 * \cos \frac{5 \cdot 3 \cdot \pi}{16} + 25 * \cos \frac{5 \cdot 3 \cdot \pi}{16} + 16 * \cos \frac{7 \cdot 3 \cdot \pi}{16}]$$

$$F(3, 0) = \frac{1}{4} * 1 * \frac{1}{\sqrt{2}} * [4 * 0.8315 - 0.9808 + 25 * (-0.9808) + 16 * (-0.5556)]$$

$$F(3, 0) = \frac{1}{4} * \frac{1}{\sqrt{2}} * [-31.0644] = -5.4915$$

$$F(0, 6) = \frac{1}{4} * \frac{1}{\sqrt{2}} * 1 * [4 * \cos \frac{6.\pi}{16} + 1 * \cos \frac{7.6.\pi}{16} + 25 * \cos \frac{11.6.\pi}{16} + 16 * \cos \frac{5.6.\pi}{16}]$$

$$F(0, 6) = \frac{1}{4} * \frac{1}{\sqrt{2}} [4 * 0.3827 - 0.3827 + 25 * 0.9239 + 16 * 0.9239]$$

$$F(0, 6) = \frac{1}{4} * \frac{1}{\sqrt{2}} [39.0280] = 6.8992$$

الصوت Sound

مقدمة:

- يعتبر الصوت أفضل طريقة لجذب الانتباه
- غالبا ما يكون الصوت هو الطريقة الفعالة الوحيدة لنقل الفكرة

أهمية الصوت في الوسائط المتعددة

- تعزيز الموضوع أو الفكرة
- خلق الجو المناسب للموضوع
- المحافظة على اهتمام المتلقي
- يساعد على استيعاب الصور المرئية بشكل أفضل

اعتبارات الصوت

- استخدم موسيقى مناسبة تعبر عن الموضوع أو الفكرة
- أعط المستخدم خيار تشغيل أو إيقاف الصوت
- في الحالات التي يكون فيها محتوى الصفحة يعتمد على الصوت (الكلام) زود المستخدم بنص مكتوب كبديل لأن المستخدم قد يكون أصم

الميكرفون (MIC: Microphone)

هو جهاز يقوم بالتقاط الموجات الصوتية ويحولها الى تيار كهربائي تختلف شدته باختلاف الموجات الصوتية التي يتم التقاطها

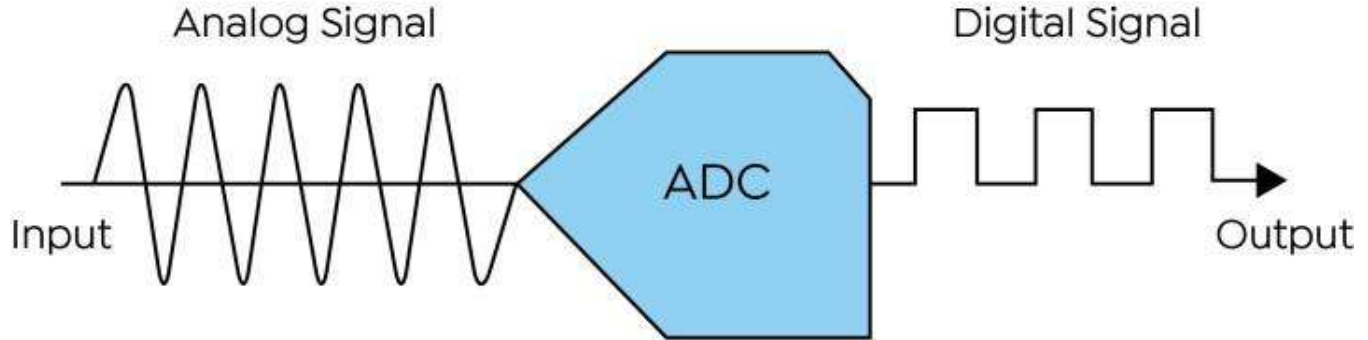


السماعات Speaker

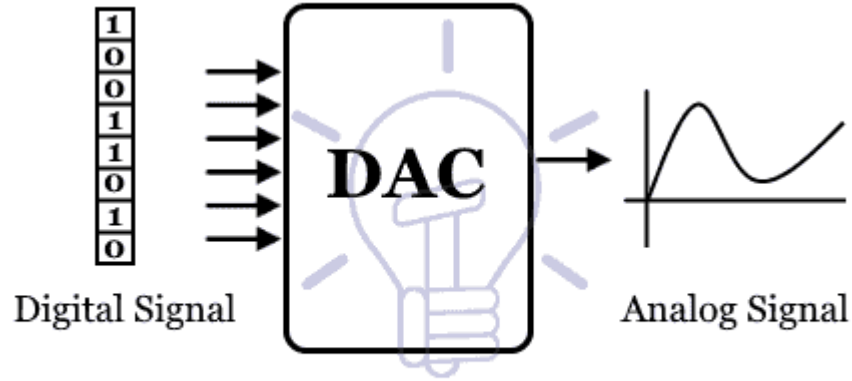
هي أجهزة تحول التيار الكهربائي الى موجات صوتية تتناسب مع شدة التيار



محول من تشابهي الى رقمي (ADC: Analogue-to-Digital Converter)
يقوم بتحويل الإشارة التشابهية الى شكل رقمي من اجل التسجيل



محول من رقمي الى تشابهي (DAC: Digital-to- Analogue Converter)
يقوم بتحويل الإشارة الرقمية الى إشارة تشابهية حتى يستطيع مكبر الصوت إعادة انتاج
الموجات الصوتية



Digital To Analog Converter

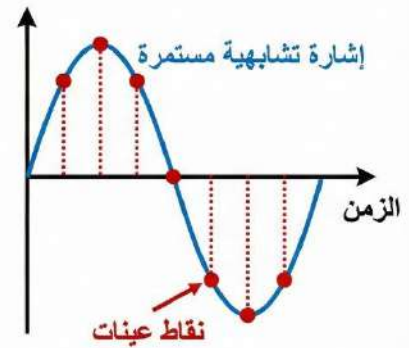
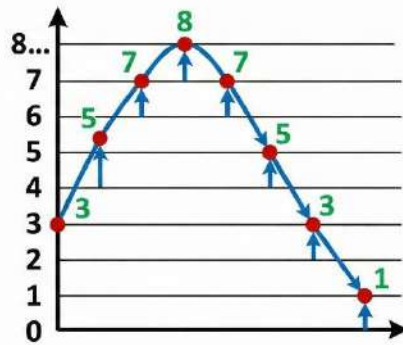
أخذ العينات ومعالجتها

- يتم تحويل الإشارة التشابهية الى شكل رقمي من اجل التسجيل كما يلي
- نأخذ عينات في فترات زمنية منتظمة
 - تقرب كل عينة الى أقرب عدد صحيح
 - تحول الأعداد الصحيحة الى النظام الثنائي

تحويل الإشارة التشابهية إلى رقمية

- ١- أخذ العينات في فترات زمنية منتظمة ← ٢- تقريب كل عينة إلى أقرب عدد صحيح ← ٣- تحويل الأعداد الصحيحة إلى النظام الثنائي

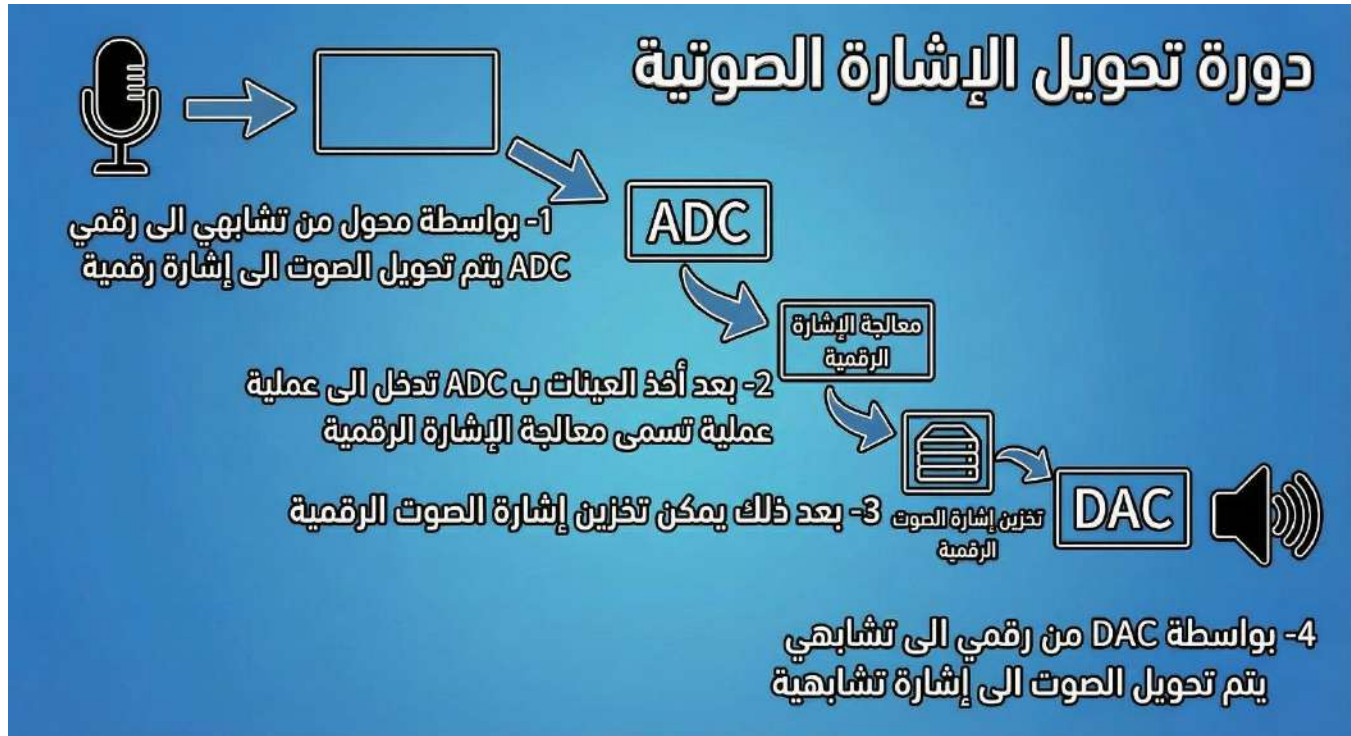
الرميز الثنائي	العدد الصحيح
011	3
101	5
111	7
1000	8
111	7
101	5
011	3
001	1



011 101 111 1000 111 101 011 001
(تسلسل الأرقام الثنائية النهائي)

التحويلات

- 1- بواسطة محول من تشابهي الى رقمي ADC يتم تحويل الصوت الى إشارة رقمية
- 2- بعد أخذ العينات ب ADC تدخل الى عملية تسمى معالجة الإشارة الرقمية
- 3- بعد ذلك يمكن تخزين إشارة الصوت الرقمية
- 4- بواسطة محول من رقمي الى تشابهي DAC يتم تحويل الصوت الى إشارة تشابهية



أنواع الصوت في الوسائط المتعددة

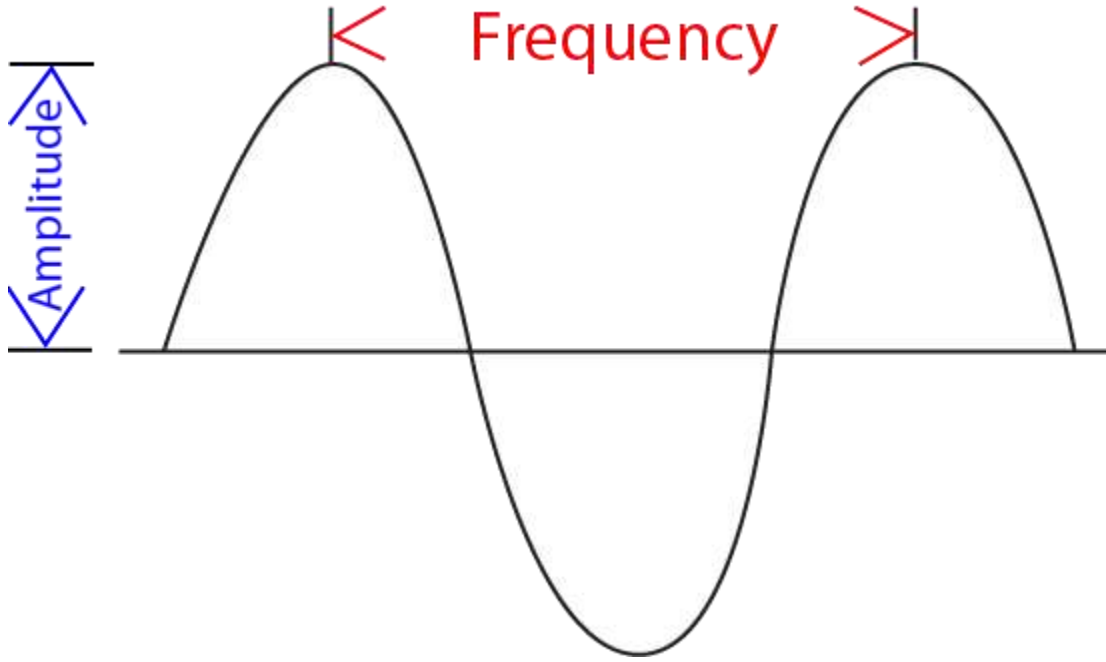
- 1- الموسيقى: تساعد في توضيح النقاط المهمة.
- 2- المؤثرات الصوتية: تشمل الأصوات التي تضيف عمق واقعية للمحتوى، مثل أصوات الرياح أو الأمطار.
- 3- اللغة المنطوقة: وهي الأصوات التي تصدر عن جهاز الكمبيوتر، مثل التعليمات التي تساعد المستخدم في التفاعل مع التطبيق.

الخصائص الأساسية لموجات الصوت

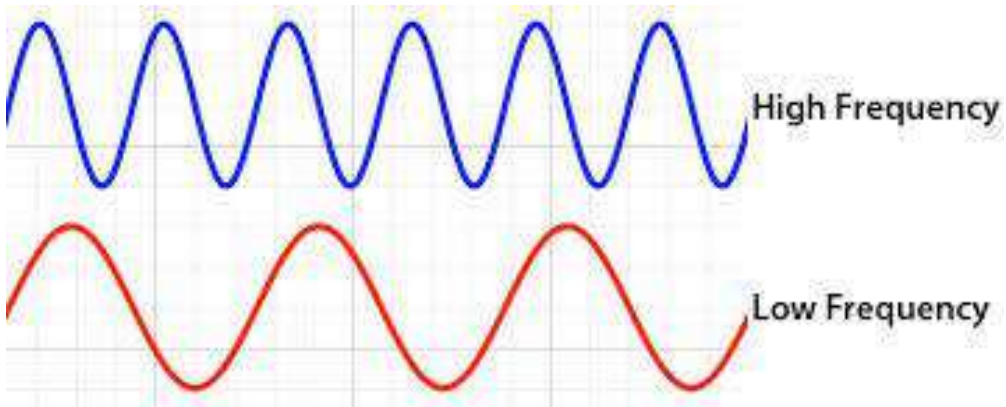
- 1- التردد (Frequency)
- 2- السعة (Amplitude)

التردد (Frequency):

- هو عدد الدورات التي تشكلها الموجة الصوتية في ثانية واحدة
- الدورة الواحدة تقاس من ذروة موجة الى ذروة موجة أخرى
- وحدة قياس التردد هي Hz

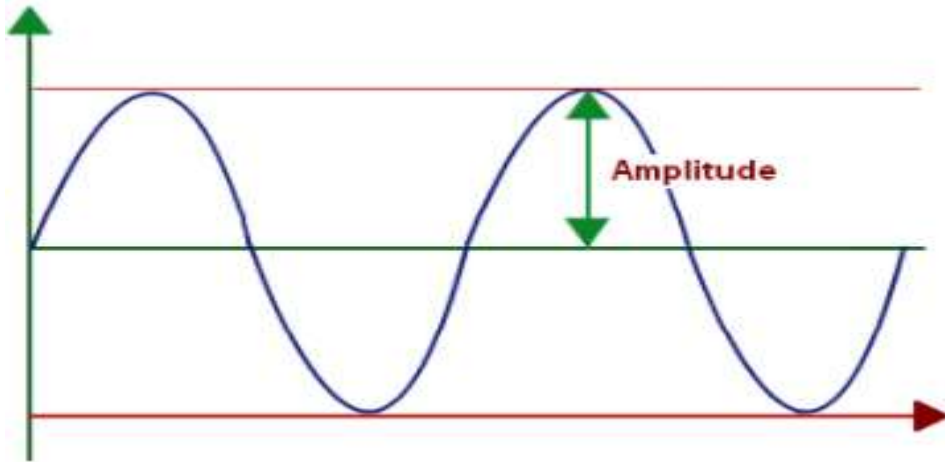


- التردد يؤثر على حدة الصوت، حيث أن الأصوات ذات التردد العالي تُعتبر أكثر حدة، بينما الأصوات ذات التردد المنخفض تُعتبر أعمق.

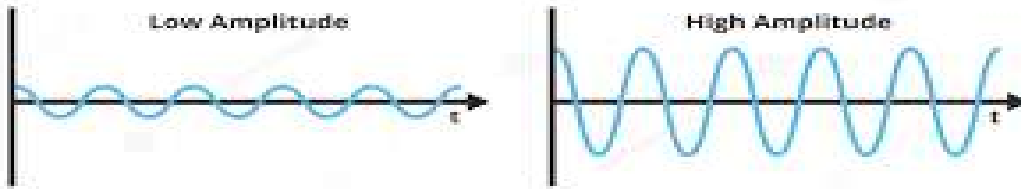


السعة (Amplitude) (ارتفاع الصوت):

- هو أقصى ارتفاع تصله موجة صوتية من موضع التوازن
- كلما كان الصوت أعلى كلما كانت السعة أعلى
- وحدة قياس سعة الصوت هي الديسبل dB
- تعبر السعة عن قوة الصوت، حيث كلما زادت السعة، زادت شدة الصوت.



Amplitude



shutterstock

shutterstock

الديسبل dB (decibel)

هو أخفض صوت يمكن سماعه على التردد 1KHz
والجدول التالي يبين مستويات الديسبل

عتبة السمع	0dB	أي صوت أقل من هذا المستوى يُعتبر غير مسموع.
محادثة طبيعية	60dB	صوت معتدل
عتبة الازعاج	120dB	صوت مؤلم للأذن

العوامل المؤثرة على جودة الصوت الرقمي

1- معدل العينة R : Sample Rate

- هو عدد العينات التي تؤخذ من الصوت في الثانية الواحدة
- كلما كانت **R** أكبر كانت جودة الصوت الرقمي أعلى
- في Audio CD تكون $R=44100 \text{ Hz} = 44.1 \text{ KHz}$
- في تطبيقات الوسائط المتعددة تكون $R=22050 \text{ Hz} = 22.05 \text{ KHz}$
- قد تكون $R=11.025 \text{ KHz}$

2- عمق العينة D : Bit Depth

- هو عدد البتات المخصصة لكل عينة
- يؤثر عمق العينة على نقاء الصوت وعلى حجم ملف الصوت
- كلما كانت **D** أكبر كانت جودة الصوت الرقمي أعلى
- أقل عمق عينة مقبول هو $D=8 \text{ bit}$
- الاختيار الأكثر استخداما لعمق عينة هو $D=16 \text{ bit}$
- $D=8 \text{ bit}$ مستخدم في الانترنت و Animate
- $D=16 \text{ bit}$ في Audio CD
- $D=24 \text{ bit}$ مستخدم في الاستريو وفي أنظمة الصوت القوية

3- قنوات الصوت Ch (Channel)

قناة الصوت هي مسار أو ممر يتم من خلاله نقل إشارة صوتية معينة. يمكن أن تشير القناة إلى الصوت الذي يتم إنتاجه أو استقباله من نقطة معينة.

أنواع قنوات الصوت

- 1- الصوت الأحادي (Mono) يحوي قناة واحدة (وجه صوتية واحدة) يُستخدم هذا النوع في بعض أنظمة الاتصال العامة مثل الهواتف
 - 2- الصوت الاستريو (Stereo) يحوي قناتين (موجتين صوتيتين) واحدة لليسر والأخرى لليمين.
- يُستخدم هذا النوع بشكل شائع في الموسيقى والأفلام

لذلك

Ch=1 for Mono

Ch=2 for Stereo

3- الصوت المحيطي (Surround Sound) يتضمن عدة قنوات (مثل 5.1 أو 7.1)، في نظام 5.1، هناك خمس قنوات صوتية ومضخم صوت واحد. يُستخدم هذا النوع بشكل شائع في الموسيقى والأفلام والالعاب الفيديو

حجم ملف الصوت

حجم ملف الصوت يعطى بالقانون التالي

$$\text{Sound_File_Size} = R * D * Ch * \text{Time} \quad \text{Byte}$$

حيث

R	معدل العينة بـ Hz
D	عمق العينة بـ Byte
Ch	عدد القنوات
Time	الزمن بـ الثانية

مثال:

احسب حجم ملف صوتي بـ MB لتسجيل صوت Stereo حسب الضبط التالي

$$R = 44.1 \text{ KHz}$$

$$D = 16 \text{ bit}$$

$$\text{Time} = 0.5 \text{ minute}$$

الحل

$$R = 44.1 \text{ KHz} = 44100 \text{ Hz}$$

$$D = 16 \text{ bit} = 2 \text{ byte}$$

$$\text{Time} = 0.5 \text{ minute} = 30 \text{ Sec}$$

$$\text{Sound_File_Size} = R * D * Ch * \text{Time} \text{ Byte}$$

$$= 44100 * 2 * 2 * 30 \text{ byte} = 5292000 \text{ bytes}$$

$$= 5167.96875 \text{ KB} = 5.0468 \text{ MB}$$

تسجيل الصوت

قبل تسجيل الصوت يجب تحديد معدل العينة وحجم العينة وعدد القنوات قاعدة عامة: استخدم أعلى معدل عينة ممكن وأعلى حجم عينة ممكن وعدد قنوات أكثر إذا كان الحجم ليس ذو أهمية. اما إذا كان المطلوب الحصول على ملف صوتي صغير الحجم فإننا نختزل معدل العينة ونترك حجم العينة لأن التأثير على نقاء الصوت باختزال معدل العينة أقل ضرراً من اختزال حجم العينة

أنواع الملفات الصوتية

- 1- ملفات غير مضغوطة: مثل WAV و AIFF، تحتفظ بجودة الصوت الأصلية ولكنها كبيرة الحجم.
- 2- ملفات مضغوطة بدون فقدان: مثل FLAC و ALAC، تحتفظ بجودة الصوت الأصلية مع تقليل حجم الملف الى حوالي 50% مقارنة بالملفات غير مضغوطة مثل WAV و AIFF
- 3- ملفات مضغوطة: مثل MP3 و AAC، توفر حجماً أصغر ولكن مع فقدان بعض الجودة.

MIDI

- Musical instrument digital interface
- يعتمد على نوع معين من الموجات مل البيانو
- له سلم موسيقي معين
- يتميز بصغر حجمه
- يتميز بنقاء الصوت
- لا يمكن استخدامه من اجل تسجيل الكلام