الباب الثالث

التصوير الضوئي

obeikandl.com

obeikandl.com

مبادئ التصوير الضوئي

بظهور التصوير الضوئي نشأت تقنيات ساعدت على تصوير مناظر البيئة المحيطة في صور سريعة وشبيهة بالواقع إلى حد بعيد. إلى جانب التصوير الكيميائي التقليدي المتبع منذ أكثر من /١٥٠/ عاماً، والذي تستخدم فيه العمليات الكيميائية في تشكيل الصورة وتخزينها وعرضها، ظهر الآن التصوير الإلكتروني (التصوير الرقمي) الذي ما زال في بداية تطوره، وهو يستخدم تقنيات الحاسوب في تخزين الصورة وعرضها.

تعتمد طرق التصوير الضوئي على أن جميع الأشياء عندما تتعرض للضوء تعكسه بشكل يتناسب مع شكلها ولونها.

يمكن تجميع هذا الضوء المنعكس عن طريق عدسات بصرية وإسقاطه (عبر مساحة محددة) ليشكل صورة تعكس شكل وألوان الأشياء. والمبدأ الأساسي في التصوير يتلخص في أن الأشعة الضوئية الساقطة على مستوي الصورة تحمل طاقة تتسبب في إطلاق عمليات كيميائية وفيزيائية.

التقاط الصورة 1

في التصوير الكيميائي أو الإلكتروني على السواء يتم في البداية التقاط الصورة بواسطة آلة تصوير (الكاميرا) (←). عملية التقاط الصورة هي عبارة عن طبع صورة خلال مدة زمنية قصيرة لجزء من البيئة على وسيط حساس للضوء موجود في آلة التصوير (الشكل «١»)، هو في التصوير الكيميائي عبارة عن الشريط (الفيلم) الذي يتغير كيميائياً من خلال سقوط الضوء عليه وبذلك يخزن الصورة. أما في التصوير الإلكتروني فيتم عن طريق حساس نصف ناقل قياس شدة الضوء واللون في الصورة نقطة فنقطة، ثم يتم تحويلها إلى إشارة كهربائية.

obeikandl.com

في التصوير الكيميائي يقوم الشريط (الفيلم) بدور الحساس الضوئي ومخزن الصور في الوقت ذاته. أما في التصوير الإلكتروني فيجب قراءة الإشارات المتولدة عن الحساس وإرسالها مباشرة إلى ذاكرة إلكترونية منفصلة للتخزين.

في الطريقة الكيميائية يتم تسجيل درجات الإضاءة المختلفة للصورة المرئية على طبقة حساس (يستخدم في التصوير الأبيض والأسود وهلام بروم الفضّة)، وبذلك ينشأ على هذه الطبقة صورة غير مرئية قابلة للتظهير (التحميض) وتدعى بالصورة الكامنة. خلافاً لذلك يمكن في التصوير الإلكتروني مراقبة الصورة على شاشة مباشرة بعد التقاطها.

تظهير الشريط وتكبير الصورة ❷❸

يتم في التصوير الكيميائي تظهير الصورة الكامنة الملتقطة وتحويلها إلى صورة مرئية ثابتة مع الزمن على الشريط عن طريق عملية التظهير (التحميض). تجري هذه العملية عادة بعد عملية التصوير بفاصل زمني في مختبر الصورة.

تتم عملية تظهير الشريط في جوّ مظلم ضمن حوض مليء بالسائل المُظْهِر، وتستغرق زمناً محدداً معروفاً. وبعد التظهير يوضع الشريط في حوض ملحي للتثبيت.

يعمل المُظْهِر في الشريط الأبيض والأسوط على ملء فراغات بروم الفضة التي سبّبَها الضوء بالفضة والبروم من جديد، وتتضمن الصورة السلبية (negative) اختلافات الإضاءة للجسم المصور على شكل درجات مختلفة في التسويد الناشئ عن المادة الفضّية تظهر المواضع المضاءة في الجسم على شكل مناطق مظلمة في الشريط وتظهر على العكس المواضع المعتمة في الجسم في مناطق مضاءة على الشريط. بشكل مشابه يحدث الأمر في الشريط السلبي للتصوير الملون، الذي يتألف من ثلاث طبقات فوق بعضها البعض، تتحسس كل واحدة منها لوناً واحداً فقط. تتحدد على طبقة منها كمية الطاقة المصاحبة للضوء الساقط الخاص بها أثناء التصوير. نتيجة لذلك لا يظهر على الشريط اللون الأصلي بل يظهر اللون

المعاكس له (اللون المتمم): إن جسماً أزرقاً سيبدد على الطبقة الحسّاسة للأزرق أصفر اللون، كذلك يظهر الجسم الأخضر على الشريط السلبي أرجواني اللون أما الجسم الأحمر فيبدو بلون فيروزي (الشكل ٢).

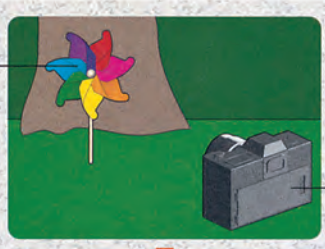
لا تؤثر الألوان الأساسية الأزرق والأخضر والأحمر إلا على طبقتها الحساسة الخاصة بها من الشريط، أما الألوان الأخرى فتؤثر على طبقتين على الأقل (تبعاً لتركيبها) وتظهر على الشريط السلبي بألوان مركبة معكوسة.

للحصول على صور صحيحة من الشريط السلبي لابد من خطوة أخرى في عملية تظهير الشريط، وهي الحصول على الشريط الإيجابي أو تكبير الصورة. يتم في غرفة مظلمة إسقاط الصورة المعكوسة في الشريط السلبي بواسطة جهاز إسقاط على ورق حساس للضوء ويتم تكبيرها بالشكل المطلوب. حيث تحدث من جديد عملية قلب لألوان الصورة (الشكل ٣).

بحيث نحصل في النهاية بعد عمليتي عكس للألوان على صورة ورقية مشابهة للواقع. وبما أن الشريط السلبي لا يتغير بعد التظهير الإيجابي فإن بالإمكان الحصول من شريط واحد على صورة ورقية بالحجم والعدد المطلوب.

لإنتاج صورة شفافة (سلايدات) يتم تظهير الشريط ذاته على خطوتين، بحيث يتم عكس الألوان مرتين. وبذلك نحصل على صورة صحيحة الألوان موجودة على شريط التصوير ذاته. ويمكن قص هذه الصورة الأصلية (غير القابلة للتكرار) ووضعها في إطار خاص ومن ثم عرضها بواسطة جهاز إسقاط مناسب.

❶ التقاط الصورة في التصوير الضوئي



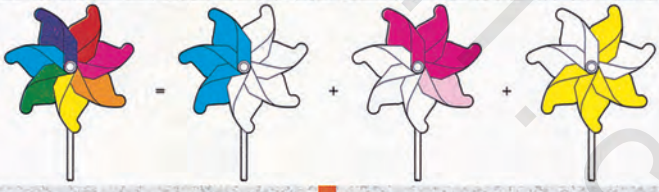
الشريط بعد التقاط الصور (فيد صور كامنة)

التظهير (التحميض)

❷ تشكل الألوان على الشريط السلبي

التظهير الإيجابي

❸ تشكل الألوان على الصورة النهائية



صورة جاهزة (نسخة)

obeikan.com

آلات التصوير (الكاميرات)

باستخدام آلة التصوير (الكاميرا) يمكن للمصوّر الحصول على صور حسب الطلب وقابلة للنسخ على شريط حساس للضوء أو على حساس تصوير إلكتروني لأيّ منظر يختاره. تحتاج الأنواع المختلفة من الكاميرات إلى أنماط وقياسات مختلفة للأشرطة (الأفلام).

في الوقت الحاضر يفضل هواة التصوير والصحفيون الكاميرات المحمولة ذات القياس الصغير للصورة (حجم الصورة على الشريط ٣٦×٢٤سم). تصنع آلات التصوير في الغالب على شكل كاميرات ذات منظار أو كاميرات ذات مرآة عاكسة بعين واحدة.

الكاميرا ذات المنظار ❶

تتوضع العُيَيْنة (عينيات الكاميرات ⟵) مع تجهيزات ضبط كمية الضوء (فتحة الاستضاءة) وضبط المسافة (التركيز البؤري) في الجهة الأمامية من حجرة الكاميرا المعزولة عن الضوء. وتحمي الحجرة الشريط من الإضاءة غير المقصودة وتستوعب بداخلها أيضاً تجهيزات سحب الشريط وإيقافه. ولأن مستوي الصورة بما فيه الشريط يوجد مباشرة خلف العينية (العدسة)، فَلَيْسَ هناك مسافة كبيرة متاحة لتركيب عدسات إضافية. لكن كاميرات المنظار الغالية الثمن تتيح تركيب عينيات مختلفة.

تتميز الكاميرات ذات المنظار باحتوائها على منظار مستقل على العينية من أجل الحكم على الصورة قبل التقاطها. حيث يمكن من خلال المنظار تقدير حدود الصورة ووضوحها ونسبة إضاءتها لكن بشكل تقريبي، لأن الصورة المرئية من خلال المنظار لا تطابق تماماً الصورة الواقعة خلف العيينة. هناك اختلاف بسيط بين صورة المنظار والصورة الملتقطة (خطأ زاوية النظر). في كثير من الحالات لا تؤثر هذه السيئة على عمل الكاميرا، لأنه في الغالب تستخدم عدسات تعطي صورة نقيّة في

obeikandi.com

مجال واسع ولاتحتاج سوى قليل من الضبط. ولا يظهر خطأ زاوية النظر إلا عند التقاط صورة قريبة فقط.

تتضمن الكاميرات الغالية الثمن جهازاً لقياس المسافة يعتمد على تطابق الصورة. لذلك نجد فيها بالإضافة إلى العيينة والمنظار فتحة ثالثة للضوء، يدخل عبرها الضوء المنعكس عن الجسم المرصود منعكساً إلى المنظار مشكلاً صورة ثانية، بذلك يظهر في المنظار صورة موضاعفة (صورة + خيال)، ويكون النظام البصري المسؤول عن إيصال الصورة الثانية موصولاً مع حلقة التركيز البؤري.

تظهر الصورة واضحة ويختفي الخيال فقط عندما تضبط حلقة التركيز البؤري على مسافة مساوية تبعد الجسم المرصود عن العينية.

يحدَّد زمن الاستضاءة أثناء التقاط الصور بواسطة الحظار. ففي الكاميرات البسيطة ذات العينية الثابتة يستخدم في الغالب حِظار مركزي ذو فتحة دائرية، يركب على العينية مباشرة. يتم فتح الحظار يدوياً من قبل المصور بمساعدة كبسة تحرير، ثم ينغلق آلياً بعد انتهاء زمن الاستضاءة، الذي إما يحدَّد من قبل المصور أو يتم التحكم به آلياً عن طريق مقياس إضاءة مركب على الكاميرا.

تحتوي عادة الكاميرات التي تسمح بتبديل عُيَنْنيتها على حظار ذي شِقّ أو ذي شرائح (عبارة عن ستارة قماشية أو معدنية) يتوضع مباشرة أمام مستوي الشريط ليحميه من الضوء عند تبديل العُيينة على سبيل المثال. عند التقاط الصورة يتم سحب الستارة بسرعة عالية من أمام الشريط، ويتحرك الشق الموجود فيها أمام مستوي الصورة، بحيث تتم إضاءة الشريط على شرائح طولية متتابعة، فإذا كان هذا الشقّ ضيقاً جداً أمكن تحقيق زمن استضاءة قصيرة جداً (أقل من ٠,٠٠١ من الثانية)، وعلى العكس من ذلك يمكن بوساطة شق عريض وإغلاق بطيء للستارة تحقيق زمن استضاءة طويل جداً.

كاميرا المرآة المعاكسة ❷ ❸

تحتوي كاميرا المرآة المعاكسة ذات العين الواحدة على مدخل واحد للضوء (الشكل ٢). عند ضبط الصورة ينظر المصور من خلال العينية، بذلك يمكنه الحكم بدقة على جودة الصورة التي سيلتقطها. لهذه الغاية تثبت مرآة مائلة (قابلة للحركة) خلف الينية تماماً وقبل الشريط لتعكس صورة الجسم المرصود إلى المنظار (الشكل ٣). وتظهر الصورة في المنظار صحيحة وغير مقلوبة بمساعدة موشور عاكس. عند التقاط الصورة تنزاح المرآة بسرعة عالية. بحيث تظهر الصورة على الشريط.

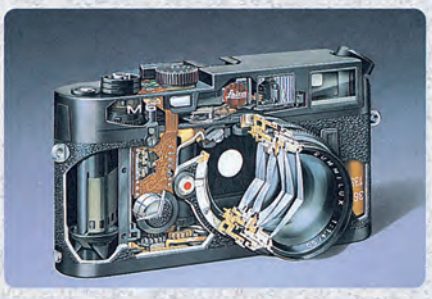
وبهذا يمكن في جميع الأحوال رؤية صورة صحيحة واقعية غير مشوهة عبر المنظار حتى عند استخدام عينيات متعددة مختلفة في بعدها المحرقي وشدة إضاءتها. تزود كاميرات المرآة العاكسة بحظار الشق أو حظار الشرائح.

توجد حساسات القياس المسؤولة عن الضبط (الآلي) لوضوح الصورة وللاستضاءة في خط سير الضوء خلف العُيينة، وتدعى طريقة القياس بقياس TTL وتعني القياس خلف العدسة (through the lens).

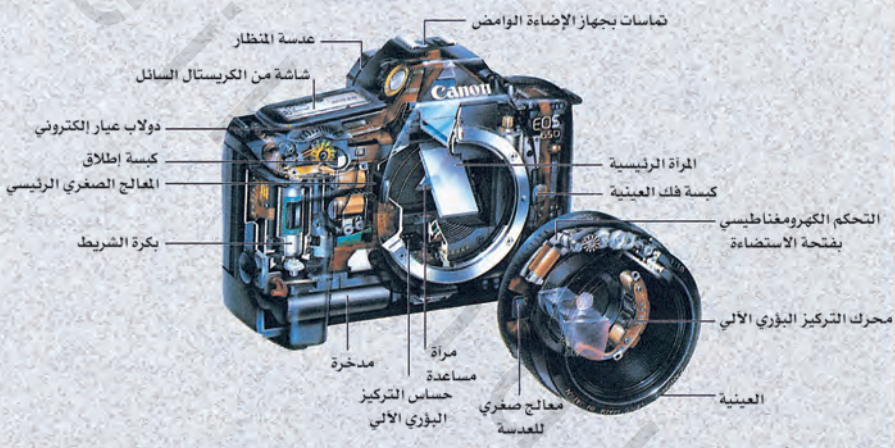
معظم كاميرات المرآة العاكسة هي كاميرات آلية (أوتوماتيكية) أو نصف آلية؛ هذا يعني أن المعايرة تتم بشكل آلي للتوافق بين زمن الاستضاءة و/أو فتحة الحظار (كاميرات التحكم الذاتي).

بالإضافة إلى ذلك نجد أن كثيراً من هذه الكاميرات تدار بواسطة محرك كهربائي للحصول على عملية انتقال آلي للشريط، الأمر الذي يؤمن تسريع عملية التقاط الصورة، وكذلك من أجل اللف العكسي للشريط.

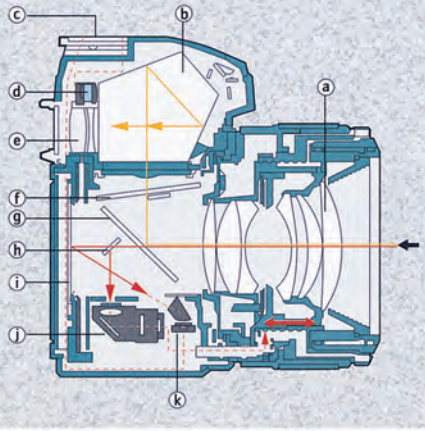
❶ كاميرا المنظار



❷ كاميرا المرآة العاكسة المزودة بانتقال آلي للشريط، العينية مفكوكة



❸ مسار الأشعة الضوئية في كاميرا المرآة العاكسة



ⓐ العينية
ⓑ موشور المنظار (موشور عكس الصورة)
ⓒ قاعدة الضوء الوامض
ⓓ خلية قياس TTL لقياس شدة الإضاءة
ⓔ عدسة المنظار
ⓕ وضعية المرآة عند التقاط الصورة
ⓖ المرآة العاكسة (في وضعها الأصلي)
ⓗ المرآة المساعدة في وضعها الأصلي
ⓘ مستوى الشريط
ⓙ نظام التركيز البؤري الآلي
ⓚ خلية قياس الضوء الوامض TTL

مسار الأشعة قبل التقاط الصورة
مسار الأشعة عند التقاط الصورة

obeikan.com

التصوير الفوري

هناك سيئة كبيرة يتصف بها التصوير الضوئي الكيميائي المعروف هي الفاصل الزمني بين التقاط الصورة وتظهيرها (تحميضها). يهتم المصورون المحترفون بشكل خاص بالحكم على الصورة مباشرة بعد التقاطها؛ فعلى سبيل المثال يحتاج الرسام الذي ينوي رسم شخص بريشته إل التأكد من صحة تصوره عن فوارق الإضاءة والخلفيّة وتفاصيل الصورة إلخ.. لذلك فهو يحتاج إلى صور تجريبيّة يمكن تقييمها مباشرة بعد التقاطها. من هنا جاء الاهتمام الكبير الذي أبداه المصورون المحترفون بأول آلة تصوير فوري، التي كانت من ابتكار شركة بولا رويد في آخر الأربعينات من القرن الماضي.

يتلخص المبدأ الأساسي للتصوير الفوري في تزويد الشريط بمادة التظهير الكيميائية اللازمة للتثبيت بالكميات الصحيحة، وإطلاق عملية التظهير كاملة للشريط بعد التقاط الصورة مباشرة بشكل آلي.

من حيث المبدأ لا يمكن مقارنة نوعية الصورة الفورية مع نوعية الصورة المظهَّرة بالأسلوب التقليدي. لكن الشيء الذي يجعل الصورة تبدو غير طبيعية وبالأخص ألوانها هو بالذات غالباً ما يجعلها طريفة ومثيرة.

كاميرات التصوير الفوري ❶

يمكن التقاط الصور الفورية إما بواسطة كاميرات تصوير فوري خاصة أو بالاستعانة بكاميرات ذات جدران خلفي قابل للتبديل، حيث يوضع مكانه عبوة ملائمة تحتوي على شريط التصوير الفوري. يوجد لكاميرات الصور الصغيرة أشرطة صور فورية شفافة، يمكن للمصور بمفردة تظهيرها في زمن قصير جداً بالاستعانة بجهاز بسيط.

الكاميرا الفورية هي في الغالب كاميرا ذات منظار، لكنها بعكس كاميرات المنظار ذات الصور الصغيرة لا تتعامل مع شريط ملفوف وإنما مع علبة فيها رقاقات ورقية

مطبقة فوق بعضها البعض (بقياس ٧٨ × ٧٩مم أو ٧٩ × ٩١ مم) تسمى الشريط المتكامل وفيه تتوضع على كل رقاقة مواد التظهير السلبي والإيجابي ومادة تثبيت الألوان لتعمل كلها مجتمعة. وتحتوي علبة الشريط المتكامل على عدة رقاقات من هذا النوع. فبسبب مخزن الصور الكبير نسبياً وتجهيزات سحب الصور من المخزن نجد أن شكل الكاميرات الفورية مختلف نوعاً ما عن شكل الكاميرات العادية ذات المنظار (الشكل ١). وتتميز الكاميرات الفورية بسهولة الاستخدام، فهي تحتوي ضمناً على جهاز إضاءة وامضة وغالباً ما تحوي أيضاً نظام تركيز بؤري آلي، يقيس المسافة بين الكاميرا والجسم المرصود بواسطة نبضات فوقصوتية ويضبط البعد المحرقي للعينية بناءً عليها.

إضاءة وتظهير الشريط المتكامل ❷ ❸

في طريقة الورقة الواحدة السائدة حالياً يوجد الجزءان السلبي والإيجابي على حامل واحد. تتوضع في الطرف السفلي لورقة الصورة ثلاث طبقات سلبية تتحسس كلٌ منها لأحد الألوان الثلاثة الأحمر والأخضر والأزرق. في البداية تكون الطبقات (المتوضعة فوق بعضها) شفافة تماماً. عند إضاءة الصورة تضاء طبقات الألوان السلبية عبر الطبقات الأخرى الشفافة (الشكل ٢).

بعد التقاط الصورة يتم سحبها بين اسطوانتين بفعل محرك كهربائي. وخلال عملية السحب يتم حقن مواد التظهير الكيميائية من حجران التخزين إلى ورقة الصورة، بحيث توزع بشكل متساوٍ بين الطبقات السلبية والإيجابية. بالإضافة إلى مواد التظهير الكيمائية هناك مادة قلوية غير شفافة، تعمل على شكل طبقة غلاف وتمنع بذلك مرور مزيد من الضوء إلى الطبقات السلبية. الأمر الذي يسهل عمل المواد الكيميائية في تظهير الطبقات السلبية دون أي تشويش. وعند انتهاء عملية تظهير الطبقات السلبية تعود طبقة الغلاف هذه لتصبح شفافة من جديد. تعمل الآن الطقات السلبية المظهَّرة عمل أقنعة بالنسبة لطبقة استقبال الصورة الموجبة

(الشكل رقم ٣). يمكن لطبقة تظهير المادة الملونة أن تؤثر على طبقة استقبال الصورة المتوضعة في الأعلى فقط في المواضع التي تكون فيها الطبقات السالبة شفافة. بهذا تتشكل على طبقة استقبال الصورة ألوان إيجابية على تعاكس مع الألوان المتشكلة على الطبقة السلبية في الأسفل. عند إشباع الصورة من مواد التظهير يتم تعديلها كيميائياً من أجل تثبيت الألوان عن طريق تغليفها بطبقة حمضية مركبة.

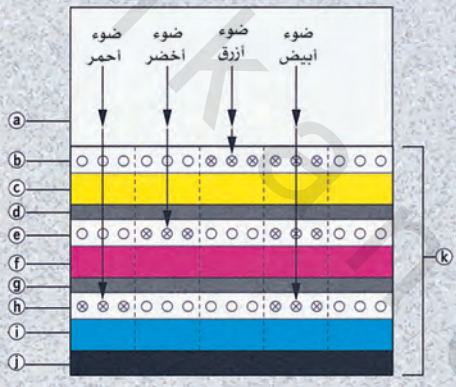
طريقة الصورة المنفصلة:

في طريقة الشريط المتكامل يشكل الجزء السلبي مع الجزء الإيجابي بعد التظهير مجموعة واحدة، أما في طريقة الصورة المنفصلة فيتم سحب طبقة استقبال الصورة من بين باقي الطبقات بعد التظهير. بهذا يتم سحب الجزء الإيجابي من الجزء السلبي الذي يبقى مع المهملات. تستخدم طريقة الصورة المنفصلة في مادة الشريط الخاصة بكاميرات المحترفين، وغالباً ما تزود الأشرطة في علب خاصة ملائمة للمخزن القابل للتبديل في كاميرات الاستوديو.

obeikandl.com

❶ كاميرا التصوير الفوري

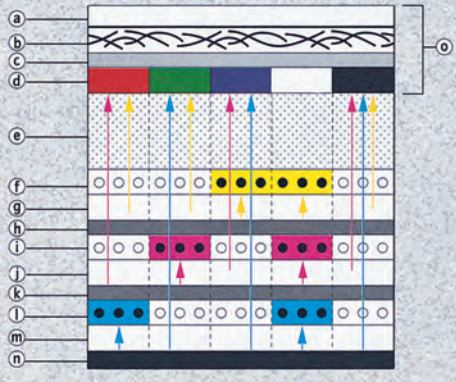
❷ إضاءة الشريط المتكامل



ⓐ طبقات شفافة
ⓑ طبقة هالوجين الفضة الحساسة للأزرق
ⓒ طبقة تظهير المادة الملونة صفر
ⓓ طبقة عازلة
ⓔ طبقة هالوجين الفضة الحساسة للأخضر
ⓕ طبقة تظهير المادة الملونة، أرجواني
ⓖ طبقة عازلة
ⓗ طبقة هالوجين الفضة لحساسة للأحمر
ⓘ طبقة تظهير المادة الملونة، فيروزي
ⓙ طبقة قاعدة سلبية
ⓚ الطبقات السلبية

○ بلورة هالوجين الفضة غير مضادة
⊗ بلورة هالوجين الفضة مضاءة

❸ تطوير الشريط المتكامل



ⓐ طبقة قاعدة إيجابية
ⓑ طبقة مركبة حامضية
ⓒ طبقة التحكم بالزمن
ⓓ الصورة الإيجابية على صورة استقبال الصورة
ⓔ كاشف
ⓕ طبقة هالوجين الفضة الحساسة للأزرق
ⓖ طبقة تظهير المادة الملونة، أصفر
ⓗ طبقة عازلة
ⓘ طبقة هالوجين الفضة الحساسة للأخضر
ⓙ طبقة تظهير المادة الملونة أرجواني
ⓚ طبقة عازلة
ⓛ طبقة هالوجين الفضة الحساسة للأحمر
ⓜ طبقة تظهير المادة الملونة، فيروزي
ⓝ طبقة قاعدة سلبية
ⓞ طبقة استقبال الصورة الإيجابية

● فضة مطورة

التصوير الفوري

عيينات الكاميرات

تعد عيينة الكاميرا (وهي نظام العدسات في آلة التصوير) المسؤول الأول عن جودة الصورة الملتقطة.

مبدأ عمل العيينات: ❶

يبين (الشكل ١) مبدأ عمل العيينة التي يمكن أن تتألف من أبسط حالاتها من عدسة واحدة. تنتشر أشعة الضوء المنعكسة على الجسم المنوي التقاط صورته إلى اتجاهات مختلفة، وتصل هذه الأشعة إلى جميع نقاط السطح الخارجي للعدسة، ولدى عبورها للعدسة تنكسر تبعاً لزاوية ورودها. كل الأشعة المنطلقة من نقطة معينة تلتقي في نقطة واحدة على مسافة محددة خلف العدسة. حيث تتشكل صورة واضحة للجسم المستهدف. وفي هذا الموضع تماماً يوضع الوسيط المتلقي للصورة (الشريط). يتم تحديد كل من حجم الصورة والمسافة خلف العدسة التي تظهر فيها الصورة واضحة (بعد الصورة) تبعاً لشدة الانسكار لدى العدسة. ويمكن تحديد شدة الانكسار للعدسة بتسليط أشعة متوازية عليها (مثل أشعة الشمس) وتسمى المسافة التي تقع عندها نقطة التقاء الأشعة خلف العدسة بالعبد المحرقي. وتتمتع العدسات ذات شدة الانكسار العالية ببعد محرقي قصير.

العيينات المتعددة العدسات: ❷

لا تستخدم عملياً أنظمة بصرية بعدسة واحدة لأن عدسة واحدة لا تستطيع تشكيل صورة واضحة للأجسام بسبب حدوث بعض التشوهات في الشكل أو اللون، على سبيل المثال يمكن أن يحدث ذلك بسبب أن الضوء ذات الموجة الطويلة (الأحمر) يعبر العدسة بزاوية انكسار أقل من زاوية مثيله ذي الموجة القصيرة (الأزرق). لكن عن طريق الجمع بين عدة عدسات من أنواع زجاج مختلفة ومواصفات بصرية مختلفة وأنصاف أقطار تحدب وسماكات متفاوتة وضبط المسافات الفاصلة فيما بينها يمكن الحصول على عيينة قادر على التصرف مثل عدسة مثالية تقريباً بهدف تشكيل صورة صحيحة نقية من التشوهات (الشكل ٢).

البعد المحرقي للعيينات: ❸

تشكل عيينة الكاميرا ذات البعد المحرقي القصير صوراً صغيرة للأشياء، إذ يمكن بواسطتها الحصول على صورة بحجم صغير لمناظر ممتدة على مساحات كبيرة. تدعى مثل هذه العيينات بالعيينة ذات الزاوية الكبيرة (الشكل ٣ أ). وبالمقابل لا تستوعب العيينات ذات البعد المحرقي الكبير (العيينات البعيدة المدى) سوى مجال صغير من الوسط المحيط لكنها تعرضه مكبراً (الشكل ٣ ج). أما العيينات ذات البعد المحرقي المتوسط والتي ترى الأشياء كما تراها العين البشرية، فتدعى العيينات الطبيعية (الشكل ٣ ب). في العيينات المتغيرة أو ما يسمى بعيينات الزوم يمكن تغيير البعد المحرقي عن طريق إزاحة العدسات ضمن العيينة.

شدة الإضاءة وفتحة الاستضاءة:

بالإضافة إلى البعد المحرقي تختلف العدسات فيما بينها في شدة (أو نسبة) إضاءتها، التي تعطي على شكل رقم يعبر عن نسبة المقطع العرضي للعيينة (قطر العيينة) إلى بعدها المحرقي. إذا كان البعد المحرقي لعيينة ما ٥٠ مم وكان قطرها ٣٥ مم فإن نسبة الإضاءة هي ٣٥:٥٠ أي ١:٤.١ بعيينة كهذه يمكن التقاط الصور تحت إضاءة أقل من تلك التي نحتاجها عند التصوير بعيينة ذات بعد محرقي مماثل ونسبة إضاءة ١:٢ أي أن الضوء يعبرها على مقطع عرضي قطره ٢٥ مم فقط. عملياً وفي أغلب الأحوال لا يمر الضوء عبر كل المقطع. ففي العيينات المزودة بحاجز قزحية وهو فتحة ضوء دائرية متغيرة القطر، يضيق مسار أشعة الضوء العابرة للعيينة ليصبح محصوراً في وسطها. الأمر الذي يحسن نوعية الصورة، في الوقت نفسه يقلل هذا الحاجز كمية الضوء الساقطة على الشريط بما يتناسب مع حساسية الشريط المستخدم. يمكن تعيير فتحة الحاجز حسب درجات محددة، في كل درجة يتم تكبر أو تصغير قطر المقطع العرضي بمعدل ٤١.١ (فتحة الحاجز ٢-٨.٢-٤-٥.٦-٨ إلخ..)، وهذا يعني تنصيف أو مضاعفة سطح الفتحة وبالنتيجة كمية

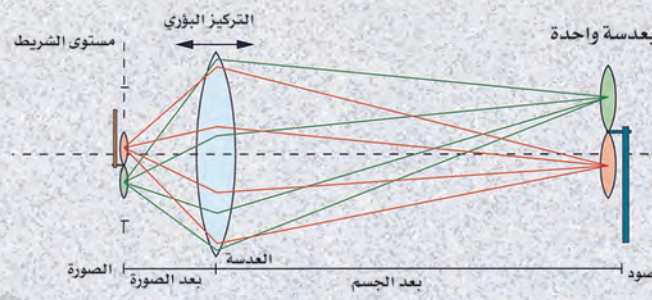
الضوء الساقط. يتم التحكم بفتحة الحاجز الضوئي إما يدوياً عن طريق حلقة عيار توضع على العيينة من الخارج وإما عن طريق محرك كهربائي.

ضبط المسافة والتركيز البؤري:

لا تستطيع عينية الكاميرا التقاط صورة واضحة للأشياء إلا إذا كانت الأخيرة على مسافة محددة منها. يمكن توجيه عينية الكاميرا من أجل التقاط صورة واضحة لأجسام تبعد عنها مسافات مختلفة وذلك عن طريق ضبط بعد الصورة أو البعد المحرقي فيما يسمى التركيز البؤري. تتم العملية من خلال إزاحة نظام العدسات إلى الأمام أو الخلف إما يدوياً بواسطة حلقة ضبط أو بالاستعانة بمحرك كهربائي. نظرياً يمكن للعينية أن تلتقط صورة واضحة لجسم يقع في مجال محدد من المسافة عند بعد محدد للصورة (بعد محرقي محدد). في الواقع يمكن مع بعد محرقي واحد التقاط صور واضحة لعدة أشياء واقعة على مسافات مختلفة من الكاميرا وبالأخص إذا استخدمنا عينية معتمة ذات بعد محرقي قصير (الوضوح الفائق؛ ← كاميرات التحكم الذاتي).

obeikandl.com

❶ التصوير بعدسة واحدة



❷ العينيات المتعددة العدسات

❸ زاوية التقاط الصورة وتغير حجم الصورة مع تغير البعد المحرقي

التصوير الرقمي

لقد انتشر في السنوات الأخيرة التصوير الرقمي إلى جانب التصوير الكيميائي المعروف. ومن أهم فوائد التصوير الرقمي التي لا تخفى على أحد الحصول السريع على صورة جاهزة والتخزين الدائم لها، دون تدهور في النوعية والحذف الفوري لصور الفاشلة ونقل الصور إلى مسافات بعيدة عن شبكات المعلومات، هذا بالإضافة إلى إمكانية معالجة الصور على الحاسوب الشخصي، كما يمكن استخدام الصور الرقمية بالمرونة ذاتها المتاحة في استخدام الأشرطة المرئية (أشرطة الفيديو)، حيث يمكن إدخال مفهوم الفيديو الساكن (أي شريط الصور غير المتحركة). بخلاف تقنيات الاشرطة المرئية التي تعمل اليوم إلى حد بعيد في المجال التمثيلي (باهتزازات كهربائية متغيرة باستمرار) فقد تم التصوير الرقمي بعيداً جداً باتجاه تقنيات الحاسوب.

الكاميرا الرقمية ❶❷

تشبه الكاميرات الرقمية (كاميرا CCD / الشكل ٢) الكاميرات المعروفة في بنيتها إلى حد بعيد. وتزود عادة إما بشاشة أو بمنظار بصري أو بكليهما. يعد الحساس الضوئي نواة الكاميرا الرقمية وهو ما يدعى برقاقة CCD (عنصر الشحنات المرتبطة charge-coupled device / الشكل ٢). إنه عنصر نصف ناقل يتألف من مجموعة من الخلايا الشطرنجية (Pixel)، ويحتل في الكاميرا مكان الشريط. تتجمع الإلكترونات تحت تأثير الضوء في خلايا رقاقة الـ CCD، بحيث يعكس عدد الإلكترونات شدة الضوء الوارد ومدة الإضاءة. ويتم تفريغ الإلكترونات من الخلايا قبل البدء في التقاط الصور. بعد ذلك يتم إسقاط الصورة عبر عينية الكاميرا على سطح الرقاقة، وبعد زمن محد يتم إحصاء محتويات الخلايا من الإلكترونات عن طريق سبر جميع الخلايا، وبالنتيجة تحصل كل خلية (Pixel) على درجة إضاءة محددة. بأخذ القيمة المقروءة من كل خلية وربطها مع إحداثيات الخلية

يتم تشكيل الصورة المنضدة رقمياً. وبعد سبر محتوى الخلايا يتم تخزين معطيات الصورة في ذاكرة خاصة ضمن الكاميرا.

المعالجة الرقمية لمعطيات الصورة ❸

باستطاعة مخزن الصور في الكاميرا (ذاكرة نصف ناقل) أن يخزن عدداً كبيراً من الصور يفوق ما يستوعبه شريط واحد مما يستخدم في الكاميرات المعروفة. وعندما يمتلئ مخزن الصور، لا بد من نقل محتوياته (معطيات الصور) من أجل متابعة عمليات التخزين بهدف الاحتفاظ الدائم بالصور. وتفيد الطريقتان الآتيتان (الشكل ٣) في نقل معطيات الصور المخزنة ومتابعة معالجتها:

- يمكن طباعة الصور على الورق عن طريق طابعة ملونة موصولة بالحاسوب عبر واجهة ربط تسلسلية موصولة مباشرة إلى الكاميرا.
- تنقل معطيات الصور أولاً إلى الحاسوب عبر واجهة ربط تسلسلية وهناك تخزن إما على القرص الصلب أو على قرص مدمج مناسب (CD خاص بالصور). بعد ذلك يمكن طباعة الصور على الورق بالاستعانة بطابعة ملونة.

تؤمن الحواسيب الشخصية بالاستعانة ببرامج خاصة متقدمة إمكانات لا حصر لها في مجال معالجة الصور، تتفوق كثيراً على عمليات التحسين والتركيب المعروفة. فهناك برامج خاصة لمعالجة الصورة تمكن على سبيل المثال من إزالة أو إزاحة أحد أجزاء الصورة ومن تبديل أو تغيير اللون، كما تمكن من دمج عدة صور أو أجزاء صور مع بعضها البعض، كما تمكن من تغيير شدة الإضاءة أو التباين وغير ذلك.

إلى جانب هذه العمليات التي تبتدئ بالتقاط الصورة وتنتهي بطباعتها مروراً بعمليات المعالجة، يمكن للصور الملتقطة بأسلوب تقليدي أن تنضد رقمياً وأن تخزن في الحاسوب وطبعاً أن تعالج مثل غيرها. لذلك يوجد ما يدعى ماسح الشريط (Film Scanner)، الذي يمكنه مسح الأشرطة السلبية أو أشرطة الشفافيات مسحاً بصرياً، ثم تحويلها غلى صور رقمية ونلقها إلى الحاسوب.

حدود التصوير الرقمي:

ما زال التصوير التقليدي الكيميائي يتميز إلى جانب سعره الزهيد بنوعية صور أفضل ويرجع الأمر في هذا إلى دقة تقسيم الصورة. إن شريطاً عادياً للصور الصغيرة قد صور بواسطة كاميرة هواة بسيطة يتمتع بدقة تقسيم تصل إلى ما يقرب من أربعة ملايين نقطة ضوئية. حتى هذه النوعية المتواضعة لم تستطع الكاميرات الرقمية حتى الآن الوصول إليها ولا حتى كاميرات المحترفين الغالية الثمن. وتقف حدود دقة الكاميرات الرقمية اليوم عند حوالي /٨٠٠٠٠٠/ نقطة. ويتناسب هذا تماماً مع دقة شاشة حاسوب جيدة (١٠٢٤ × ٧٦٨ نقطة مضيئة) كما أن نوعية الطابعات الملونة ما زالت تشكل نقطة ضعف في الموضوع.

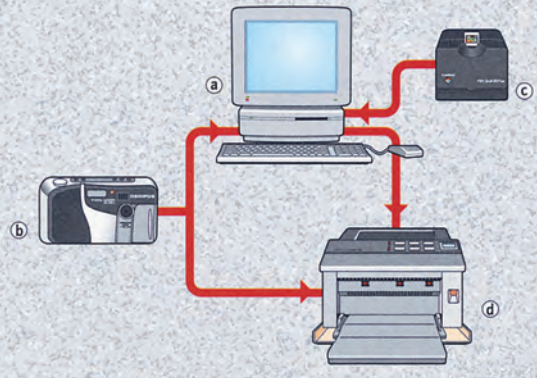
على كل الأحوال يحقق التصوير الرقمي تقدماً سريعاً ونوعية الصورة تتحسن باستمرار، الأمر الذي سيؤدي يوماً ما إلى اضمحلال التفوق النوعي الحالي للتصوير التقليدي. أما بالنسبة للحساسية الضوئية فإن التصوير الرقمي الآن هو المتفوق، إذ يمكن بواسطة كاميرا CCD التقاط الصور في ضوء ضعيف جداً، الأمر الذي يستثمر في التقاط صور النجوم في مجال علم الفلك.

obeikandl.com

❶ كاميرا رقمية فيها شاشة لمراقبة الصورة

❷ رقاقة CCD

❸ تجهيزات معالجة الصورة رقمياً



ⓐ حاسوب شخصي
ⓑ كاميرا رقمية
ⓒ ماسح الشريط
ⓓ طابعة رقمية ملونة

obeikandl.com

نظام التصوير المتقدم

يعاني عادة مستخدمو أشرطة الصور الصغيرة ذات العبوة الملفوفة من عدة سيئات:

- تلقيم الشريط وتجهيزه ضمن الكاميرا معقد نسبياً.
- لايمكن استخدام شريط جديد إلا بعد الانتهاء من تصوير الشريط الأول كاملاً. إذ لا يمكن التصوير على أكثر من شريط في كاميرا واحدة في الوقت نفسه، مثلاً عند الحاجة إلى التصوير على شريطين بحساسية ضوئية مختلفة.
- تترافق عملية التخزين والتنسيق للأشرطة بعد تظهيرها بعدة مشاكل، يذكر منها على سبيل المثال خطر تضرر الشريط الحساس أثناء التخزين.

لقد تم تطوير نظام التصوير المتقدم (Advanced Photo System: APS) من أجل تسهيل عملية التصوير خصيصاً للهواة ويتضمن هذا النظام ثلاثة عناصر رئيسية هي:

- شريط تصوير خاص (Film Cassette – APS).
- كاميرا APS خاصة.
- مختبر تظهير مزود بتجهيزات خاصة.

شريط APS ❶ ❷ ❸

تشبه كاميرات APS (الشكل ١) في مظهرها الخارجي وبنيتها إلى حد بعيد كاميرات الصور الصغيرة التقليدية ويوجد منها كاميرات ذات منظار وآخر ذات مرآة عاكسة. من ميزات الشريط المصغر الجديد (APS-Film Cassette) الذي يلتف على بكرة ضمن عبوة مصغرة، أن تلقيمه وتجهيزه ضمن الكاميرا أسهل كثيراً من شريط الصور الصغيرة التقليدية. إذ يتم إدخاله في الكاميرا كأية مدخرة جافة، ولاداعي لضم طرفه إلى ملفاف السحب ولا إلى قمطه.

obeikandl.com

يتألف الشريط (الشكل ٢) من مجال أوسط عريض حساس للضوء ومجالين جانبيين على الطرفين. تخزن معلومات الصور الملتقطة في المجال الأوسط الذي يبلغ عرضه /٦,١٧ مم/ أي أضيق من الشريط التقليدي /٣٥ مم). أما المجالين الطرفين فهما ممغنطين جزئياً ويمكنهما تخزين المعلومات بما يشبه أشرطة الصوت والصورة المتحركة. كما يوجد في كاميرا APS رأس تسجيل مغناطيسي يسجل أثناء التقاط الصورة معطيات مرافقة (مثل معطيات الإضاءة والضوء الوامض المستخدم) بالإضافة إلى معطيات التصنيف (الوقت والتاريخ). هناك بعض الكاميرات بإمكانها أيضاً تسجيل كلمة لها علاقة بالصورة (مثل زفاف - رحلة). ويحتوي المجال الجانبي من الشريط إلى جانب المساحات الممغنطة القابلة للكتابة على معلومات مخزنة بصرياً (ملاحظات)، يمكن قراءتها من قبل نظام التحكم والحصول منها على معلومات عامة حول الشريط (مثل حساسية الشريط أو عدد الصور) وكذلك على معلومات خاصة بكل صورة (مثل رقم الصورة).

من أهم فوائد شريط APS أنه يمكن تبديل الشريط في أي وقت واستخدام آخر مكانه في الكاميرا حتى لو كان تصويره غير مكتمل. وعند إعادة وضعه في الكاميرا يلحظ نظام التحكم فيها من المعلومات المخزنة على الشريط النقطة (المكان) الذي وصل إليه الشريط في التقاط الصور، فيعمل على لف الشريط إلى تلك النقطة (لمتابعة التصوير). الأمر الذي يسمح بتصوير عدة أشرطة في كاميرا واحدة في الوقت نفسه.

عند التقاط الصورة يمكن للمصور اختيار أبعاد الصورة من بين ثلاثة أنماط متاحة (الشكل ٣):

- النمط الأساسي وفيه تكون نسب أبعاد الصورة مساوية لأبعاد شاشات التلفزة الحديثة لذا يسمى (HDTV: High definition television).
- بحذف الحواف الجانبية لنمط HDTV نحصل على النمط التقليدي ذي الأبعاد المتناسبة مع شريط الصور الصغيرة في التصوير التقليدي.

● وبحذف حافتي الصورة العليا والسفلى نحصل على النمط الشامل (البانورامي) الذي يناسب على سبيل المثال تصوير حش مؤلف من مجموعة أشخاص.

تظهير ومعالجة شريط APS

في المختبرات المجهزة بمعدات APS تتم قراءة المعلومات التقنية المخزنة على الشريط، وبناءً عليها تجري له عملية التظهير على النحو الأمثل. ويمتاز الـ APS بأن الشريط المظهر يبقى داخل عبوته، وبذلك تتم حمايته من التلف. ولبيان محتوى الشريط المظهّر يرفق معه دليل مطبوع يعرض كل الصور الموجودة على الشريط في صفحة واحدة.

تعتمد طريقة تصوير الـ APS على الطرق الكيميائية التقليدية. ويمكن عند الحاجة (لعرضها على الحاسوب ومعالجتها مثل) تحويلها إلى النظام الرقمي بالاستعانة بماسحة ضوئية (التصوير الرقمي ←).

آفاق مستقبلية:

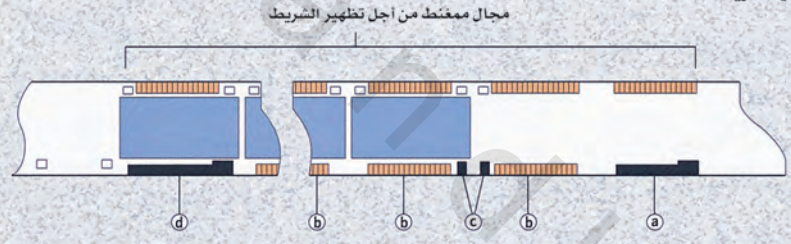
يشكل نظام الـ APS عبر تجاربه (كاميرا الجيب وكاميرا القرص وغيرها) جهوداً جيدة تهدف إلى مزاحمة شريط الصور الصغيرة المستخدم في التصوير الضوئي منذ عام ١٩١٥. هنا لا يقاس نجاح الـ APS بمقارنته فقط مع هذا الشريط الذي ثبتت فعاليته، لكنه في تنافس أيضاً مع التصوير الرقمي الحديث الذي لا يحتاج إلى شريط.

بالمقارنة مع التصوير الضوئي التقليدي فإن فوائد أشرطة الـ APS تتركز بشكل رئيسي في طريقة التصنيف الجيدة وإمكانية التبديل وسهولة الاستخدام.

obeikandl.com

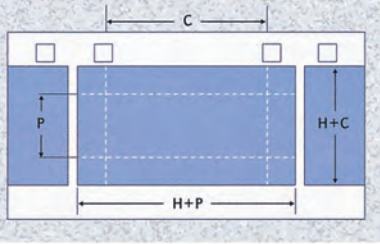
❶ عملية وضع عبوة APS في كاميرا - APS

❷ بنية شريط APS



ⓐ علامات بصرية تدل على المنتج
ⓑ معلومات مغناطيسية عن الكاميرا
ⓒ معلومات بصرية عن الكاميرا
ⓓ معلومات بصرية من المنتج عن كل صورة

❸ أبعاد صور الـ - APS



C: النمط التقليدي
H: أبعاد شاشة التلفاز
P: النمط البانورامي

مصابيح الوميض الساطع

لا يكفي الضوء الناتج عن الإنارة المعتادة لالتقاط صور واضحة وخاصة في الغرف المغلقة، كما أن الضوء العادي يعد غير موجه بشكل كاف وغير مركز. ومن أجل إضاءة الجسم المستهدف على النحو اللازم يحتاج المصورون إلى إضاءة إضافية خاصة. ففي قاعات التصوير (الاستوديوهات) تستخدم مصابيح إنارة قوية موجهة لضمان الإضاءة المستمرة اللازمة لتصوير المشاهد المتحركة أما في حالة التقاط الصور الثابتة فتكفي إضاءة وامضة لفترة وجيزة.

في السابق كانت تقنية الضوء الوامض تعتمد على إشعال شريط من المغنزيوم أما اليوم يكاد يقتصر الاستخدام على أجهزة الإضاءة الإلكترونية ذات الأنبوبة (أجهزة الموامض الإلكتروني) التي يصدر ضوءها عن مصباح انفراغ غازي.

طريقة العمل: ❶

تحتوي المصابيح الوامضة الإلكترونية على أنبوبة مليئة بالغاز النادر (الخامل) وفيها ثلاثة أقطاب (إلكترودات) كما في الشكل (١). تطبق على إلكترود القدح نبضة قصيرة الأمد بتوتر (١٠٠٠٠) فولت تقريباً يؤدي إلى تشرد الغاز ضمن الأنبوبة أي أن بعض الإلكترونات تتحرر من الذرة وتصبح حرة الحركة. الأمر الذي يحول الغاز من عازل إلى ناقل كهربائي مما يسمح بمرور تيار عال نسبياً لفترة قصيرة عبر الإلكترودين الآخرين مسبباً توهج الغاز على شكل إضاءة وامضة سريعة شبيهة بالبرق.

يتم توليد التوتر العالي اللازم لإلكترود القدح بطريقة مشابهة لعملية توليد شرارة الإشعال في محرك البنزين، هذا يعني أنه يتم توليد التوتر عن طريق وشيعة ثم يرفع هذا التوتر إلى المستوى المطلوب حسب مبدأ المحول الكهربائي. أما التيار العالي المسؤول عن توليد الوميض الساطع فينتج عن مكثف يتم شحنه بتوتر يقارب الـ (٥٠٠) فولت قبل إطلاق الوميض. للحصول على هذا التوتر العالي نسبياً من

مدخرة الكاميرا يستخدم معرج تيار يرفع توتر المدخرة الضئيل (عدة فولتات) إلى المستوى العالي المطلوب.

التزامن:

لا يدوم الضوء الوامض الناتج عن جهاز الإلكتروني إلا فترة قصيرة (غالباً دون ١/١٠٠٠ من الثانية) بما أن الإنارة شديدة فإن الطاقة الضوئية كافية لإنارة الصورة ولا بد هنا من وجوب تطابق (تزامن) لحظة إشعال الضوء الوامض تماماً مع زمن فتح خطار الكاميرا هذا الأمر ليس مشكلة في الكاميرات ذات الخطار المركزي إذ يكفي أن يكون الخطار مفتوحاً في لحظة إضاءة الضوء الوامض وبذلك يتم إضاءة كامل الصورة الملتقطة بالضوء الوامض أما في الكاميرات ذات خطار الشق الشرائح فلا يضاء في أزمنة الإضاءة القصيرة إلا جزء صغير من الصورة.

إذن فإن الضوء الوامض في هذه الحال سيعطي صورة واضحة إلا على جزء صغير من الشريط لهذا لا يمكن للكاميرات ذات خطار الشق أن تعمل بتزامن مع الضوء الوامض إلا عندما يكون زمن الإضاءة طويل نسبياً (١/٦٠ من الثانية مثلاً) هنا يكون عرض الشق كبيراً بحيث يسمح خلال فترة قصيرة بفتح كامل للستارة وفي هذه الفترة الزمنية يتم قدح الضوء الوامض ويتم تحقيق ذلك عن طريق تماس تزامن موصول مع الحظار.

ضبط الاستضاءة:

عن الحاجة إلى الضوء الوامض في التصوير وبغض النظر عن مشكلة التزامن فإن عملية ضبط زمن الإضاءة هي مسألة ثانوية يتم تحديد الإضاءة من خلال مصباح الوميض والحاجز الضوئي في الكاميرا في المصابيح (الوميض) القديمة كانت الطاقة الضوئية المنبعثة دائماً ثابتة ويتم الحصول على كمية الإنارة المطلوبة حصراً عن طريق ضبط الحاجز الضوئي أما المقياس في ذلك فهو ما يسمى برقم الإضاءة للمقياس وفيه تعرف فتحة الحاجز الضوئي اللازمة من أجل جسم يرصد

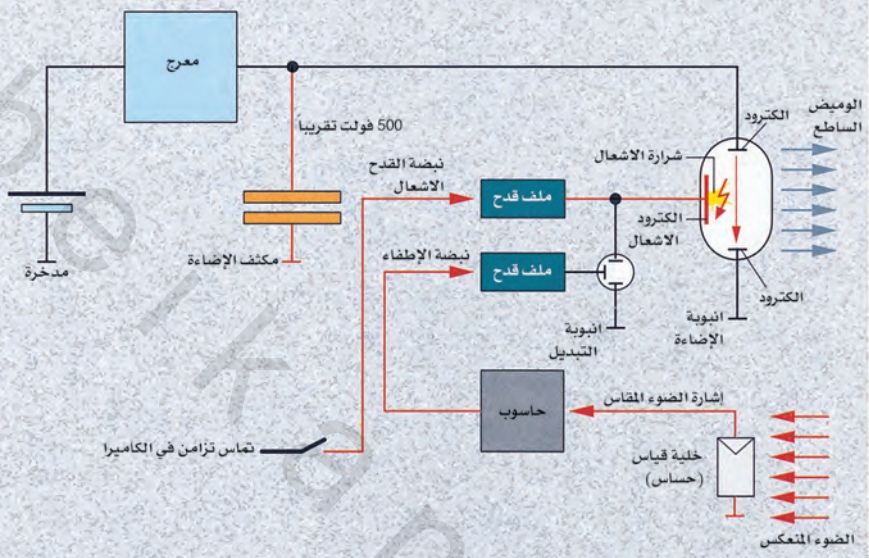
على مسافة محدودة عند استخدام مصباح وميض عالي الاستطاعة وذي رقم إضاءة كبيرة يمكننا اختيار فتحة إضاءة صغيرة نسبياً حى لو كان الجسم المستهدف بعيداً عن الكاميرا.

مصابيح الوميض الحاسوبية: ❷

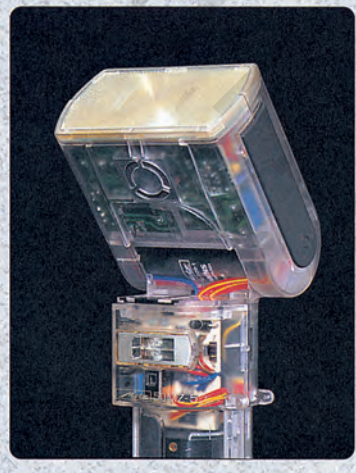
تعير مصابيح الوميض الحديثة طاقة الوميض بشكل آلي، تحتوي مصابيح الوميض الحاسوبية الشكل ٢ على حساس إضاءة يمكنه بالاستعانة بثنائي ضوئي قياس كمية الإضاءة المنعكسة عن الجسم المرصود وبناءً عليه يعطي الأمر بإطفاء المصباح عند كمية إضاءة محددة ولإطفاء شرارة القدح تستخدم أنبوبة ثانية تعمل بذات الأسلوب الذي تعمل به أنبوبة الوميض، لكنها لا تصدر أي ضوء فعندما يتشرد الغاز في أنبوبة التبديل هذه بسبب نبضة الفصل، فإنها ستحول مسار شرارة القدح وسينطفئ المصباح على الفور.

إن عملية ضبط الطاقة الضوئية اللازمة للإنارة المطلوبة للجسم المرصود عبر فتحة محددة للحاجز الضوئي تتم بشكل دقيق خاصة إ ذا وضع حساس الإضاءة المسؤول عن قياس كمية الضوء المنعكسة خلف عينية الكاميرا وليس على مصباح الوميض وقدر وعي هذا الأمر في الكاميرات الحديثة.

❶ المخطط الوظيفي لمصباح وميض حاسوبي



❷ مصباح وميض حاسوبي حديث
(نموذج شفاف)



مصابيح الوميض الساطع

كاميرات التحكم الذاتي

في الماضي كان على المصور مراعاة كثير من العوامل المؤثرة المختلفة، التي تؤدي دوراً حاسماً في الحصول على صورة واضحة ذات إضاءة صحيحة. أما الآن فيؤازره في عمليات الضبط حاسوب صغري موجود في الكاميرا، إذ يستطيع المصور الآن التركيز على الجسم المرصود. مع ذلك تتيح كاميرات التحكم الثمينة للمصور فرصة التدخل لتعديل بعض القيم بحسب خبرته.

التحكم بالاستضاءة:

تتأثر الاستضاءة بشدة الإضاءة، وهذا يعني بكثافة الضوء الساقط على الشريط، وبزمن الاستضاءة وهو زمن تأثير الضوء على الشريط. فلتحقيق استضاءة يجب ضبط كل من فتحة الاستضاءة وزمنها بما يتناسب مع إنارة الجسم المرصود. نظرياً هناك أكثر من حالة توافق بين مقدار الفتحة وزمن الاستضاءة للحصول على استضاءة جيدة لصورة واحدة. لكنها تعطي أيضاً انطباعاً مختلفاً في كل حالة، لأن فتحة الاستضاءة تؤثر على وضوح العمق (الشكل ١)، أما زمن الاستضاءة الطويل فيؤدي إلى عدم وضوح الأجزاء المتحركة (الشكل ٢). فللحصول على وضوح جيد وفي ذات الوقت لتجنب اهتزاز الصورة ما أمكن، يعمد إلى إيجاد استضاءة وسطية تنتج عن تصغير فتحة الاستضاءة وتقصير زمنها قدر الإمكان. إن التوصل إلى هذا الحل التوفيقي هو من مهام أجهزة التحكم بالاستضاءة، المسيرة بواسطة برنامج حاسب الاستضاءة.

قياس الضوء:

يقيس مقياس الاستضاءة أولاً إنارة الجسم المرصود بواسطة حساسات إضاءة. وهناك إمكانات مختلفة لتحديد إنارة جزء ما من الجسم. تعد طريقة القياس التكاملي المتركز وسطياً واسعة الانتشار، وهي تنطلق من أن أهم جزء من الجسم المرصود هو الذي يظهر في وسط الصورة. لذلك تحسب القيمة الوسطية للإنارة

نتيجة لمسح جزء كبير نسبياً يشمل وسط الصورة. وتفيد طريقة قياس الاستضاءة موضعياً (القياس الانتقائي) في ضبط الاستضاءة بحسب إنارة جزء واحد محدد من الجسم المرصود، حيث تقاس إضاءة ذلك الجزء المختار من الجسم وتخزن في ذاكرة مؤقتة، ثم تعتمد في عملية التحكم بزمن الاستضاءة عند التقاط الصورة. إلى جانب هاتين الطريقتين هناك عدد كبير من الطرق المختلطة، التي تقسم فيها الصورة إلى قطاعات متعددة تقدر بشكل متفاوت.

برامج الاستضاءة ❶ ❷

بعد تحديد شدة الإضاءة المثالية عن طريق حاسب الاستضاءة، تضبط فتحة الاستضاءة أو زمنها أو كلاهما معاً بالاستعانة ببرنامج خاص. في التحكم الزمني يحدد المصور فتحة الاستضاءة من أجل تحديد وضوح العمق على النحو المطلوب في تصوير شخص أو منظر طبيعي على سبيل المثال. ويبقى دور حاسب الاستضاءة في تعيير زمن الاستضاءة المناسب لهذه الفتحة. أما في تصوير الأحداث المتحركة (مثل النشاطات الرياضية) فإن التحكم بفتحة الاستضاءة هو الأنسب، حيث يختار زمن الاستضاءة قبل التصوير، إما قصيراً بما يكفي لتجميد حتى الحركات السريعة، وإما طويلاً كافياً للحصول على «أثر المشح» بسبب عدم الوضوح الناتج عن الحركة ثم تضبط فتحة الاستضاءة بما يتناسب مع الزمن المختار. إن برنامج التحكم بقيمة واحدة – سوءاً كانت فتحة الاستضاءة أو زمنها – لا يستغل كل مجال الاستضاءة المتاح بشكل جيد، إذ سرعان ما يصطدم بحدود هذا المجال. لذلك أدخل إلى الكاميرات الحديثة نظام تحكم إضافي يمكنه التحكم بفتحة الاستضاءة وزمنها في آن واحد.

التركيز البؤري الذاتي ❸

في الكاميرات ذات نظام التركيز البؤري الذاتي يقاس بعد الجسم المرصود عن الكاميرات بشكل آلي ثم يضبط البعد المحرقي للعيينة بناءً عليه. وتختلف الأنظمة

بحسب مبدأ عملها، فهناك مثلاً أنظمة ترسل إشارات نبضية فوقصوتية وتحسب بعد الجسم من الإشارة المرتدة، وبإمكان هذه الأنظمة العمل في الظلام.

يزداد اليوم استخدام أنظمة التركيز البؤري الذاتي السلبية، التي تقيس البعد على نحو غير مباشر معتمدة على أن الصور غير الواضحة تبدي عادةً تبايناً ضعيفاً أي فروقاً ضئيلة بين الضوء والظلام في المناطق المتجاورة. بقياس التباين (الشكل ٣) يمكن الحكم على وضوح الجسم المرصود، حيث ينعكس الجسم على زوج من الخلايا الضوئية عبر مرآتين إحداهما ثابتة والأخرى قابلة للدوران ومرتبطة بجهاز تحريك العيينة. تتم مطابقة الصورتين ومن ثم تقريبهما من بعضهما بإزاحة المرأة الدوارة (تحريك العيينة) إلى أن يظهر التباين الأعظمي.

تظهر بعض الصعوبات مع الأجسام ذات التباين الضعيف أو الأجسام المتحركة بسرعة التي يقع مركزها على حافة الصورة.

obeikandl.com

❶ تأثير فتحة الاستضاءة على وضوح العمق من أجل أزمنة استضاءة قصيرة

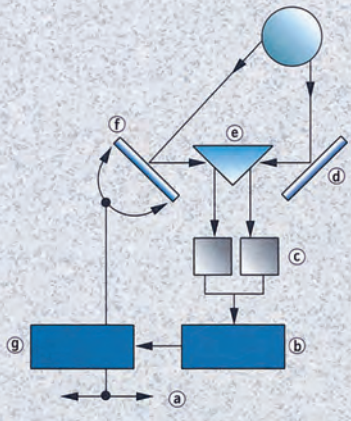
ⓐ فتحة استضاءة صغيرة في وضوح عمق جيد

ⓑ فتحة استضاءة كبيرة وضوح عمق ضعيف

❷ تأثير زمن الاستضاءة على وضوح الحركة

تظهر الأشياء المتحركة غير واضحة
بسبب زمن الاستضاءة الطويل

❸ تركيز بؤري ذاتي بمساعدة مطابقة التباين



ⓐ تحريك العينية
ⓑ دارة القياس (قياس التباين)
ⓒ الخلايا الضوئية (قياس الإنارة)
ⓓ مرآة ثابتة
ⓔ موشور
ⓕ مرآة دوارة (مرتبطة مع العينية)
ⓖ دارة التحكم

obeikandl.com

التحكم الآلي في الكاميرات

التصوير الثلاثي الأبعاد (الهولوغرافيا)

تم تظهير مبدأ الهولوغرافيا عام ١٩٤٧ وهو عبارة عن أسلوب لإنشاء رسوم وصور ثلاثية الأبعاد للأجسام، وبه يمكن الحصول على صورة مجسمة كاملة المعالم للأشياء (وذلك ما يسمى بالهولوغرام)، تؤدي اليوم الهولوغرام المعززة بتنقيات الليزر (الليزر ⟵) دوراً هاماً ليس في التصوير والفن والتسلية فحسب، وإنما أيضاً في تقنيات الأمان واختبار المواد والطلب وفي تخزين المعلومات.

المقارنة مع التصوير الضوئي:

يعتمد التصوير الضوئي في الإضاءة على الشمس أو على مصباح وميض، حيث يتم تجميع الأشعة الضوئية المنعكسة عن الجسم المرصود (بما في ذلك لون الضوء وشدته) وتركّز في مستوى محرق العدسة لتخزين على طبقة حساسة للضوء. هنا يتم تشكيل صورة سطحية للجسم في تصوير ثنائي البعد. المهم في هذه الطريقة أنها تضيع الانطباع الخاص بالعمق الفراغي. حتى أن التصوير المجسم الذي يشكل صورته من زاويتين مختلفتين لا يستطيع تعويض هذا النقص، ففيه تكون نقطة المراقبة ثابتة، مما يؤدي لأن تضيع معالم الأجزاء التي تكون مختفية خلف بعضها البعض أثناء التقاط الصورة.

كل هذه العيوب سببها أن للضوء صفة إضافية يكتسبها من زاوية طوره، أو بكلام آخر من أجزاء الموجات المشوهة طبقاً لسطح الجسم الخارجي. أما موجات الجسم الثلاثية الأبعاد هذه فتتضمن جميع معلومات الجسم المرصود بما فيها المعلومات الفراغية، التي لا يستطيع التصوير الضوئي التقليدي احتواءها. وقد كانت الهولوغرافيا – مع أنها لا تحتاج إلى عدسات – هي التقنية الأولى التي أمكنت من تسجيل الموجة الثلاثية الأبعاد المعكسة عن الجسم على طبقة ضوئية مستخدمة أشعة الليزر. ولدى عرض الصور الهولوغرافية نرى فيها تفاصيل حتى للأجزاء التي كانت تغطي بعضها بعضاً.

تسجيل الهولوغرام (التقاط الصور بالهلولوغرافيا) ❶

يظهر الشكل (١) مبدأ التقاط الصور الهولوغرافية، يضاء الجسم المرصود بحزمة ليزر عريضة. إن أشعة الجسم الصادرة من منبعها بشكل متسق تماماً تحمل بعد انعكاسها عن الجسم المرصود تشوهات مميزة في شكل نموذج فراغي معقد وتسقط على صفيحة ضوئية تتم إضاءتها في ذات الوقت بواسطة حزمة ليزرة شقيقة غير مشوهة (حزمة مرجعية). تمرر بجانب الجسم المرصود وتسقط على الصفيحة الضوئةي جانبياً بعد انعكاسها على مرآة. وتتراكب جبهتا الموجتين على سطح الصفيحة الضوئية. بعد التظهير يظهر عليها شكل معقد من الخطوط والدوائر المتقاربة جداً إلى بعضها يدعى الهولوغرام (الشكل ١-ب) وهو على أية حال لا يبدو للعين كجسم محدد. كما يحتوي إلى جانب شدة الضوء طور جهة الموجة المنعكسة عن الجسم. ويشترط في هذه التقنية أن تكون حزمتا الليزر على علاقة زاوية طور ثابتة في ما بينهما وأن لا يؤثر على ذلك سوى السطح الخارجي للجسم المرصود.

إعادة عرض الهولوغرام ❶

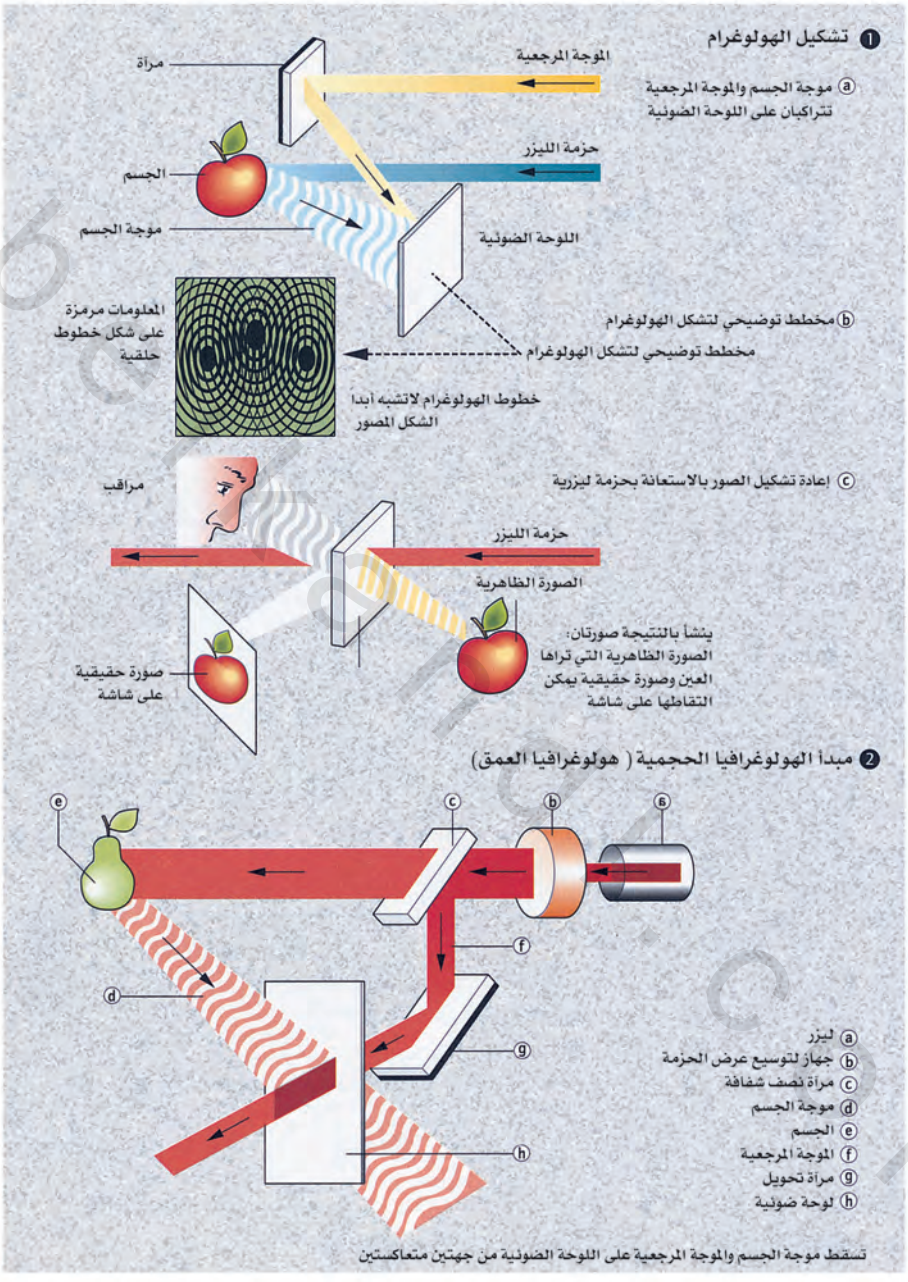
للحصول على موجة الجسم الثانية من الهولوغرام، تتم إضاءته بحزمة ليزرية عريضة من الجهة ذاتها. التي أتت منها الحزمة المرجعية عند التقاط الصورة (الشكل ١-ج) ويتأثر ضوء الليزر الساقط على الشكل المعقد الموجود على لوحة الهولوغرام بحيث تتابع موجاته طريقها تبعاً للطور والشدة وكأنها قادمة من الجسم المصور، وتظهر صورة ظاهرية له تماماً في المكان الذي كان فيه عند التقاط الصورة. يمكن للعين النظر من الخلف عبر الهولوغرام حيث بإمكانها رؤية الجسم ولا تستطيع التمييز بين الصورة والحقيقة. ويمكن للمراقب إذا حرك رأسه أن يرى الصورة من عدة زوايا بحيث يظهر له الجسم بعمقه الفراغي. وفي الوقت نفسه يعبر ضمن عملية إعادة التشكيل جزء من جبهة الموجة المتأثرة بالهولوغرام وباجتماع

النقاط تتشكل في جهة المراقب صورة حقيقية ثلاثية الأبعاد أيضاً. يمكن تخزينها على صفيحة ضوئية لكنها بالطبع ستخسر عمقها الفراغي.

استخدام الهولوغرافيا في أخذ الصور ❷

يعد الهولوغرام الحجمي (هولوغرام العمق) أحد أهم المناحي المثيرة في تطور التصوير الهولوغرامي وفيه يمكن الحصول على صور حقيقية فراغية ملونة بواسطة الضوء الأبيض المعتاد. يعتمد المبدأ على سقوط موجة الجسم والموجة المرجعية على طبقة ضوئية سميكة من جهتين متعاكستين (الشكل ٢) حيث تنتشر البنية الهولوغرافية في عمق الطبقة الضوئية. فإذا استخدم المرء في التصوير حزماً متعددة من الليزر المختلف الألوان فسيولد كل لون تشكيلاً خاصاً به في عمق لوحة التصوير، وعند تجميع الصورة بواسطة الضوء الأبيض سيتم ترشيحه مشكلاً الألوان التي استخدمت أثناء التقاط الصورة. وبما أنه يمكن تخزين عدة صور على لوحة واحدة، يمك أثناء التصوير وإعادة التشكيل تدوير اللوحة بزاوية بسيطة في كل مرة للحصول على سلسلة من الهولوغرامات المستقلة عن بعضها وإعادة تشكيلها.

obeikandl.com



الهولوغرافيا