تسجيل الصورة المتحركة بتنسيقات مختلفة للحصول على أفضل جودة ممكنة تزامنا مع اقل مساحة تخزين

Record motion picture in different formats to get the best possible quality conciding with less storage space

د / محمود صالح احمد

مدرس بقسم الفوتوغرافيا والسينما والتليفزيون، المعهد العالي للفنون التطبيقية، اكاديمية القاهرة الجديدة،
dr.mahmoudsaleh.eg@gmail.com

ملخص البحث Abstract:

عند التصوير رقميًا، فإن أحد أهم القرارات الأساسية التي يحتاجها مدير التصوير هو تحديد صيغة التسجيل سواء بتنسيق خام مثل RED raw أو ARRI Raw أو CinemaDNG أواي تنسيق اخر مضغوطً مثل QuickTimeأو MXF حيث تتمتع معظم الكاميرات السينما الرقمية بالقدرة على القيام بالأمرين، ويتم حاليا تصنيع كاميرات أصغر حجمًا لتسجيل بيانات الفيديو الخام أيضًا، مثل تلك التي تم تصنيعها بواسطة Blackmagicو Canonو Nikonو Sony . يعتبر من اهم عناصر الإنتاج الخاصة بالصورة هي الجودة وإذا ما كان مدير التصوير يستخدم كاميرا رقمية تسجل بصيغة RAW يجب ان يعرف انه ليس هناك شكل Formatواحد ومحدد للبيانات الخام بل يختلف شكل وامتداد الملف المنتج بواسطة الكاميرا بحسب شركة التصنيع وموديل الكاميرا ويجب ان يستشير مدير التصوير القائمون على عمليات ما بعد الإنتاج لمعرفة مسار العمل work Flow الكامل للكاميرا التي يستخدمها. ان تسجل تنسيق الكاميرا RAWالأولية يتم فيها تسجيل بيانات الضوء مباشرة من المستشعر إلى ملف خاص وقد يستخدم البعض طرق الضغط المختلفة لجعل هذه الملفات الضخمة أكثر قابلية للتحرير في مرحلة ما بعد التصوير وقد لا يفعل الآخرون. و تتمثل ميزة الوسائط في تنسيق RAW الخام في أنه يسجل كل شيء يراه مستشعر الكاميرا، حيث يوفر تفاصيل أكثر للون مع أكبر قدر من بيانات الصورة للعمل معها في مرحلة ما بعد الإنتاج وعادةً ما يؤثر ذلك على إعدادات ISO أو فتحة العدسة التي نقوم باستخدامها وكيفية مراقبة تلك الصورة وكيفية تسجيل البيانات الوصفية الافتراضية للكاميرا التي تتم كتابتها في كل ملف خام ولكن تظل الحقيقة أنه يمكنك تغيير هذه البيانات الوصفية عندما تبدأ في تحرير المقاطع الأولية و تتمثل إحدى الميزات الرئيسية في تنسيقات الوسائط الأولية المضغوطة صغر حجم الملف، مما يسهل مساحة التخزين ومتطلبات النطاق الترددي اللازمة للعمل في مشروع. ومع ذلك، فإن التنسيقات الأولية RAWلها عيوب حيث يكون من الصعب أو المستحيل تعديلها مباشرةً، مما يستلزم التحويل إلى تنسيق مختلف في خطوة ثانية وربما إعادة التعديل لاحقًا عندما يحين وقت التحرير، مما يضيف الوقت والتعقيد إلى عملية ما بعد الإنتاج وعلاوة على ذلك ينتج عن التسجيل بتنسيقات أولية كميات كبيرة من البيانات التي تحتاج إلى تخزين ونسخ احتياطي وهي تتطلب قدرًا معينًا من معرفة ما بعد الإنتاج لدمجها بسلاسة في سير عمل معين ولهذا توفر الكاميرات عادةً خيار التسجيل بتنسيقات أخرى وقامت الشركات بمحاولات عديدة للحصول علي تسجيل بصيغة RAW باقل مساحة ممكنة

كلمات دالة Keywords:

RAW,
log, Gamma,
Codecs ,
Tico raw

Paper received 10th August 2022, Accepted 15th October 2022, Published 1st of November 2022

المقدمة Introduction

تقوم الشركات بإنتاج الكاميرات ذات شريحة حساسة واحدة وتحاول توظيف التكنولوجيا الحديثة للحصول علي مظهر وجودة تقترب من الفيلم السينمائي ومنها تطوير التنسيقات المختلفة بالتسجيل وبالرغم ان ملفات RAW تتميز بالجودة العالية الا انه يعاب عليها المساحة العالية مما ينتج عنها مشكلات في التخزين وكذلك المعالجة مما يجعل المصورين يتجهون الي التصوير بصيغ ال log المختلفة وحديثا ظهرت صيغ جديدة تجمع بين مميزات ال Rawو التقليل من مساحة التخزين مثل Pro Res RAW وTico RAW وللأسف لا توجد معلومات كثيرة حول افضلية استخدام تلك الأنظمة من عدمها وهل هي تحتفظ بالمعلومات دون فقد في مقابل مساحة صغيرة تسهل التسجيل والمعالجة؟

أهداف البحث Objectives

يهدف البحث الي تقديم دراسة علمية وافية حول أساليب ضغط الصورة وكيفية الحصول على أفضل النتائج من خلال دراسة الأساليب الحديثة التي تجمع بين مميزات تنسيقات ال Rawو log للصورة المتحركة

فروض البحث Hypothesis

- ماهي الصيغ الجديدة الخاصة بتنسيق RAWوماهي الفروق بينها؟
- ما الفرق بين تنسيق logوتنسيق Raw وكيف تتميز كل صيغة عن الأخرى؟
- إذا تمت دراسة التطورات الحديثة لتسجيل التنسيقات المختلفة وتطورها نستطيع ان نحكم على افضلية استخدام أي منها للحصول على أفضل جودة ممكنة بالإضافة الي سرعة نقل المعلومات وسهولة التحرير واضفاء مظهر سينمائي للصورة الرقمية المتحركة

منهج البحث Research Methodology

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي لدراسة المميزات الخاصة بكلا من تنسيقات Rawوlog وتحديد دور كلا منهما في عملية التصوير وتأثيرهما علي جودة الصورة المتحركة ودراسة وتحليل نتائج الاستبيان

حدود البحث Delimitations

حدود موضوعية: تنسيقات تسجيل الصورة في الفيديو والسينما بالكاميرات DSLRوالكاميرات mirrorless ذات المستشعر الواحد

حدود مكانية: جمهورية مصر العربية

حدود زمانية: ٢٠٢٢

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الاطار النظري Theoretical Framework

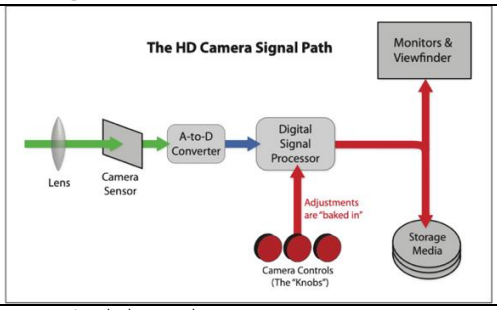
مسار الإشارة الرقمية :

تنقل العدسة صورة المشهد الي المستشعر الذي يتفاعل مع الضوء عن طريق إنتاج اختلافات في الجهد تتناسب مع مستويات الاضاءة الموجودة في المشهد وتسجيل الاختلافات في الجهد تناظريا، لذا فإن العملية الأولى التي يجب أن تحدث هي تحويل هذه الإشارة إلى رقمية بحيث يتم ذلك عن طريق المحول التناظري إلى الرقمي (ADC) أو المحول A-to-D.

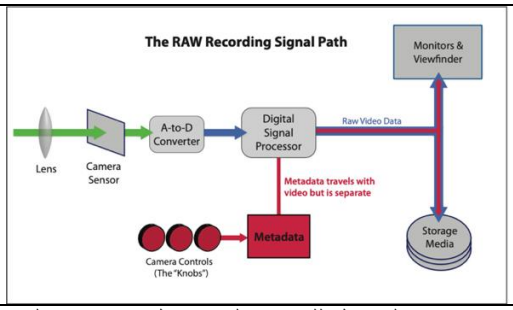
معالج الإشارة الرقمية :

تنتقل البيانات من ADC إلى معالج الإشارة الرقمية (DSP) في الكاميرا بعد أن أصبحت صورة الفيديو عبارة عن مجموعة من قيم الشفرة الرقمية (بتات) بدلاً من إشارة إلكترونية تمثيلية بفضل ADC، يطبق DSP خوارزميات مختلفة تعمل على ضبط الإشارة لاستخدامها مرة أخرى وكذلك تطبيق أي تعديلات التي قد نريدها. مثل توازن اللون، وجاما، وتعديل اللون، والكسب وما إلى ذلك، والتي يمكن التحكم فيها عن طريق المفاتيح / الأزرار الموجودة بالكاميرا أو، بشكل اخر من خلال تحديدات القائمة في عناصر تحكم الكاميرا.

يقوم DSP بعمليتين مختلفتين، وقد تشمل بعض هذه العمليات تحويل مصفوفة تصحيح اللون، وتصويب جاما، والتحويل الخطي إلى اللوغاريتم وتسجل معظم الكاميرات التي تلتقط تنسيق RAW الصورة بدون أي من هذه التعديلات مثل توازن اللون والتغييرات في التباين وما إلى ذلك ويتم تسجيل هذه التعديلات بشكل منفصل كبيانات وصفية



شكل (١) يتضمن مسار إشارة كاميرا الفيديو التقليدية عناصر التحكم في الكاميرا للصورة والتي تُجري لها تعديلات يتم إدخالها بعد ذلك على الصورة أثناء تسجيلها.



شكل (٢) مسار التسجيل للكاميرا التي تسجل RAW - التعديلات التي يتم إجراؤها على الصورة لا يتم تخزينها، ولكن يتم تسجيلها كبيانات وصفية بجانب الصورة.

نظام الرؤية

تنقسم الإشارة القادمة منDSP الي قسمين حيث يتم إرسال الإشارة إلى قسم التسجيل بالكاميرا وإلى شاشات الرؤية وفي كثير من الحالات لا يكون الصورة على شاشة الرؤية هو نفسه الذي يتم تسجيله وقد تكون المخرجات مختلفة على الكاميرا بتنسيقات مختلفة حيث انه لا يمكن لبعض محددات المنظر في الكاميرا عرض فيديو عالي الدقة، لذلك يتم إرسال صورة ذات دقة أقل الي أجهزة العرض والشاشات وقد يكون خرج الشاشة من الكاميرا SDI أو HDMI أو component videoحيث تحتوي الكاميرات الاحترافية المتطورة بشكل عام على مجموعة متنوعة من المخرجات لأغراض مختلفة ففي حالة الكاميرا Red cameraعلى سبيل المثال، يحول مسار المراقبة بيانات مستشعر 16 RAW بت إلى فيديو 10 بت 1080 RGB 4: 2: 2 حيث يتم تعديل كلا من ISO، أو موازنة اللون الأبيض، أو عمليات ضبط مساحة اللون الأخرى وتوفر صورة للشاشة ومعين المنظرو تقدم أنواع أخرى من الكاميرات إشارات مراقبة مختلفة ولكن بعد عمل تقليل لجودة الصورة down conversion وقد تحتوي بعض الكاميرات على نظام عرض بصري تقليدي مثل كاميرات الأفلام.(٢)

تعريف RAW

ما هو التعريف الدقيق لـRAW ؟ أن كلمة" خام "تعني أنه يتم الاحتفاظ بقيم RGB الفعلية التي تم تصويرها حيث لا يتم تحويلها إلى وحدات بكسل، أو طريقة باير أو غيرها في تسجيل اللون وهو ما سيحدث إذا قمت بتخزينها بصيغة مثل ProRes وحيث ان ال log لا يتعامل مع معلومات الصور مثل RAW حيث ان معلومات النصوع Luminance يتم الاحتفاظ بها كاملة ويتم ضغط باقي المعلومات بشكل lossless وهذا ما يميز طريقة عمل ال log وهذا الذي يجعلنا نطلق علي الصور التي تم التقاطها بصيغة RAWهي انها تحتفظ بجميع معلومات اللون غير مفقودة او بمعني اخر non de-Bayered بعكس التسجيل بطريقة log

هناك أنواع عديدة من ملفات RAW - تستخدم شركات الكاميرات المختلفة تنويعات في التعامل مع ملفات RAW حيث يجب تفسير ملفات RAW ومعالجتها قبل تحريرها أو عرضها ويعتمد البرنامج المستخدم للقيام بذلك على الكاميرا التي تم التقاطها بها بحيث تحول صور RAW إلى صور ذات صيغ JPEG أو TIFF أو DPX أو DNxHD أو ProRes أو أنواع أخرى من ملفات الصور.

مشكلات RAW

تتمثل إحدى مشكلات RAW في أن كل شركة لها نسختها الخاصة منه ولا يوجد أي توحيد لتلك النسخ وتحاول Adobe اقتراح ضرورة تكاتف الصناعة للاتفاق على معايير مشتركة بحيث يكون هناك تنسيق ملف شائع لتخزين معلومات RAW الخاصة بها بطريقة لا تتطلب تطبيقات أو مكونات إضافية خاصة

حيث تسمي شركة Red نسختها (RAW. r3d) ، وتطلق Arri على نسختها (RAW Arri) ، وتستخدم Adobe Cinema DNG ، و يعتمد DNG على تنسيق TIFF وهو صورة عالية الجودة مع ضغط ضئيل أو بدون ضغط وهو يعيق التوحيد القياسي وفي الحقيقة أن الشركات تريد الاحتفاظ بسرية معلوماتها الخاصة وعدم نشر الأعمال الداخلية لتنسيقات RAW الخاصة بها حيث تقوم علي سبيل المثال بعض كاميرات Sony بتصوير 16 بت RAW وهو جزء مما يسمونه تسجيل SR Master على الرغم من اختلاف التنسيقات من شركة إلى أخرى إلا أن هناك بعض القواسم المشتركة بناءً على معيار (ISO) International Standards Organization والذي يتضمن:

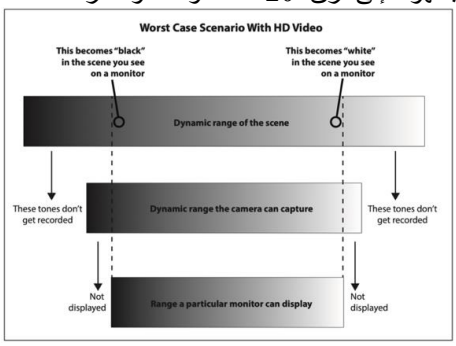
- ملف رئيسي مع معرف لذلك الملف، وكيفية ترتيب البايت وغيرها من البيانات.
- بيانات تعريف الصورة المطلوبة Image metadata
- صورة مصغرة بتنسيق JPGE
- Time code, keycode

ولابد ان يأخذ في عين الاعتبار انه عادة لا يتم تصوير جميع مقاطع الفيديو الاحترافية بتنسيق RAWفي جميع التطبيقات حيث لايزال الكثير يفضل التصوير بتكويد او تنسيق ال log (١)

المدي الديناميكي

مقدار التباين الموجود في مستويات الإنارة للمشهد ومدى دقة وقدرة نظام التصوير على إعادة إنتاج تلك المستويات ان أي مشهد ننظر إليه له نطاق سطوع محدد والذي ينتج عن الجمع بين مقدار الضوء

الساقط على المشهد ومدى انعكاس الأشياء أيضًا و بعض الأشياء في المشهد لا تعكس الضوء بقدر ما تولد الضوء الخاص بها كالمصابيح، والنار، والنوافذ ، والسماء ، وما إلى ذلك و يمكن أن يكون الفرق بين اكثر المناطق اظلام في المشهد وأكثره سطوعا جزء هائلًا ، خاصة في المشاهد الخارجية بحيث يمكن أن يصل الاختلاف بسهولة إلى فرق 20 نقطة توقف أو أكثر

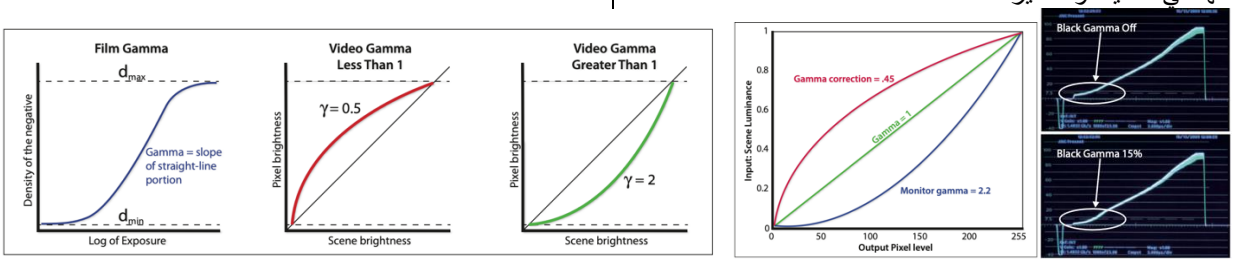


شكل (٣) يوضح الفرق في تسجيل وعرض الدرجات الضوئية بين المشهد في الحقيقة والكاميرا

ان عشرون نقطة توقف هو نسبة 1،000،000: 1 وكما هو الحال مع الكاميرات الرقمية حيث لها نطاقات ديناميكية محدودة وتحاول الكاميرات الجديدة ان تسد هذه الفجوة ومع ذلك، لا يمكن للكاميرا سوى التقاط جزء محدود من نطاق السطوع (٢)

جاما الفيلم وجاما الفيديو

ما هي جاما؟ إنه مفهوم مهم في كل من الفيلم والفيديو وشيء نتعامل معه كثيرًا في الكاميرا و في المونتاج او التحرير و يعتقد بعض الناس أن جاما تعني فقط التباين وليس أكثر من ذلك، لكن هذا ليس صحيحًا فمن المؤكد أن تغيير جاما يؤثر على تباين الصورة، ولكن هناك عناصر اخري تتأثر أولاً نحتاج إلي إلقاء نظرة سريعة على جاما في الفيلم حيث ان الأمر مختلف قليلاً. في الفيلم حيث ان جاما هي منحدر الجزء الأوسط (الخط المستقيم) من المنحنى ومن الواضح أن الخط الأكثر انحدارًا هو أكثر تباينًا - تتغير قيمة Y (سطوع الصورة) بسرعة أكبر لكل وحدة تغيير في قيمة X (سطوع المشهد). يعني المنحدر الأقل حدة أن سطوع البيكسل يتغير بمعدل أبطأ من سطوع الصورة، مما ينتج عنه درجات ألوان متوسطة مع تباين أقل(٣).



شكل (٤) يوضح الفرق في شكل مخطط جاما بين الخاص بالفيلم والفيديو

جاما في إشارة الفيديو تختلف عن فيلم جاما في الكاميرات عالية الدقة وتعد Gamma في الكاميرات الرقمية لها تعديلًا رئيسيًا متاحًا للمشغل في الكاميرات عالية الحدة ويتم ضبط جاما مسبقًا ويمكن تعديلها لأعلى أو لأسفل، اعتمادًا على الصورة المطلوبة، فإن رفع جاما يعطي صورة متباينة بشكل عام، في حين أن خفض جاما يمنحك صورة تباين أقل (٤)

جدول (1) تسجيل مستشعر 14 واستجابته لتسجيل الدرجات الضوئية

Value	Code Range	Total # Values
Max White	16,384	
One Stop Down	8,192–16,383	**8,191**
Two Stops Down	4,096-8,191	**4,095**
Three Stops Down	2,048–4,095	**2,047**
Four Stops Down	1,024–2,047	**1023**
Five Stops Down	512–1,023	**511**
Six Stops Down	256–511	**255**
Seven Stops Down	128–255	**127**
Eight Stops Down	64–127	**63**
Nine Stops Down	32–63	**31**
Ten Stops Down	16–31	**15**
Eleven Stops Down	9–15	**6**
Twelve Stops Down	5–8	**3**
Thirteen Stops Down	3–4	**1**
Fourteen Stops Down	1–2	**1**

واستنادًا إلى مستشعر 14 بت يوضح الجدول التالي أن المحطات القليلة الأولى اقل من الحد الأقصى لتسجيل الضوء الأبيض في معظم قيم الكود المتاحة، بينما يحتوي الجزء الأغمق من الصورة على عدد قليل جدًا من قيم الكود بحيث لا يمكنهم تصوير التفاصيل الدقيقة وأظهرت التجارب أن هناك حاجة إلى حوالي 60 إلى 70 قيمة لكل وقفة من أجل التمثيل الصحيح للصورة وهذا ناتج من المستشعر (٢)

جاما في ملفات ال RAW

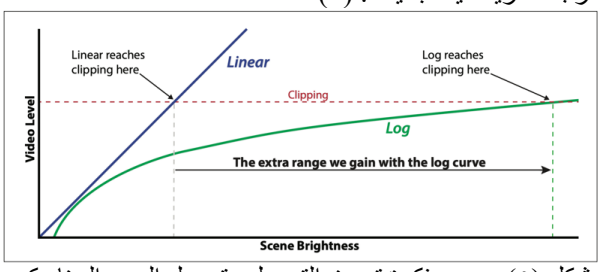
عند تصوير RAW، تكون جاما مجرد بيانات وصفية حتى تقوم بتحريرها مثال كيفية تعامل RED Camera مع هذا يقدم مساحات الألوان الخاص بهم حيث توجد عدة اختيارات: Red- Gamma2 وRedGamma3 وRed Gamma 4 وإصدار السجل: Red log film هذه هي ملفات تعريف مظهر مختلفة للعرض على المجموعة وللتقارب حيث يتم استيراد ملفات RAW إلى برامج التحرير أو الألوان.

الضغط والترميز Compression and codecs

يشير مصطلح الترميز إلى ضغط - فك - ضغط أو مفكك تشفيركما هو الحال مع الكاميرات عالية الدقة وأنظمة التحرير والأجهزة الأخرى، فهي دائمًا في حالة تغير مستمر حيث تعمل التقنيات الجديدة والأدوات والبرامج على تحسين أدائها ومن الممكن بشكل عام تحويل أي برنامج ترميز معين إلى برنامج ترميز آخر (تحويل الترميز) ولكن هناك دائمًا فقدان في الجودة.

ترميز السجل Log Encoding

ترميز السجل **Log Encoding هو** مشابه من حيث المفهوم لـ gamma من حيث أنه يقلل من ميل منحنى الاستجابة لتوسيع النطاق الديناميكي لتمديد قيم السطوع التي يمكن التقاطها وتسجيلها دون قص، فإنه يستخدم منحنى لوغاريتمي كما في (الشكل التالي) لتقليل التباعد بين القيم، كما نرى هنا على طول المحور Y الرأسي - يتم ضغط كل نقطة توقف في مساحة متساوية بشكل ملموس مع نفس مساحة التخزين تقريبًا حيث يتم حل الكثير من المشاكل بهذه الترجمة الرياضية البسيطة. (٢)



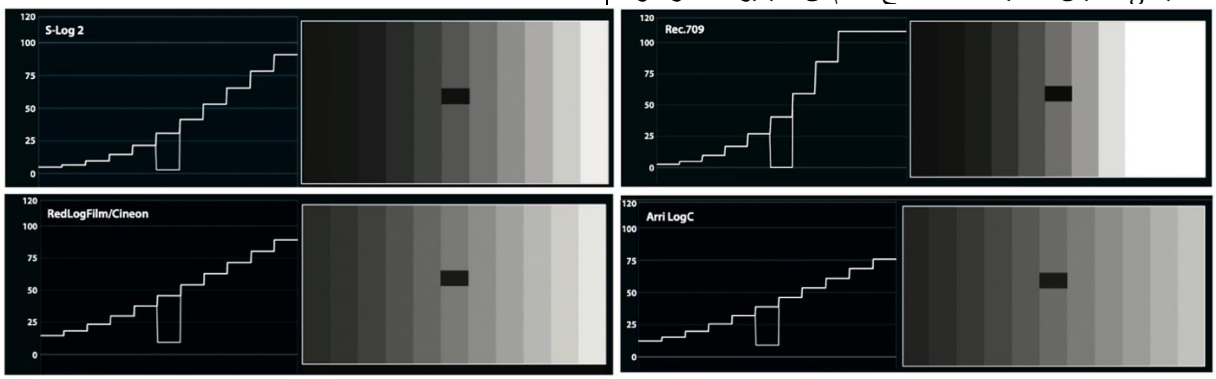
شكل (٥) يوضح فكرة ترميز التسجيل وتسجيل المدي الديناميكي بالكاميرات الرقمية

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الترميز والملفات الخام Log and Raw

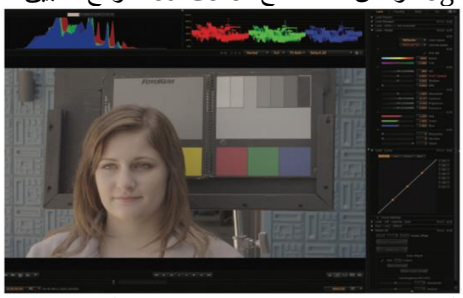
Log و RAW شيئان مختلفان ومع ذلك ، فإن العديد من الكاميرات التي تقوم بتصوير RAW تسجل بالفعل البيانات بشكل مشفر في صيغة لوغاريتمية حيث تنتج المستشعرات بيانات أكثر (عمق بت أعلى) مما هو ممكن للتسجيل باستخدام التكنولوجيا الحالية ولذلك فان تسجيل log ليس تسجيل RAW مع العلم ان الفيديو المشفر هو خاص بالتسجيل و التخزين فقط ، وليس من المفترض أن يتم عرضه

وفيما يلي يوضح الفرق في تسجيل الدرجات الرمادية بين مجموعة من الكاميرات في تنسيقات ال log (١)

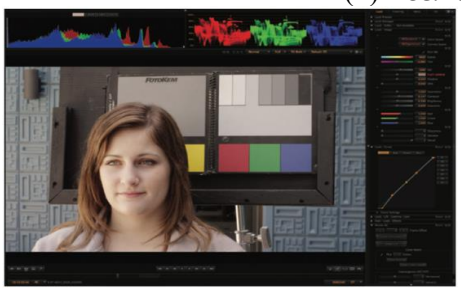


شكل (٦) الفرق في تسجيل الدرجات الرمادية بين مجموعة من الكاميرات في تنسيقات ال log

وفيما يلي مقارنة بالصور بين لقطة تم تصويرها بترميز Red Log Filmونفس اللقطة مع Red Color ومع تطبيق Red- Gamma3 LUT. يتوافق جدول البحث LUT هذا مع Rec.709 (٢)



شكل (٧) لقطة تم تصويرها بكاميرا RED من خلال مساحة تسجيل ترميز Red Log Film. الصورة منخفضة التأبين حسب التصميم. لاحظ الأشكال الموجية في المركز العلوي: لا شيء يصل إلى 0٪ في الأسفل أو 100٪ في الأعلى؛ حتى أنهم لا يقتربون. يظهر هذا أيضًا في الرسم البياني في أعلى اليسار. كما هو موضح هنا، فإن صورة السجل ليست قابلة للعرض حقًا طالما أنها لا تمثل تمثيلًا دقيقًا للمشهد - وليس المقصود منها أن تكون كذلك



شكل (٨) نفس اللقطة مع Red Color ومع تطبيق Red- Gamma3 LUT. يتوافق جدول البحث LUT هذا مع Rec.709، مما يعني أنه مصمم ليبدو جيدًا على شاشة Rec.709. لاحظ بشكل خاص الاختلاف في أشكال موجة العرض. هذه مشكلة لأنها تعني أن صورة السجل ليست فقط باهتة ومنخفضة التباين ولكن أيضًا مراقب شكل الموجة والنطاق المتجه لم يعدا متشابهين فيما يتعلق بقيم المشهد الفعلية

تنسيق PRORES

هناك خمسة أنواع من برامج ترميز ProRes من Apple كما هو موضح في المستند التقني الخاص ب Apple ProRes:

- **ProRes 4444**

جودة عالية RGB 4: 4: 4أو 4: 4: 4 مساحة ألوان YCbCr حتى مع عمق 12 بت بكسل، فإنه يوفر معدل بيانات منخفضًا بشكل معقول مقارنةً بـ 4: 4: 4 HD غير المضغوط. ذو "4" لقناة ألفا (بيانات الشفافية). نظرًا لدقة اللون العالية جدًا، غالبًا ما يتم استخدامه في عمليات التعديل اللوني color grading

- **ProRes 422HQ**

تنسيق مضغوط مع فقد قليل للبيانات 4: 2: 2 مصادر فيديو بعمق 10 بت بكسل. غالبًا ما يتم استخدامه كبرنامج ترميز وسيط لتدفقات العمل الفعالة حيث يظل بدون فقدان بصريًا من خلال عدة عمليات من التشفير وفك التشفير.

- **ProRes 422**

يعطي نتائج تشبه ProRes 422HQولكن بمعدل بيانات أقل بكثير وهو يدعم 10 بت 4: 2: 2 ولكنه قد يكون أكثر ملاءمة للتحرير.

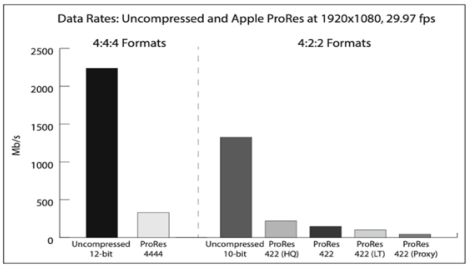
- **ProRes 422 (LT)**

يدعم معدل بيانات ١٠ بت مع 442 ومعدل بيانات أقل: 100 ميجابت في الثانية أو أقل، حسب الفيديو المستخدم

- **ProRes 422 (proxy)**

يتم فقد لمعدل البيانات كبير أقل من 36 ميجابت / ثانية ولكن لا يزال بمعدل 10 بت 4: 2: 2، على الرغم من أن الاسم يوضح أنه تنسيق يشبه مسودة أو منخفض الدقة للاستخدامات مثل التحرير مع أجهزة الكمبيوتر الاقل قوة مثل أجهزة الكمبيوتر المحمولة حيث يكون تخزين البيانات محدودًا للغاية وبالرغم من ذلك، فإنه لا يزال يدعم أحجام الإطارات الأصلية الكاملة 1920 X1080و 1280X720

على الرغم من أن ProRes هو اسميًا برنامج ترميز معدل بت متغير، فإن معدل البيانات الفعلي لا يتغير كثيرًا بشكل عام ولا يضيف وحدات بت إلى أي إطار ما لم يستفيد بصريًا من البيانات الإضافية وتشير Apple إلى أنه على الرغم من أن الرياضيات الخاصة ببرنامجها للترميز قد تبدو جيدة على الورق ولكن الهدف الحقيقي من برامج الترميز هو الحفاظ على الدقة المرئية للقطات الأصلية والحفاظ على الجودة القصوى للصورة وفي النهاية، الأمر متروك للمستخدم لتقييم مدى جودة عمل برنامج الترميز طوال سير العمل.



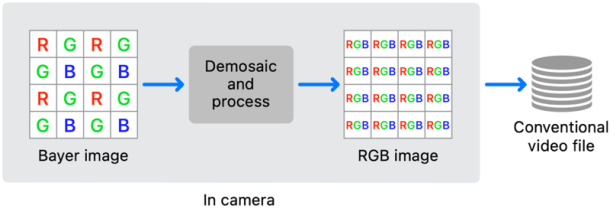
شكل (٩) توضح الفرق في سرعة معدل نقل البيانات في مقابل أنظمة الضغط المختلفة لأنظمة شركة apple

تنسيق ProRes RAW

في عام 2007 طرحت شركة Apple عائلة ترميز Apple ProRes، حيث وفرت مزيجًا لا مثيل له من أداء التحرير في الوقت الحقيقي متعدد البث، والحفاظ على جودة الصورة الرائعة، ومعدلات التخزين المنخفضة لعمق البت العالي 4: 2: 2 و 4: 4: 4: 4 فيديو.

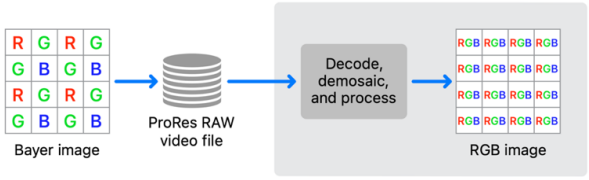
تعتمد Apple ProRes RAW على نفس المبادئ والتكنولوجيا الأساسية مثل برامج ترميز ProRes الحالية، ولكن يتم تطبيقها على بيانات الصورة الأولية الأصلية لمستشعر الكاميرا بدلاً من وحدات البيكسل التقليدية للصور. تنتج ProRes RAW فيديو خام له نفس الأداء الرائع والجودة وسهولة الاستخدام التي قدمتها ProRes للفيديو التقليدي، بتنسيق مثالي لإنشاء محتوى النطاق الديناميكي العالي (HDR) في Final Cut Pro.

تُعرف عملية تحويل صورة نمط Bayer إلى صورة RGB تقليدية باسم demosaicing بالنسبة للفيديو التقليدي حيث يتم إجراء عمليات التزويد وعمليات المعالجة الأخرى داخل الكاميرا لإنتاج صور RGB قابلة للعرض يمكن تسجيلها في ملف فيديو (٥)



شكل (١٠) توضح عملية تحويل صورة نمط Bayer إلى صورة RGB تقليدية باسم demosaicing

في وقت التشغيل يحتاج التطبيق فقط إلى فك تشفير ملف الفيديو التقليدي لإنتاج صور RGB يمكن تحريرها وعرضها وتم بالفعل إجراء عملية العرض والمعالجة بواسطة الكاميرا في وقت الالتقاط في المقابل يقوم ProRes RAW بترميز صورة نمط Bayer مباشرةً حيث يتم تأجيل عملية demosaicing والمعالجة إلى وقت التشغيل ويتم إجراؤها بواسطة البرامج التطبيقية.



شكل (١١) توضح قيام ProRes RAW بترميز صورة نمط Bayer مباشرةً حيث يتم تأجيل عملية demosaicing والمعالجة إلى وقت التشغيل ويتم إجراؤها بواسطة البرامج التطبيقية

يتطلب هذا مزيدًا من الحساب أثناء التشغيل ولكنه يسمح بمرونة أكبر تمامًا كما يجب أن تقوم برامج ترميز الصور والفيديو المختلفة بإجراء مفاضلات بين معدل الضغط والجودة والتعقيد وتقوم خوارزميات demosaicing بإجراء المفاضلات بين السرعة والجودة وعوامل أخرى يتيح لك استخدام ProRes RAW تأجيل اختيار خوارزمية demosaicing حتى مرحلة ما بعد الإنتاج ويسمح لك بالاستفادة من تحسينات المعالجة الأولية وتحسينات خوارزمية demosaicing في البرامج المستقبلية.

معدلات نقل البيانات

توفر ProRes RAW بمستويين للضغط Apple ProRes RAW وApple ProRes RAW HQ كلاهما يحقق الحفاظ على محتوى الفيديو الخام مع جودة إضافية متاحة بمعدل بيانات أعلى من Apple ProRes RAW HQ

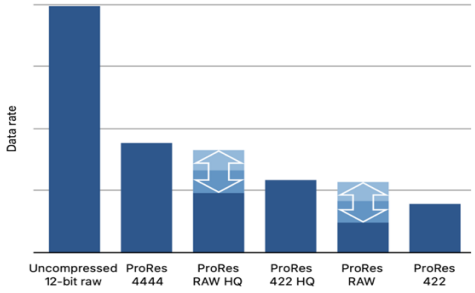
ان معظم برامج ترميز الفيديو بما في ذلك عائلة ProRes الحالية تُستخدم تقنية تُعرف باسم التحكم في المعدل لضبط الضغط ديناميكيًا لتلبية معدل البيانات المستهدف. هذا يعني أنه، في الممارسة العملية (مقدار الضغط) - وبالتالي الجودة – ويختلف من إطار إلى إطار حسب محتوى الصورة. في المقابل، تم تصميم ProRes RAW للحفاظ على الجودة الثابتة ودقة الصورة الأصلية لجميع الإطارات. نتيجة لذلك، يتم تشفير الصور ذات التفاصيل الأكبر أو ضوضاء المستشعر بمعدلات بيانات أعلى وتنتج أحجام ملفات أكبر.

مقارنة بين مساحات التخزين: حيث مواصفات الملف

4k DCI (4096 X 2160)
24 Frames per second
10 Second long recording

ProRes RAW HQ	1.36 GB
ProRes RAW	1.17 GB
Cinema DNG	3.26 GB

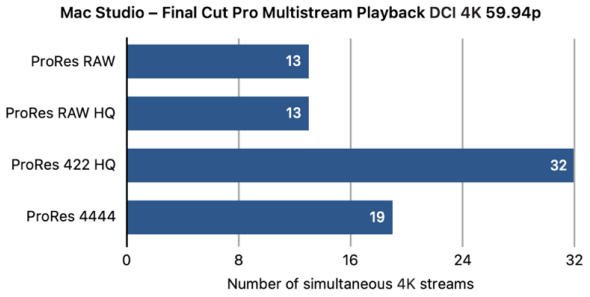
كما يتضح في الشكل التالي الفروق في معدل نقل البيانات في أنظمة ProRes RAWو أنظمة ProRes التقليدية لشركة Apple



شكل (١١) معدل نقل البيانات في أنظمة ProRes RAWو أنظمة ProRes التقليدية لشركة Apple

لا يتطلب تشغيل الفيديو الخام فك تشفير دفق بتات الفيديو فقط ولكن أيضا demosaicing الصورة الخام التي تم فك شفرتها يتضمن Final Cut Pro خوارزمية عرض مبسطة ومحسّنة لوحدة معالجة الرسومات مصممة لتلبية متطلبات الأداء لتحرير الفيديو في الوقت الفعلي.

ويوضح الشكل التالي عدد تدفقات 4 K كاملة الجودة التي يمكن تشغيلها في وقت واحد لـ Apple ProRes RAW HQ و Apple ProRes RAW على كمبيوتر Mac Studio ذو 20 نواة وتم تضمين Apple ProRes 4444 وApple ProRes 422 HQ للمقارنة.



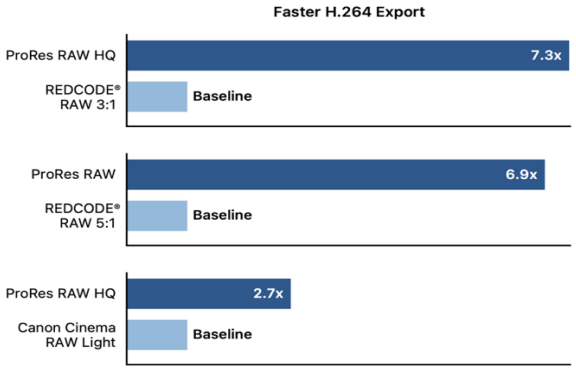
شكل (١٢) التعامل مع صورة 4k وتشغيلها مع تنسيقات شركة appleالمختلفة

وقد أجرت Apple الاختبارات في فبراير 2022 باستخدام أنظمة Mac Studioالخاصة بمرحلة ما قبل الإنتاج Apple M1 Ultra، وحدة معالجة مركزية ذات 20 نواة ، ووحدة معالجة رسومات 64 نواة ، وذاكرة وصول عشوائي سعتها 128 جيجابايت ، وذاكرة وصول عشوائي (SSD) بسعة 8 تيرابايت. تم اختباره على الإصدارات السابقة للإصدار من macOS Monterey 12.3و Final Cut Pro 10.6.2 ، باستخدام مشاريع صورة داخل صورة مدتها دقيقة واحدة مع 13 تدفقًا لفيديو Apple ProRes RAW، و 13 مسارًا من مقاطع فيديو Apple ProRes RAW HQ، و 32 مسارًا من Apple ProRes 422 فيديو عالي

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

الجودة و 19 مسارًا لفيديو Apple ProRes 4444 ، جميعها بدقة 4096 × 2160 و 59.94 إطارًا في الثانية. قد يختلف الأداء بناءً على تكوين النظام ونوع الوسائط وعوامل أخرى.

وفي ديسمبر 2021 أجرت Apple الاختبارات على أنظمة MacBook Pro الخاصة بمرحلة ما قبل الإنتاج والمزودة بـ Apple M1 Max ووحدة المعالجة المركزية 10 أنوية ووحدة معالجة الرسومات 32 نواة وذاكرة وصول عشوائي (RAM) بسعة 64 غيغابايت ومحرك أقراص ذي حالة صلبة سعة 8 تيرابايت. تم الاختبار على macOS Monterey مع Final Cut Pro 10.6.1، و Canon RAW Plugin 2.1.0.3 لـ Final Cut Pro، والمكونات الإضافية من RED Apple Workflow Installer v18.2.2، باستخدام مشاريع مدتها 50 ثانية مع فيديو Apple ProRes RAW HQ، Apple ProRes فيديو RAW، فيديو REDCODE® RAW 3: 1، فيديو REDCODE® فيديو RAW 5: 1 ، فيديو Canon Cinema RAW Light ، كل ذلك بدقة 4096 × 2160 و 23.98 إطارًا في الثانية وفي الشكل التالي يوضح الفرق في سرعة التعامل مع المعلومات في مرحلة ما بعد المونتاج Exportوذلك بصيغة H.264 (٥)



شكل (١٣) التعامل مع صورة 4kوتشغيلها مع تنسيقات شركة appleالمختلفة

التحويل من صيغة Rawالي صيغة Log

RAW to Log Conversion Setting

يؤدي فك تشفير ProRes RAW مباشرةً إلى قيم خطية لـ HDR بدلاً من log نظرًا لأن ملفات ProRes RAW تحتوي على بيانات وصفية تحددها الشركة المصنعة للكاميرا وتعد Apple ProRes RAWأداة قوية لتسجيل وإنشاء صور مذهلة تحافظ على الجودة مع الحفاظ على الأداء. يتم تقليل الكثير من تعقيد العمل مع المواد الخام إلى الحد الأدنى من خلال الوظائف الذكية والتلقائية التي تجعل الأمر سهلاً على المبتدئين والخبراء على حدٍ سواء لتحقيق نتائج ممتازة. تمنحك القدرة على استخدام بيانات مستشعر الصورة الأولية مباشرةً في Final Cut Pro أثناء مرحلة ما بعد الإنتاج مزيدًا من التحكم في معالجة الصورة، بما في ذلك demosaicing، والتحويلات الخطية إلى السجل، وLUTs المخصصة. من خلال العمل مع ProRes RAW في Final Cut Pro باستخدام أدوات تصحيح الألوان المتقدمة (٥)

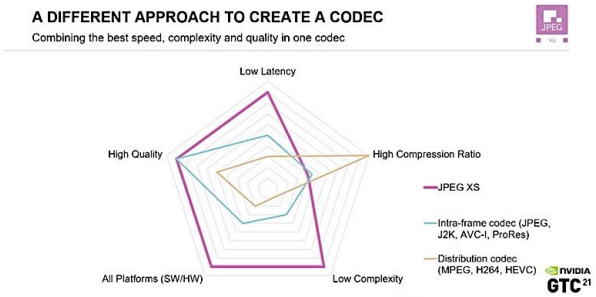
TicoRaw

هو تنسيق RAW جديد تم تصميمه بواسطة intopix حيث يتم الحفاظ على الطاقة الكاملة للمستشعر مع تقليل النطاق الترددي واحتياجات التخزين واستهلاك الطاقة ووقت النقل إنه يوفر جودة صورة عالية والقدرة على إدارة دقة عالية ونسبة إطارات عالية وتدفقات عمل ذات نطاق ديناميكي عالٍ حيث تقوم بتقليل استهلاك الطاقة وتقليل عرض النطاق الترددي للفيديو لمعالجة المزيد من وحدات البيكسل من المستشعر.

يتعامل مع دقة أعلى للصورة والفيديو ومعدل إطارات مرتفع، ونطاق ديناميكي عالٍ بسهولة للتسجيل، والإرسال، والتحرير، والتحليل قلل عرض النطاق الترددي للذاكرة أثناء عملية ISP وتحليل بياناتRAW

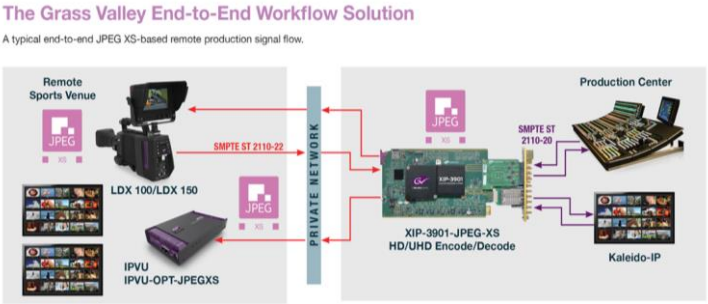
حيث أقل زمن انتقال ("خط بكسل") لنقل بيانات RAW عبر شبكتك السلكية / اللاسلكية ليقلل بيانات صورة يقوم بتقليل مساحة تخزين RAW واحتياجات النطاق الترددي من 2: 1 حتى 16: 1 بدون فقد للمعلومات

TICOتعني TIny Codec حققت inPIX تطورًا هامًا في الملكية الفكرية في ضغط الفيديو قليل الحجم بزمن انتقال منخفض خلال السنوات الماضية من خلال تقنية عالمية بمعيار ISO الدولي و هي JPEG XS" و نظرًا لزيادة استخدام دقة 8k, 4k ومعدلات اطارات عالية و المحافظة علي بكسلات عالية الجودة مثل HDR ، يتعين على جميع الأجهزة والبنى التحتية التعامل مع أحجام البيانات المتزايدة باستمرار. سواء أكان AV عبرIP ، أو الواقع الافتراضي ، أو الألعاب ، أو الإنتاج المباشر ، أو الإنتاج عن بُعد ، أو سير عمل السيارات أو السينما الرقمية ، يمكن تطبيق معيار ترميز JPEG XSفي أي مكان يتم فيه استخدام الفيديو غير المضغوط حاليًا كنظام ترميز خفيف الوزن للصور ، فإنه يوفر أيضًا زمن انتقال يعتمد على الخطوط مع نسب ضغط من 2: 1 إلى 12: 1 (أو حتى أكثر) مع الحفاظ على جودة بلا خسارة.(٦)



FORMATS	TICO-XS BITRATES (1bpp to 3bpp)
HD 720p60 HD 1080i60	70 Mbps - 195 Mbps
HD 1080p60	150 Mbps - 390 Mbps
4K 2160p60	500 Mbps - 1,4 Gbps
8K 4320p60	2 Gbps - 5,6 Gbps

شكل (١٤) يوضح مميزات استخدام معيار ترميز JPEG XS



شكل (١٥) يوضح بيئة عمل يستخدم فيها معيار الترميز JPEG XS

المواصفات الفنية لتنسيق Tico Raw

Color format	CFA (color-filter-array) RAW data, Bayer data (RGGB, BGGR, RCCB, RYYCy, RGBW, ...) (optional monochrome and 4:2:2 mode)
Bit depth	8- / 10- / 12- / 16-bit sensors
Resolution	Any up to 200 MPixels (20.000x 10.000 pixels)
Frame rates	Any (depending on ASIC / FPGA or CPU/GPU processor configurations)

الإجراءات العملية للدراسة

إجراءات الدراسة

من خلال الدراسة النظرية تم استخلاص أسئلة الاستبيان ثم قام الباحث بتحكيم قائمة الأسئلة من خلال لفيف من الاساتذة الأكاديميين بالتخصص، وذلك للإضافة او الحذف او التعديل للأسئلة التي قد يكون الدارس قد أغفلها وبعد تعديل قائمة الاسئلة على ضوء أراء السادة المحكمين، يبدا استبيان أراء مديري التصوير والاضاءة العاملين في مجال السينما والفيديو بالإضافة لآراء السادة مديري التصوير والاضاءة بقطاعات الهيئة الوطنية للأعلام باتحاد الاذاعة والتليفزيون المختلفة بجمهورية مصر العربية، لاستخلاص نتائج الدراسة

- المعالجة الإحصائية للبيانات واختبار الفروض

أجراء الاستبيان :

عرض الأسئلة بعد تحكيمها على السادة مديري التصوير والاضاءة داخل مجال السينما ومديري التصوير والاضاءة باتحاد الاذاعة والتليفزيون بمختلف القطاعات به داخل جمهورية مصر العربية وعدد أفراد العينة ٣٠ فرد من كافة الجهات

تحليل البيانات الإحصائية واستخلاص النتائج

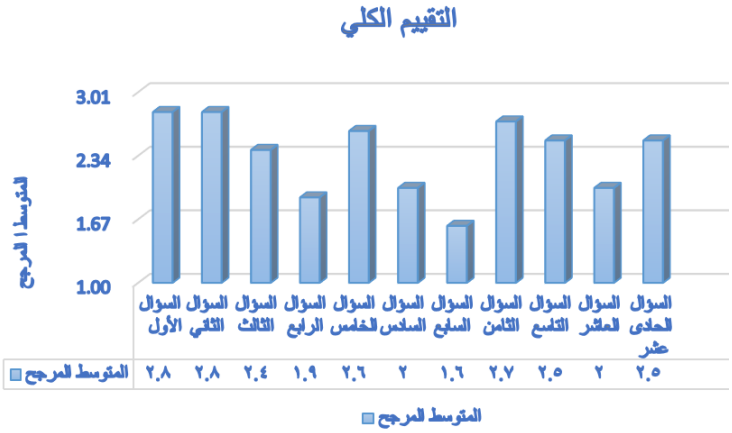
في هذا الدراسة سيتم تحليل أراء أفراد عينة البحث حول " تسجيل الصورة المتحركة بتنسيقات مختلفة للحصول على أفضل جودة ممكنة تزامنا مع اقل مساحة تخزين" وقام الدارس بتحليل أراء أفراد عينة الدراسة وفقاً لمقياس ليكرت الثلاثي المتدرج علي النحو التالي: اذا كانت الإجابة (موافق – الي حد ما – غير موافق)، بأوزان-2-3 (1) علي الترتيب ، يتم بعد ذلك حساب المتوسط الحسابي " المتوسط المرجح" علي النحو التالي: غير موافق 1.66 - 1 :، الي حد ما 2.33 - 1.67 :، موافق 3 -2.34 : ،عينة البحث: ٣٠ فرد . قام الدارس بحساب التكرارات والمتوسط المرجع والنسبة المرجحة لكل سؤال من أسئلة الاستبيان وفقاً لاستجابات عينة الدراسة حسب مقياس ليكرت الثلاثي المتدرج وجاءت النتائج على النحو التالي :

جدول (٢) التكررات والمتوسطات والنسب المرجحة لأسئلة الاستبيان وفقاً لأستجابات عينة الأفراد

الأسئلة	الإستجابة			مجموع الأوزان	المتوسط المرجح	النسبة المرجحة	درجة الموافقة
	موافق	إلي حد ما	غير موافق				
١-هل عملك كمصور أتاح لك التسجيل بكلا من نسق logوRaw لتسجيل فيديو او سينما	٢٤	٦	٠	٨٤	٢,٨	%٩٣	موافق
٢-هل يتوقف اختيارك كمصور للكاميرا على مدي قدرة الكاميرا علي تسجيل صيغ وتنسيقات مختلفة للصورة	٢٤	٦	٠	٨٤	٢,٨	% ٩٣	موافق
٣- هل تري ان تنسيق التصوير بصيغة Rawأفضل من تنسيق التصوير بصيغة Log بالنسبة لتصوير الصور المتحركة (فيديو – سينما)	٢١	٠	٩	٧٢	٢,٤	% ٨٠	موافق
٤- هل تجد صعوبة في التعامل مع تنسيق التصوير بصيغة Raw في عمليات التسجيل والتحرير (المعالجة والتعديل اللوني) بعد التصوير	٣	٢١	٦	٥٧	١,٩	%٦٣	الى حد ما
٥- هل تري ان التعامل مع تنسيق logأسهل في كلا من عمليات التسجيل والتحرير	١٨	١٢	٠	٧٨	٢,٦	%٨٦	موافق
٦-هل تجد صعوبة في تقييم التصوير بنسق RAW اثناء التصوير و الاعتماد علي صيغة Rec 709 اثناء التصوير او أي صيغة اخري	٦	١٨	٦	٦٠	٢	%٦٦	الي حد ما
٧- هل تري ان التصوير بتنسيق log يؤدي الي فقد جزء كبير من البيانات التي قد نحتاجها مرة اخري في عمليات التحرير والتعديل	٦	١٢	١٢	٤٨	١,٦	%٥٣,٣	غير موافق
٨- هل تري ان التنسيقات الحديثة مثل Pro Res Raw قد تساعد في الحفاظ علي الجودة مع مساحة تخزين اقل وسهولة في التحرير	٢١	٩	٠	٨١	٢,٧	%٩٠	موافق
٩- التنسيق الجديد Tico Rawيوفر مساحة تخزين تصل الي النصف مع تسجيل نسق Raw فهل تري ان ذلك سيساعد بشكل أفضل على تسجيل معلومات أكبر بالإضافة الي سهولة في المعالجة	١٥	١٥	٠	٧٥	٢,٥	%٨٣	موافق
١٠- هل تري ان ظهور التقنيات الحديثة الخاصة بصيغة RAWوالتي يجعلها اقل في مساحة التخزين وسرعة نقل البيانات يؤدي الي الاستغناء عن استخدام تنسيقات ال log	٩	١٢	٩	٦٠	٢	%٦٦	الي حد ما
١١-التسجيل بصيغة RAW يتيح تسجيل بيانات بمساحة لونية HDR فهل تجد ان التطور القادم في تكنولوجيا التصوير هو التسجيل و العرض HDR ام سيجد معوقات في الإنتاج	١٨	٩	٣	٧٥	٢,٥	%٨٣	موافق

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تبين من الجدول رقم (٢) والشكل البياني رقم (١٦) اتفاق اراء عينة الدراسة حول الأسئلة كالتالى
- حيث وقعت آرائهم في مستوي "موافق" لمعظم الأسئلة بناءً علي التدرج الثلاثي للوزن المرجح ، وتراوحت قيم المتوسطات المرجحة مابين(٢,٨-١,٦) للاسئلة الاتية :



شكل (١٦) المتوسطات المرجحة للتقييم الكلي للإستبيان وفقاً لإراء عينة الدراسة

يتضح من أراء العينة ان الاغلبية قد اتفقت على أهمية معرفة مدير التصوير التطور الحادث في التسجيل بالتنسيقات المختلفة واتفقت اراء العينة بموافق بنسبة ٨٠ ٪ ان تنسيق التصوير بصيغة Raw أفضل من تنسيق التصوير بصيغة Log بالنسبة لتصوير الصور المتحركة (فيديو – سينما) ولكن اعطي افضلية لتنسيق logبنسبة ٨٦ ٪ لسهولة التعامل في كلا من عمليات التسجيل والتحرير ووافقت آراء العينة على اهمية الاستعانة بالتنسيقات الحديثة لصيغة RAWحيث جاءت بنسبة ٩٠٪ لتنسيق Pro Res Raw في مقابل نسبة ٨٣ ٪ لتنسيق Tico Raw
وتري العينة بنسبة ٥٣٪ غير موافقة ان التصوير بتنسيق log يؤدي الي فقد جزء كبير من البيانات التي قد نحتاجها مرة اخري في عمليات التحرير والتعديل

النتائج Results

بعد الدراسة النظرية واجراء الاستبيان قد توصل الدارس الى النتائج الاتية :

1. التنسيق الخاص بملفRaw هو التنسيق الأمثل للحصول على صورة ذات جودة عالية وقدرة علي التحرير بشكل افضل
2. ان التنسيق Log سيستمر العمل به ولكن لابد من العمل على تطويره
3. ان تنسيق Tico Rawادي الي التقليل في المساحة ونقل المعلومات مع الحفاظ علي الجودة وذلك من خلال تحويل صيغة Rawالي JPEG xs
4. التكاتف للاتفاق على معايير مشتركة وموحدة بحيث يكون هناك تنسيق ملف واحد لتخزين معلومات Raw

التوصيات Recommendation

1. ضرورة تعميم واستخدام تطبيق Tico Rawحيث جودة صورة عالية ونسبة إطارات عالية ومساحة عمل ذات نطاق ديناميكي كبيرة وسهولة في التسجيل والارسال والتحرير
2. ضرورة الدراسة الاكاديمية والعلمية لتكنولوجيا انتاج صورة متحركة HDRللحصول علي اعلي جودة ممكنة للصورة المتحركة سواء فيديو او سينما وارتباطها بشكل أساسي بتنسيق تسجيل الصورة وإيجاد الحلول العلمية للمشكلات الإنتاجية

المراجع References

1 - Blain brown- cinematography theory and practice imagemaking for cinematographers & directors – Focal press Book - Third edition published 2016 by Routledge pg. 130,134, 179
2 - Blain Brown - The Filmmaker’s Guide to Digital Imaging For Cinematographers, Digital Imaging Technicians, and Camera Assistants ocal Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business 2015 Taylor & Francis pg. 2,3,69,80,85
3 - Alexis Van Hurkman COLOR CORRECTION HANDBOOK: Professional Techniques for Video and Cinema, Second Edition 2014 - Peachpit Press pg.94
4 - Blain brown - cinematography theory and practice imagemaking for cinematographers & directors Focal Press is an imprint of Elsevier Second Edition 2012 ELSEVIER INC pg.177
5 - Https://www.apple.com/final-cut-pro/docs/Apple_prores_RAW.pdf (white paper April 2022)
6 - https://www.intopix.com/tico-raw (10-9-2022)