الضغط الرقمي في الفيديو - برامج الترميز Codecs

العمل مع برامج الترميز وفهم عمق البت ومعدل البت في الفيديو يتطلب العمل مع الفيديو أثناء عملية ما بعد الأنتاج أو المونتاج (post). وهذا يعني أيضـــا فهم العلاقة بين معدل البت bitrate وال CODEC .

يشير bitrate أو معدل البت إلى مقدار البيانات الرقمية المشفرة لكل وحدة زمنية، ويتم التعبير عنها عادةً بالثواني إلى الدقائق .عند التحضير لتصوير فيديو أثناء الإنتاج، من المهم مراعاة معدل البت لتحديد حجم الملف وجودة الصورة .هذا فيما يتعلق بـ CODEC ، وهو برنامج الضغط / فك الضغط الذي يساعد على تحديد جودة الصور في المحتوى (أي الفيديو).

ســـنناقش هنا برامج الترميز CODECS فيما يتعلق بالفيديو ، نظرًا لوجود أنواع أخرى تســـتخدم لأغراض مختلفة مثل JPEG للصور الثابتة و MP3 للصوت .(غالبًا ما يتم تضمين CODEC كميزة كاميرا . مثال على ذلك H.264 CODEC في كاميرات Canon 5D Mark II و Mark III ،حيث يوجد برنامج الترميز نفســـه داخل شـــريحة للكاميرا firmware chip، ويؤدي وظيفته دون الحاجة إلى تدخل المســـتخدم .يمكن تنفيذ نوع آخر من الترميز باســـتخدام برنامج مثل ProRes من Apple ، حيث يتم استخدامه في المونتاج عادة لتسليم الماستر النهائي (هناك كاميرات أيضا تدعم هذا البرنامج) . تعمل برامج الترميز خلف الكواليس لمعالجة الصورة الملتقطة باستخدام خوارزميات مبرمجة .

ويعد برنامج ترميز H.264 High Profile البرنامج الترميز الأكثر كفاءة وقوة في عائلة H.264 ، وهو البرنامج الأســاســي للبث والتخزين على الأقراص ، خاصـة لفورمات تخزين أقراص HDTV و .Bluray ويمكن لهذا البرنامج أن يحقق نسبة ضغط تبلغ حوالي 2000: 1.

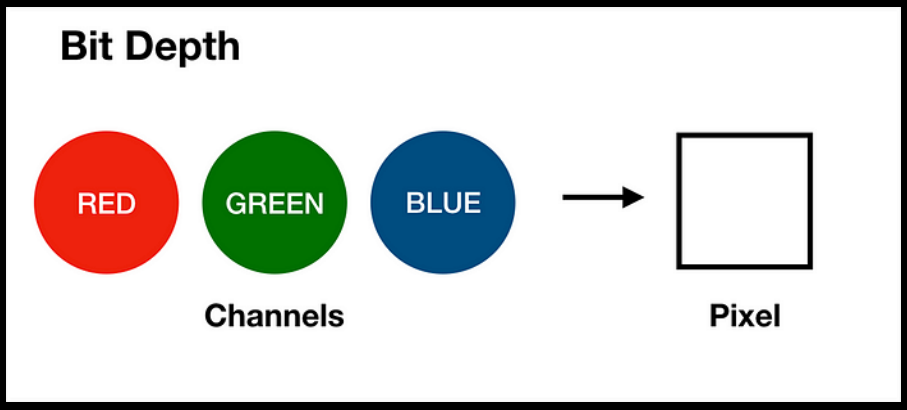
كاميرا تدعم ProRes CODEC من Apple

يساعد برنامج الترميز في تحديد جودة المحتوى الـذي يتم تصـــويره ، لكننـا نحتـاج إلى معرفـة عمق البـت Bit Depth ومعدل البت Bit Rate لفهم حجم الملف بشـــكل أفضـــل لاعتبارات التخزين .ســـنبدأ بوظيفة CODEC ، ثم نتعمق في حـ ساب التخزين المقدر من معدل البت للحـ صول على فكرة أفـ ضل عن جودة صورة المحتوى وحجم الملف.

برنامج الترميز The CODEC

تتمثل الوظيفة الرئيسية لبرنامج الترميز CODEC في تحويل الملف الأصلي للمحتوى إلى صيغة أو (فورمات) بحجم أصغر لتوزيع أو بث المحتوى على الوسائط المختلفة ، هذا لأن الملف الأصلي عادة ما يكون بشكل غير مضغوط ولا يمكن عرضه أو توزيعه بسهولة ، لذلك يضغط برنامج الترميز (CODEC)الملف إلى حجم أصغر . هنا يقوم برنامج الترميز CODEC بضغط المحتوى الرقمي من الم صدر ثم ي سمح للم ستخدمين بفك ضغط المحتوى لعر ضه . يقوم برنامج الترميز أي ضًا بمعالجة معلومات اللون والتفاصيل لتقديم الجودة النهائية التي يراها المستخدمون على شاشاتهم.

عند التقاط صورة، فإن أحد الاعتبارات المهمة هو عمق البت bit depthالذي يمكن لبرنامج الترميز في الكاميرا تحقيقه . يحدد عمق البت Bit Depth مقدار اللون الذي يمكن للكاميرا التعرف عليه وترميزه .يحتوي كل بكسل على 3 قنوات تمثل ألوان RGB وهي : أحمر ، أخضر ، أزرق .(يتم ترميز الألوان لإنشاء بكسل واحد يحتوي على مقدار RGB محدد من كل قناة لتمثيل اللون .اللون هو مجرد مزج قنوات RGB ، ويتم تمثيله على هيئة بيانات أثناء عملية التشفير.



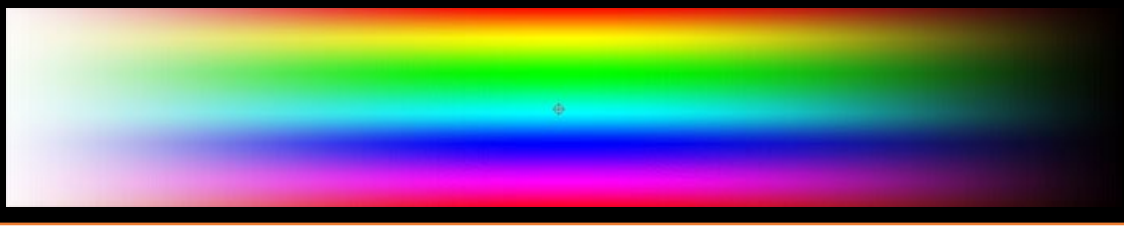
bits 16
65'536 = 16^2

لذلك إذا تم استخدام برنامج ترميز CODEC 12 بت ، فهذا يعني أن كل قناة RGBتحتوي على 12 بتًا من بيانات الألوان بإجمالي 36 بت. يوفر برنامج الترميز 16 بت ما يصل إلى 65536 نطاقًا من الألوان . يوفر برنامج الترميز 12 بت ما يصل إلى 4096 لونًا ، بيما يمكن أن يمثل برنامج ترميز 8 بت أقل 256 لونًا.

bits 12
4'096 = 12^2

bits 8
256 = 8^2

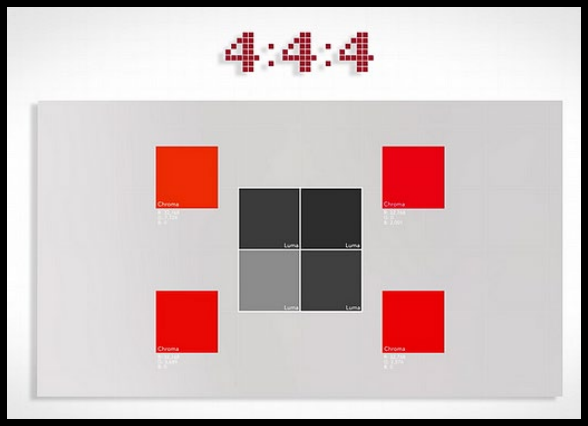
يوصى دائماً باستخدام عمق بت Bit Depth أعلى لأن ذلك يعطي المزيد من الألوان للعمل بها . يمكن أن يؤدي انخفاض عمق البت bit depths إلى ما يسمى النطاقات ، نظرًا لوجود عدد أقل من الألوان المطلوب معالجتها .هذا بسبب عدم وجود نطاق لوني كافٍ لتمثيل الألوان في الصورة . يمكن لعمق البتbit depths الأعلى تمثيل الألوان بشكل أفضل نظرًا لنطاقها الأوسع.



رسم بياني طيفي يوضح النطاق اللوني للألوان. كلما زاد عمق البت bit depths، زادت درجات اللون الممكنة للصورة.

قد يكون من الوا ضح أيـضا أنه من أجل الحـصول على عمق بت أعلى higher bit depth ، ستحتاج إلى م ساحة تخزين أكبر في و سائط التخزين مثل بطاقة (SD لأن كمية البيانات المخزنة ستتطلب أحـ جام ما فات أكبر . الغرض من بر نامج الترميز CODEC هو ضـــغط Compress و فك ضـــغط Decompress أو Code –Decode الصـــور الملتقطة ليتم ترميزها بالفورمات المناســـبة . القاعدة العامة هي أنه كلما قل ا ضغط (غير م ضغوط Uncompressed) ، كانت جودة ا صورة أف ضل وهناك حاجة للمزيد من مســاحة التخزين المطلوبة . والعكس صـحيح بحيث يؤدي المزيد من الضـغط إلى تدهور جودة الصورة ، ولكنه يتطلب مساحة أقل للتخزين.

عـندما يقوم برنامج الترميز CODEC بعمله ، فإنه يستخدم تقنية تسمى Chroma sub–sampling التي تحدثنا عنها سابقا ،بحيث يتم أخذ العينات على مستوى البكسل ، ويشار إليه بـــ x: x: x. إذا كانت العينة الفرعية chroma sub–sampling هي 4: 4: 4 ، فهذا يعني أنه في مجموعة مكونة من 4 بك سل ، يتم الاحتفاظ بجميع المعلومات دون فقد معلومات اللون . هذا أيـ ضا يعني م ساحة أكبر لأن ا ضغط أقل ، لكنه يوفر أف ضل جودة لا صورة . لكن في عينة 2: 2: 4 ، يتم حفظ 2 فقط من معلومات اللون من بين ال 4 بكسل ، وذلك لتوفير مساحة أكبر للتخزين بأفضل جودة ممكنة.



ر سم تو ضيحي 4: 4: 4 لأخذ العينات الفرعية من الكروما chroma sub–sampling – المصدر B&H

ما ناقشـناه حتى الآن يتعامل مع طريقة التقاط الصـور بال Capture CODEC من الكاميرا .بمجرد أن يتم تصـــدير اللقطات الأولية من الكاميرا إلى جهاز كمبيوتر ، فإن المهمة التالية هي برنامج ترميز المونتاج *edit CODEC* ، وهذا هو الترميز المستخدم قبل تسليم الفورمات النهائية .

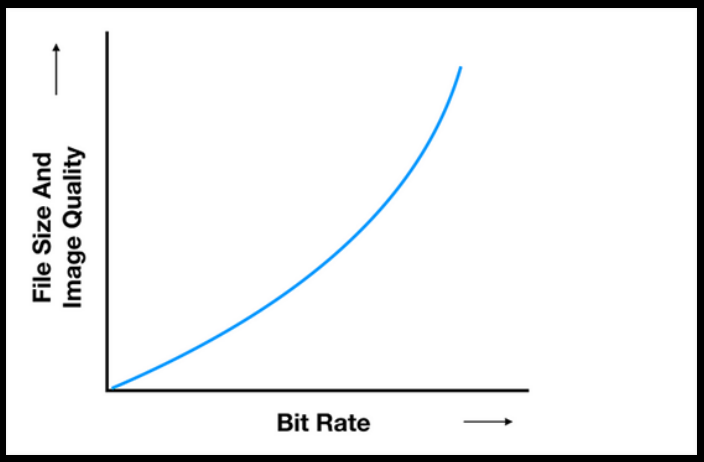
في المونتاج نحن نتعامل مع نوعين من الضغط.

الأول يسـمى *ضـغط* intra frame compression، والذي يقوم بالضـغط داخل كل كادر Frame. يتم ترميز كل كادر frame بدون أخذ الكوادر الأخرى في الاعتبار . النوع الثاني يسمى ضغط inter frame compression (لاحظ الفرق في كتابة الكلمة الأولى) . بينما لا يوجد اعتماد على كادر آخر في النوع الأول intra frame compression، .يتطلـب ضـــغط frame من النوع الثـاني inter frame compression معلومات باستخدام خوارزمية تنبؤية من الكوادر المجاورة حتى تتم معالجتها.

نظرًا لأن intra frame يركز على كادر frame واحد فقط ، فإن العمل به أســـرع بكثير . في المقابل يمكن أن يســـتغرق Inter frame مزيدًا من الوقت والمســـاحة نظرًا لأنه يحتاج إلى جمع البيانات من الكوادر الأخرى قبل إنشـــاء الكادر التالي . الأمر هنا بالطبع متروك للمونتير ونوع البرنامج الذي يستخدمه .تستخدم برامج الترميز في عمليات المونتاج مثل ProRes (الضغط مع فقدان البيانات – Lossy) تقنيات intra frame . لكن عندما يتعلق الأمر بالزمن المستغرق، فإن intra frame ليس فقط أسرع ولكنه أفضل بكثير في أداء الوصول العشوائي الى المواد الذي يوفر أعلى معدل تخزين .

معدل البت The Bit Rate

كما ذكرنا سابقًا، فإن معدل البت bitrate له علاقة بترميز البيانات .كلما ارتفع معدل البت bit rate في الثانية، كلما زادت جودة الفيديو يؤدي هذا أيضًـــا إلى أحجام ملفات أكبر نظرًا لهذه الكمية من البيانات التي يتم ترميزها.



معدل البت يتناســـب طرديا مع حجم الملف وجودة الصـــورة .كلما زاد معدل البت، زاد حجم الملف وزادت جودة الصورة.

نحن نتحدث هنا عن معدل بت bit rate لترميز البيانات للتخزين ، إلا أن هناك أيضًـــا معدل بت لبث streaming البيانات عبر الشبكة . بالنسبة إلى بث streaming المحتوى ، يبلغ متوسط معدل بتات الفيديو 2,5 ميجابت في الثانية للفيدو عالي الوضـــوح HD (720 بكســـل) وما بين 5 إلى 8 ميجابت في الثانية لدقة الفيديو عالي الوضـــوح الكامل Full HD resolution (1080 بكســـل) . للحصـــول على محتوى عالي الدقة بدقة 4K (UHD) ، قد يتطلب ذلك 20 ميجابت في الثانية . لا يهم الحجم بقدر أهمية معدل البت على الشبكة .توفر معدلات البت الأعلى جودة أفضل في حالة محتوى HD و UHD نظرًا لأنه تتم معالجة المزيد من البيانات في الثانية.

في حالة البث Streaming هناك نوعان من معدل البت bit rate يجب معرفتهما عند ترميز ملف فيديو .

- معدل البت الثابت Constant Bit Rate – (CBR) يســـتخدم معدل بت ثابتًا طوال عملية تصـــدير محتوى الفيديو النهائي . ما عليك ســـوى تحديد معدل البت Bit Rate المراد استخدامه في برنامج المونتاج، وسيقوم برنامج الترميز بتنفيذ مقدار الضغط اللازم.

- معدل البت المتغير Variable Bit Rate– (VBR) يستخدم معدلات بت مختلفة خلال إخراج المحتوى . إنه أكثر كفاءة لأن برنامج الترميز يطبق الضغط بناءً على إخراج المحتوى في جزء من الوقت .إذا لم تكن هناك حاجة للضغط على سبيل المثال ، فإن معدل البت يتغير ليتناسب مع المخرجات . كما أنه يخصص مساحة أقل للأجزاء التي لا تتطلب ترميز بيانات (مثل خلفية فارغة في الإطار frame) .ثم يتم حساب معدلات البت المتغيرة لإعطاء متوسط معدل البت.

بين أنواع معدل البت ، يمكن أن يكون معدل البت المتغير VBR أفضل بكثير في توفير مساحة التخزين مقارنة بمعدل البت الثابت CBR لأنه لا يستخدم دائمًا معدل البت المستهدف خلال إخراج أو تصدير الملف .على الرغم من ذلك، من حيث بث المحتوى streaming، قد يكون CBR أكثر فائدة لأنه يمكن أن يستفيد من معدل البتات المستهدف باستمرار .تستفيد CBR من السعة المتاحة على النطاق الترددي bandwidth المحدود للشبكة . باستخدام VBR للبث streaming ، فإنه يميل إلى استخدام معدلات بت أعلى عند معالجة المقاطع المعقدة ، مما قد يمثل تحديًا للقدرة على الشبكات ذات النطاق الترددي الأقل.

يعطي حساب حجم الملف فكرة عن متطلبات التخزين .يمكننا القيام بذلك يدويًا باستخدام صيغة مشتركة تحتوي على ثلاث معلومات رئيسية:

- حجم الملف – يقاس بالبايت (ب) 1 بايت = 8 بت
- معدل البت – يقاس بالبايت في الثانية (Bps) 8 بت / ثانية = 1 بايت / ثانية
- إجمالي الوقت (طول الوقت) – يقاس بالدقائق (دقيقة) من الثواني (ثانية)

لنفترض أن لدينا 3 ساعات (180 دقيقة) من اللقطات التي نحتاج إلى معالجتها .من المفترض أننا سنقوم بتصدير المحتوى بمعدل 45 ميجابت في الثانية .نحتاج أولاً إلى تحويل ميغابت في الثانية إلى ميغابت في الثانية (ميغا بت / ثانية إلى ميغا بايت / ثانية) ، من بت إلى بايت .للقيام بذلك ، يجب أن نقسم 45 ميجابت في الثانية على 8 بتات.

للتحويل من Mbps إلى MBps (لاحظ حرف ال B في كل منهما)

MBps = (45,000,000 bits/sec) / (8 bits/1 Byte)

MBps = 5,625,000 Bytes/sec / (1,000,000 Bytes / 1 MB)

MBps = 5.625 MBps

معدل البت هو 5,625 ميجابايت في الثانية (لاحظ الحرف B الكبير الذي يشير الى الميجابايت في الثانية) ، بعد ذلك نقوم بتحويل الثواني إلى دقائق

Seconds to Minutes

MBpm = (5.625 MB/sec) / (1 min / 60 sec)

MBpm = 337.5 MB/min

أخيرًا ، يمكننا الحصول على التخزين المقدر بضرب معدل البت مع الوقت الإجمالي للقطات .

Total Time = 180 min

Bit Rate = 337.5 MB/min

Storage = 337.5 MB/min x 180 min

Storage = 60,750 MB

ستكون سعة التخزين المطلوبة حوالي 6 غيغابايت .هذا هو مقدار مساحة القرص التي يجب استخدامها لمدة 180 دقيقة من لقطات الفيديو بمعدل بت 45 ميجابت في الثانية.

عندما تعرف حجم الملف المقدر الذي سيتم الحصول عليه من الكاميرا، يمكنك التخطيط للسعة .إذا كان حجم الملف المقدر 6 جيجا بايت ، فيجب أن يكون حجم جهاز التخزين 8 جيجا بايت على الأقل .التخزين الإضافي هو بعض الاحتياطي في حالة الحاجة إلى التقاط المزيد من اللقطات.

المخرجات النهائية (المحتوى النهائي) Final Output

بغض النظر عن التقنية التي تستخدمها، يمكن أن يكون حجم الملف كبيرًا جدًا .الغرض من برامج المونتاج غير الخطية non-linear مثل Adobe Premier و Final Cut Proهو القدرة على العمل مع الملف الأصلي دون تعديل المحتوى الفعلي (الحجم). بدلاً من ذلك ، يمكن للمونتير استخدام نسخة مضغوطة من الملف الأصلي وإنشاء نسخ منه تسمى proxies . ثم يقوم بعمل render أثناء إنشاء نسخة التسليم النهائي (الماستر) . يسمى هذا أيضًا المونتاج غير المدمر non-destructive editing .

الغرض من الضغط (الترميز) CODEC على المحتوى النهائي هو تحسين السرعة أثناء البث على الإنترنت streaming . لن يؤدي الفيديو غير المضغوط إلى استهلاك النطاق الترددي فحسب ، بل قد يكلف مالاً أكثر لكل كمية بيانات يتم بثها للمستخدمين على الهاتف المحمول أو الإنترنت في حال وجود (تنزيلات محدودة للبيانات) .عرض النطاق الترددي Bandwidth محدود أيضًا ولا يمكن للشبكات الحالية دعم مثل هذه الإنتاجية العالية من الفورمات غير المضغوطة .يمكن أن يكون ذلك أيضًا مكلفًا للغاية إذا كان حجم الملف غير المضغوط بالتيرابايت .هذا هو السبب في استخدام تقنيات الضغط لجعل حجم الملف أصغر ، مع عدم فقدان الجودة.

عادة ما يتم استخدام ما يسمى ببرنامج ترميز المنتج النهائي *deliverable CODEC* لتصدير النسخة النهائية من المحتوى . يضمن ذلك تشغيل المحتوى بسلاسة وعرض الكوادر Frames بشكل صحيح . الدقة ومعدل الكوادر resolution and frame rate عبارة عن إعدادات تستند إلى مواصفات الكاميرا المستخدمة ، ولا يمكن تعديلها لتحسين الجودة . فإذا التقطت الكاميرا الفيديو بدقة 1080 بكسل ، فهذا يعتبر جيداً . بالطبع يمكنك رفع هذا المستوى عند تصدير النسخة النهائية ، لكن ذلك لن يزيد من جودة الصورة .

إذا تم تحميل المحتوى على منصات مثل Vimeo أو YouTube ، فمن الأفضل ضغطه بأعلى معدل بت ممكن highest bit rate . هذا لأن منصات بث الفيديو streaming ستضغط المحتوى بشكل أكبر وهذا يمكن أن يؤدي إلى فقدان الجودة .لهذا ومن أجل الحفاظ على أكبر قدر ممكن من الجودة ، استخدم معدل بت أعلى عند التصدير .-وبالمناسبة فإن المنصات الجيدة تستخدم برنامج الترميز المسمى H.264

ملخص

عند تصوير محتوى عالي الجودة ، فإن الكاميرا غير الاحترافية ليست مثالية لإنتاج المحتوى المطلوب، لذلك يفضل استخدام كاميرات عالية الجودة أو كاميرات الفيديو عالية الدقة HD . طبعا هذه الكاميرات لا تستخدم وسائط التخزين العادية ، ولكنها تستخدم بطاقات أسرع مثل CompactFlash وهذه ليست سريعة ومتينة فحسب ، بل تتمتع أيضًا بقدرات لدعم أحجام الملفات الكبيرة .

سيساعد استخدام برنامج الترميز CODEC في تحديد الجودة الشاملة لمتطلبات التخزين والمحتوى .معدل البت bit rate أيضا مؤشر مهم ، فمنه يمكننا تحديد حجم ملف المحتويات المصدرة .سيكون للمحتوى عالي الجودة أحجام ملفات أكبر وضغط أفضل compression بواسطة CODEC . وهذا يعني أن المحتوى الأصغر حجمًا قد تعرض إلى المزيد من الضغط الذي يضر بالجودة.

يعد برنامج الترميز CODEC ضروريًا لتحسين التخزين وتحسين سرعة البث streaming speed وكذلك ترميز التفاصيل في عمق البت bit depth (معلومات الألوان) .هناك أنواع مختلفة من برامج الترميز المستخدمة في العمل الرقمي ولكنها تؤدي جميعها وظيفة أساسية تتمثل في ضغط بيانات المحتوى وفك تشفيرها .بدون برنامج الترميز ، سيستغرق بث streaming المحتوى وقتًا أطول وربما لن يصبح مجديًا تجاريًا كخدمة.