كيف تعمل الكاميرا

إعداد

م / عبد المجيد أمين الجندي

أغسطس 2009

:

شكر خاص لكل من شارك في مراجعة هذا الملف التعليمي

م/ لؤي محيي قام بمراجعة الباب الأول المقدمة

م/ محمد سعيد قام بمراجعة الباب الثاني كاميرا الصور الثابتة

م/ مصطفي محروس قام بمراجعة الباب الثالث فكرة عمل فيلم الكاميرا

تحت إشراف

م / أحمد عبد القادر

شركة صان مصر - موقع ميدور

جدول المحتويات

عين الإنسان 8
مكونات عين الإنسان 8
كيف تتحرك العين 11
كيف تعمل الرؤية الصناعية 12
كيف تعمل شبكية العين 13
تركيب عين الإنسان 13
تعتمد عملية الرؤية على أربعة مراحل أساسية وهي : 13
الرؤية الصناعية 15
الشريحة الالكترونية الأولى Artificial Silicon Retina (ASR) 15
الشريحة الالكترونية الثانية Artificial Retina Component Chip (ARCC) 16
كاميرا الصور الثابتة 17
تاريخ التصوير: 18
كيف تعمل الكاميرا؟ 19
الأساس الفيزيائي للتصوير 20
التركيز أو التبئير Focus 22
العلاقة بين شكل العدسة وحجم الصورة 24
تخزين الصورة 25
إلتقاط الصورة 25
التحكم في كمية التعريض 26
أولاً التحكم في كمية الضوء الذي ينفذ من العدسة إلى الفيلم 26
ثانياً التحكم في فترة تعريض الفيلم للضوء 27
آلية عمل الكاميرا اليدوية 28
الخلاصة 29
كيف تعمل عدسة التقريب 30
البعد البؤري 30
كيف تعمل عدسات التقريب المركبة 31

كيف يعمل فيلم الكاميرا؟ 38
أساسيات هامة 38
الضوء والطاقة الضوئية 39
مكونات الفيلم 40
خيارات متعددة للفيلم 41
سرعة الفيلم 41
التقاط الصورة وعلاقته مع سرعة الفيلم 42
التقاط الصورة وعلاقته مع التعريض الضوئي 43
تحميض الأفلام الأبيض والأسود 44
تحميض الأفلام الملونة 45
طباعة الصور الأبيض والأسود 46
طباعة الصور الملونة 47
كيف تعمل الكاميرا الرقمية؟ 49
أساسيات 49
كاميرات بدون فيلم ! 50
المجس مزدوج الشحنة (CCD) : 51
فكرة عمل العنصر مزدوج الشحنة 52
الدقة 53
بعض مستويات الدقة : 53
كيف تلتقط الكاميرا الرقمية الألوان ؟ 54
مرشح قرص دوار 56
التعريض والتركيز 57
الكاميرات الرقمية يمكن ان تكون مزودة بأحد الأنواع الأربعة التالية : 58
نقل الصورة إلى الحاسوب وتخزينها 58
الخلاصة 60
كاميرا الفيديو 62
كيف تعمل كاميرا الفيديو 63
أساسيات 63
العنصر مزدوج الشحنة 66
كيف تلتقط كاميرا الفيديو الألوان 68
مرشح قرص دوار 69

كاميرات الفيديو الرقمية 70
العدسات 70
نظام التركيز الأوتوماتيكي autofocus 71
فتحة العدسة Iris 72
أنواع الكاميرات و طرق التسجيل Formats 73
أولاً النوع التناظري Analog Formats 73
Standard VHS 73
النوع VHS-C 73
كاميرات الفيديو من نوع Super VHS 74
النوع Super VHS-C 74
النوع 8mm 75
النوع Hi-8 75
ثانياً النوع الرقمي Digital Formats 76
النوع MiniDV 76
النوع Digital8 76
النوع DVD 77
النوع ذو ذاكرة للتخزين Memory card 77
مصطلحات علمية 87

التدخين:

للتدخين ثلاث فوائد :

المدخن لايشيب شعره

لايسرق بيته اللصوص

تخاف منه الكلاب

وذلك للأسباب التالية

يموت المدخن صغيرا فلا يشيب شعره

دائم السعال وخاصة عند النوم فيظن اللصوص أنه مستيقظ

يضعف جسمه فيستخدم عصا يمشي بها فتخاف منها الكلاب

الجزء الأول

مقدمة

مما لا شك فيه أن الكاميرات بكافة أنواعها تلعب دورا حيويا وهاما في مجتمعاتنا وفي عصرنا الحاضر، وتعتبر من أهم مخترعاتنا التي ساهمت في تنمية مجالات كثيرة ومتنوعة مثل المجالات التعليمية والعلمية والثقافية والأمنية وغيرها الكثير.

الكثير من مخترعات الإنسان علي مر العصور فضلا عن العصر الحديث مستوحي من الطبيعة من حولنا ، من هذه المخترعات والتطبيقات آلة الكاميرا . ولكي ندرك ذلك أكثر هيا بنا ندرس عين الإنسان والتي بدراستها ومعرفة كيف تؤدي وظيفتها سنتعرف أسرع علي فكرة عمل الكاميرا.

ملاحظة:

إذا كنت تعرف فكرة عمل عين الإنسان فتخطي هذا الجزء إلي الجزء التالي مباشرة.

عين الإنسان

مكونات عين الإنسان

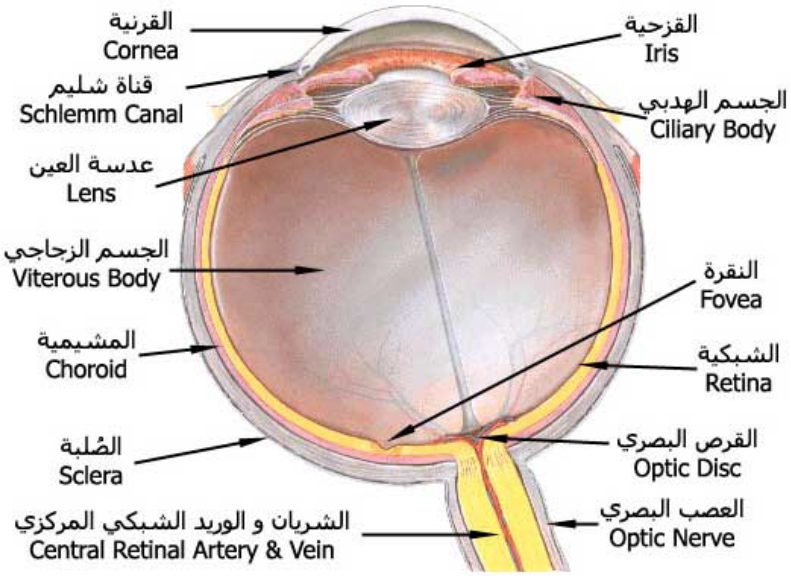
كما في الشكل (رقم 1–1) تتكون العين (كرة العين) من ثلاث طبقات و هي من الخارج للداخل :

1– الصُلبة Sclera : و هي الطبقة الخارجية للعين و تتكون من نسيج ضام قوي غير شفاف لحماية العين ، الصُلبة لا تمتص الضوء بل تعكسه و لهذا لونها أبيض. تلف الصُلبة معظم كرة العين إلا الجزء الأمامي الذي هو قرنية العين الشفافة .

2– المشيمية Choroid : و هي الطبقة التي تقع بين صُلبة العين و شبكية العين ، و المشيمية تحتوي على شبكة غنية من الأوعية الدموية و وظيفتها الأساسية هي دعم شبكية العين و توفير الغذاء و الأوكسجين لها .

3– الشبكية Retina : و هي الطبقة الداخلية للعين و تغطي ثلثي كرة العين من الداخل الجزء الخلفي.
الشبكية هي الطبقة التي تحتوي على المُستقبلات الضوئية Photoreceptors و المسؤولة عن البصر ، حيث أنها تستقبل الضوء الواقع عليها و تحوله لإشارات كهربائية تنتقل عن طريق الألياف العصبية البصرية و التي تتجمع في القرص البصري Optic Disc أو الذي يُسمى كذلك بالبقعة العمياء (حيث أن القرص البصري لا يحتوي على مستقبلات ضوئية) لتكوين العصب البصري.

و تحوي الشبكية على النُقرة Fovea و هي عبارة عن بقعة مقعرة في الشبكية تحتوي على كميات كبيرة من المُستقبلات الضوئية و تستخدمها العين للبصر الحاد ، أي بأن العين تلتف ليقع الضوء على هذه البقعة .



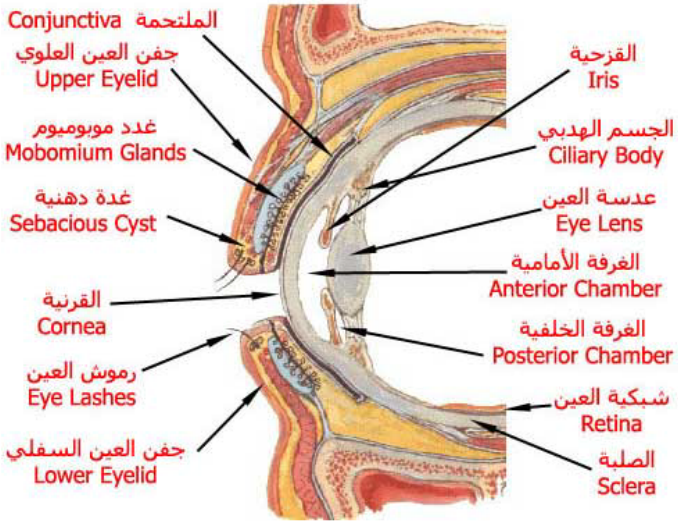
1–1 مكونات كرة العين

يملأ كرة العين الجسم الزجاجي Viterous Body و هو عبارة عن جسم هلامي شفاف يُحافظ على كرويتها.و يتصل من الأمام بالجسم الهدبي Ciliary Body و هو عبارة عن عضلات تتحكم في شكل عدسة العين بحيث إذا تقلصت يقل تحدب العدسة و إذا ارتخت يزيد تحدب العدسة و هذه العملية هي التي تُركز الضوء على الشبكية للإبصار على حسب بعد الجسم عن العين .

أمام عدسة العين تكون القزحية Iris و هي التي تُعطي العين لونها ، و تتكون القزحية من عضلات دائرية و عضلات شعاعية و في الوسط الفتحة التي تُسمى بؤبؤ العين (حدقة العين) Pupil العضلات الدائرية تضيق بؤبؤ العين و الشعاعية تُوسع بؤبؤ العين حسب كمية الضوء ، ففي الظلام يتوسع بؤبؤ العين للسماح لأكبر كمية من الضوء الدخول للعين لتسهيل الرؤية ، و عندما يكون الضوء ساطع يضيق بؤبؤ العين لتكون الرؤية واضحة و ليست مشوشة .

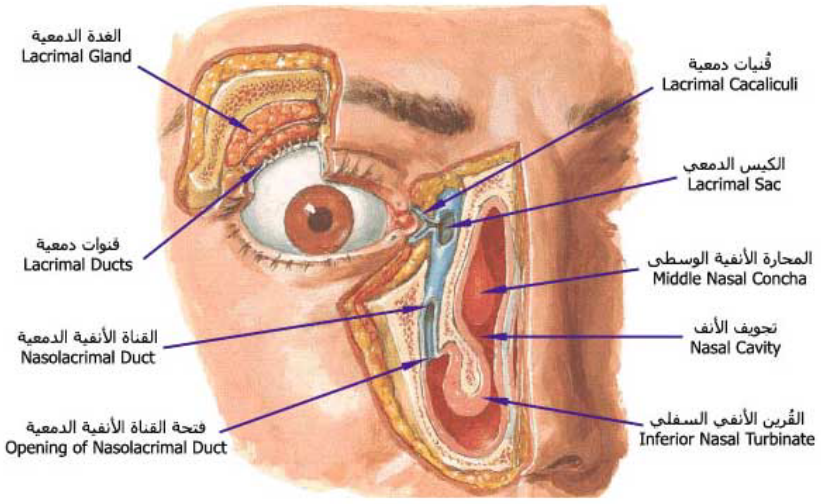
بعد القزحية و في مقدمة العين تكون القرنية Cornea و هي شفافة و لا تحتوى على أوعية دموية حيث أنها تأخذ ما تحتاجه من الأكسجين مباشرة من الهواء و الغذاء عن طريق الترشيح من الخلط المائي Aqueous Humour و هو المحلول الذي يملأ الغرفة الأمامية و الغرفة الخلفية . الغرفة الأمامية Anterior Chamber هي الفراغ الواقع بين القرنية و القزحية و الغرفية الخلفية Posterior Chamber هي الفراغ الواقع بين عدسة العين و القزحية. يملأ الخلط المائي هاتين الغرفتين و يتركهما عن طريق قناة

شليم Schlemm Canal التي تقع في الزاوية بين القرنية و القزحية في الغرفة الأمامية .الخلط المائي هو المسؤول عن ضغط العين Intraocular Pressure فإذا تجمع و لم يستطع الخروج لسبب ما يؤدي ذلك إلى إرتفاع ضغط العين و المرض المعروف بالماء الأزرقGlaucoma .



2–1 المكونات الخارجية للعين

يتكون النظام الدمعي Lacrimal Apparatus كما في الشكل (رقم 3–1) من الغدة الدمعية Lacrimal Glandالتي تقع في الجزء العلوي الأمامي الخارجي لحجر العين و تصب الدموع عبر قنوات دمعية على ملتحمة العين Conjunctiva و بعدها تنتقل الدموع إلى زاوية العين الداخلية لتنتقل عبر القُنيات – تصغير قنوات– الدمعية Lacrimal Canaliculi إلى الكيس الدمعي Lacrimal Sac و الذي يحبس الدموع من أن تنزل دفعة واحدة لتجويف الأنف. بعدها تنتقل عن طريق القناة الأنفية الدمعية Nasolacrimal Duct لتصب في تجويف الأنف عبر فتحتها في النُقرة الأنفية السُفلية .



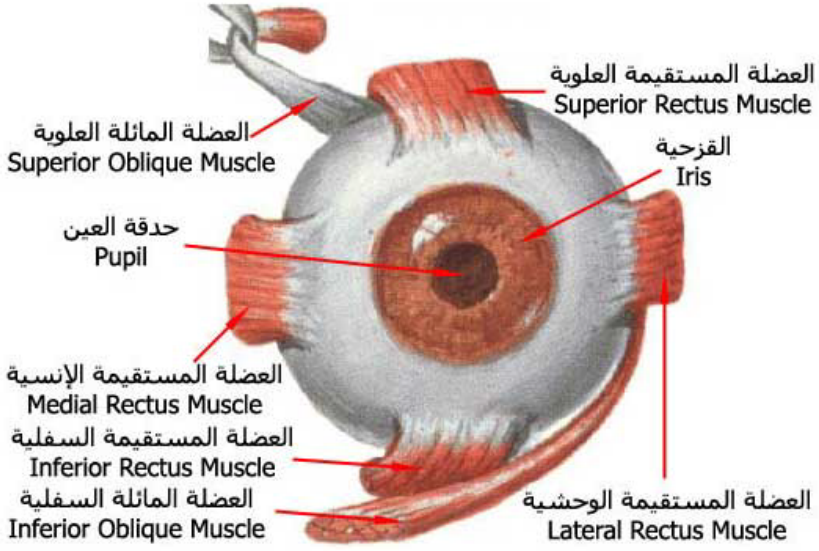
3–1 النظام الدمعي في عين الإنسان

كيف تتحرك العين

تظهر العضلات التي تُحرك العين في الشكل (رقم 4–1) هي :

العضلة المستقيمة الجانبية Lateral Rectus Muscle و هي تلف العين للخارج أي النظر للجانب الخارجي (طرف العين).

- العضلة المستقيمة الداخلية Medial Rectus Muscle و هي تلف العين إلى الداخل للنظر صوب الأنف .
- العضلة المستقيمة العلوية Superior Rectus Muscle و هي تلف العين للنظر للأعلى و للداخل .
- العضلة المستقيمة السفلية Inferior Rectus Muscle و هي تلف العين للنظر للأسفل و للداخل .
- العضلة المائلة العلوية Superior Oblique Muscle و هي تلف العين للنظر للأسفل و للخارج .
- العضلة المائلة السفلية Inferior Oblique Muscle و هي تلف العين للنظر للأعلى و للخارج .



1-4 عضلات العين

كيف تعمل الرؤية الصناعية

العين نعمة من نعم الله علينا، ولعلنا لم نفكر كثيراً في كيف نرى الاشياء من حولنا؟ وكيف تعمل العين؟ فلو تخيلت عزيزي القارئ وأنت تقرأ حروف هذه الكلمات التي لا يزيد ارتفاعها عن الثلاث مليمترات وعرضها المليمترين كم عدد المجسات الضوئية الموجودة في شبكية العين والتي يصل عددها لمئات الملايين لتنقل المعلومات التي تتجمع كل لحظة من الزمن من خلال الضوء الذي يحللها الدماغ لرؤية الأجسام .

إن شبكية العين تتركب من غشاء رقيق يحيط بالتجويف الداخلي للعين. وتحتوي الشبكية على خلايا يعمل بعضها على استقبال الضوء الذي تم تجميعه بواسطة الجزء الأمامي للعين ويعمل الباقي على ترجمة هذه المعلومات وإرسالها للدماغ عبر العصب البصري. وهذه عبارة عن وصف مختصر لعملية الإبصار في الإنسان التي تمكنا من رؤية الأشياء.

كيف تعمل شبكية العين

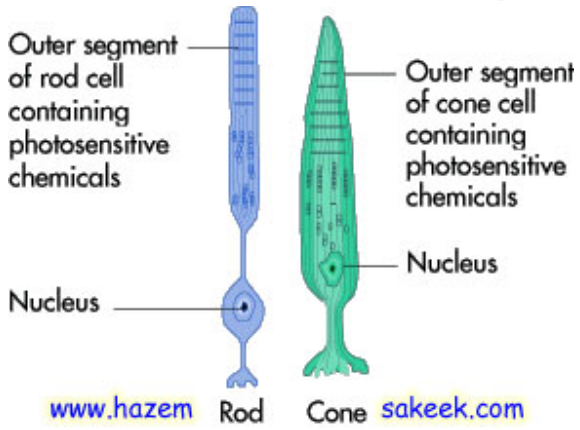
العين من أحد أهم أعضاء جسم الإنسان وأكثرها دقة وتعقيداً. ولفهم كيف تتم الرؤية الصناعية فإنه من الضروري أن نعرف كيف تتم الرؤية في العين البشرية وما هو الدور الهام الذي تلعبه الشبكية لتمكننا من الرؤية وسوف نقوم بشرح مبسط لتوضيح ذلك من خلال الشكل رقم 1 – 1 لتفاصيل العين والأجزاء الرئيسية فيها .

تركيب عين الإنسان

تعتمد عملية الرؤية على أربعة مراحل أساسية وهي :

(1) دخول الضوء المتشتت عن الأجسام من حولنا إلى العين عبر القرنية .
(2) يتم تجميع الضوء بواسطة عدسة العين على الشبكية .
(3) ترسل الشبكية إشارة إلى الدماغ خلال العصب البصري .
(4) يقوم الدماغ بدور المترجم والمفسر لتلك الإشارة ويحولها إلى صورة للجسم الذي ننظر إليه .

الشبكية غشاء معقد جداً في تركيبه ويحتوي على 10 طبقات من الأنسجة المؤلفة من أكثر من مليون خلية عصبية وما يقارب الـــ 150 مليون خلية مستقبلة للضوء والتي تعرف باسم العصي والمخاريط Rods and Cones وذلك نظراً لشكلها الذي يشبه العصي والمخاريط .

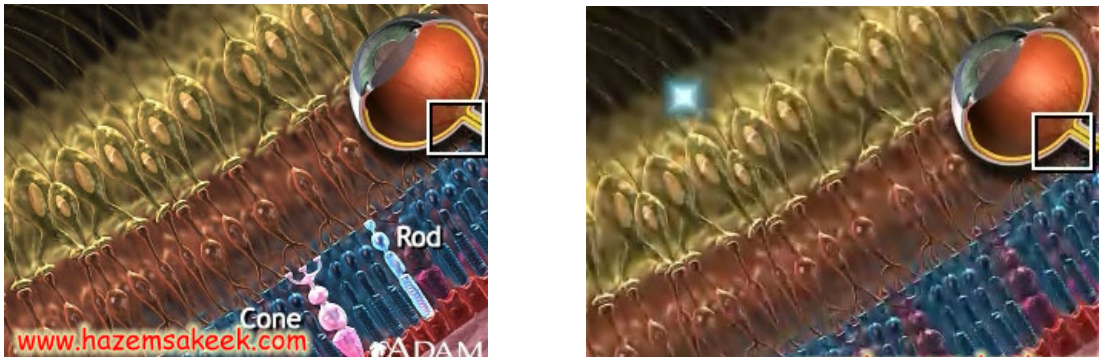


5 – 1 الخلايا العصبية البصرية (العصي والمخاريط)

يستحث الضوء الساقط على هذه الخلايا على إطلاق مجموعات من الشحنات الكهربائية عبارة عن رسائل عصبية تعبر العصب البصري لتصل إلى مركز الإبصار في الدماغ. وأي خلل في هذا المسار فإنه يوقف عملية نقل المعلومات ولا تتم عملية الرؤية .

ملاحظة : تعتمد الرؤية الواضحة في النهار على المخاريط Cones فقط حيث أن كل خلية مخروطية تتصل بعصب بصري خاص وتعمل هذه المخاريط في الضوء، أما في حالات الإنارة الباهتة أو في العتمة فإن الرؤية تعتمد على العصي Rods فقط وحيث أن كل مجموعة من العصي متصلة مع عصب بصري واحد فإن الرؤية لا

تكون واضحة ولا تكون الألوان زاهية كما هي في النهار . وهذا السبب في أن مشهد حديقة تبدو في ضوء النهار جميلة وزاهية الألوان وفي الإنارة الباهتة تكون موحشة .

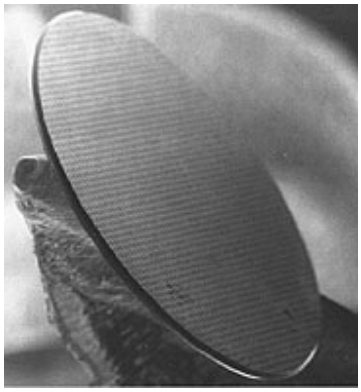


6 – 1 جزء مكبر من غشاء شبكية العين

يوضح الشكل 6 – 1 جزء مكبر من غشاء شبكية العين ففي الصورة على اليمين النقطة المضيئة تمثل الضوء الساقط على الشبكية وتستقبله الخلايا البصرية وهي العصي والمخاريط الموضحة في الصورة على اليسار

هناك عدد من الأمراض التي يمكن أن تصاب بها الشبكية وتسبب خلل في عمل الخلايا البصرية (العصي والمخاريط). ومن هذه الأمراض ما يعرف باسم retinitis pigmentosa أو age-related macular degeneration اللذان يسببان في إيقاف عمل الخلايا البصرية والتسبب في فقدان البصر إلى درجة الفقدان الكلي. ووجد من الأبحاث الطبية أن هذان المرضان لا يسببان أي خلل في العصب البصري وإنما فقط في الطبقة التي تحتوي على العصي والمخاريط في الشبكية وبالطبع هذا كفيل بأن يفقد الإنسان بصره ولكن تحديد مشكلة سبب عدم الرؤية أدى إلى أن يتجه العلماء بتفكيرهم نحو تطوير خلايا بصرية صناعية تقوم بعمل العصي والمخاريط وترسل الإشارات إلى العصب البصري ومنها إلى الدماغ لتعود الرؤية للعين .

الرؤية الصناعية



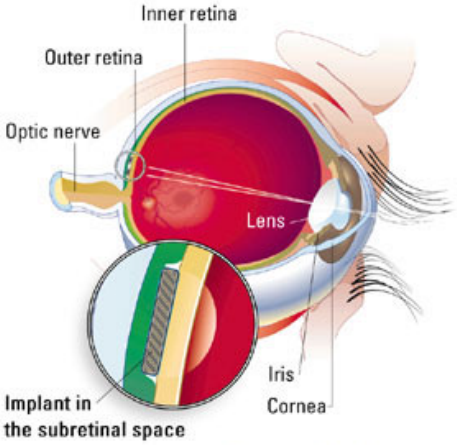
7 – 1 شريحة بسمك الشعرة وبقطر 2 مليمتر من السيليكون يمكنها أن تعمل عمل الشبكية

8 – 1 البقعة الصغيرة على القطعة النقدية هي حجم الشبكية الصناعية للعين

الشريحة الالكترونية الأولى Artificial Silicon Retina (ASR)

تعتبر هذه الشريحة بمثابة شبكية صناعية Artificial Silicon Retina ASR وكما هو موضح في الصورة أعلاه فإن حجم هذه الشريحة لا يتعدي قطرها 2 مم وبسمك الشعرة وهذه الأبعاد الدقيقة للشريحة تعتبر مناسبة ليتمكن الطبيب من زراعتها في عين المريض دون أن تسبب أي أضرار للأجزاء المحيطة للعين أثناء عملية زراعتها.

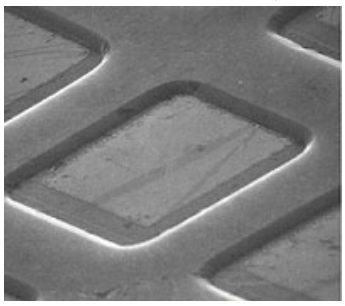
تتركب الشبكية الصناعية من 3500 خلية شمسية دقيقة جداً قادرة علي تحويل الضوء إلي نبضات كهربية لتقلد بذلك عمل الخلايا البصرية في الشبكية (العصي والمخاريط) وتقوم بدورهم في عملية الرؤية، ولزراعة هذه الأداة في العين يقوم الجراحين بعمل ثلاثة حزوز صغيرة جداً لا يتجاوز قطر إبرة في الجزء الأبيض للعين. خلال هذه الشقوق يقوم الجراحون بإدخال أداة قطع وأداة تحكم وأداة شفط لتستخدم في إزالة الهلام في منتصف العين وتستبدله بالملح. يتم في المراحل التلاية من العملية عمل شق دقيق في الشبكية كالجيب ليتم وضع شريحة السليكون.



9 – 1 يوضح الشكل كيف تزرع شريحة السيليكون الالكترونية بين الطبقة الخارجية والداخلية لشبكية العين

تحتاج أي شريحة إلكترونية إلى الطاقة الكهربية لكي تتمكن من العمل ومن المدهش في هذه الشريحة أنها تستفيد من الضوء الذي يصلها عن طريق العين كمصدر للتيار الكهربي لها. وبهذا لا نحتاج إلى التفكير في بطارية صغيرة أو أسلاك توصيل لتزويد الشريحة بالتيار الكهربي وإلا كان ذلك عائقاً في استخدامها لاعادة الرؤية واستبدال الشبكية بشبكية صناعية .

يستطيع المريض من خلال هذه الشريحة رؤية الألوان الأبيض والأسود فقط ولايستطيع تميز الأجسام بالطريقة الطبيعية ولكن يستطيع أن يعرف أن هناك جسم ما أمامه .



10 – 1 جزء مكبر من شريحة السليكون الإلكترونية ASR توضح المجسات الضوئية التي عليها

الشريحة الالكترونية الثانية Artificial Retina Component Chip (ARCC) .

الجزء الثاني

كاميرا الصور الثابتة

تاريخ التصوير:

كلمة كاميرا هي يونانية الأصل وتعني حجرة مظلمة .ولقد عرف التصوير للمرة الأولي في القرن الرابع قبل الميلاد وتحديدا في عهد **أرسطو الأول** وقد عُرف باسم الحجرة المظلمة. ابتدأت المرحلة الأولي الكبري لتاريخ التصوير مع استعمال الغرفة المظلمة من قبل الفنانين الإيطاليين في القرن السادس عشر ومن الجائز أن يكون أكثر الرسامين المشهورين في عصر النهضة قد استعملوها. فقد لاحظ **ليوناردو دافنشي** إمكانيات الغرفة المظلمة في عام 1490 م عندما أوصي بمراقبة المشاهد المضيئة التي ترتسم داخل غرفة مظلمة للأشياء الخارجية والتي تتكون بفعل أشعة الشمس التي تمر عبر ثقب في جدار الغرفة . عبر السنين التي أعقبت ذلك أدخل **جيروم كاردان** في عام 1550 م علي هذا المبدأ الأساسي العدسة البصرية التي كانت تستعمل لتصحيح أخطاء النظر، وكانت هذه العدسات محدبة الوجهين. التحسين الثاني الذي طرأ علي المبدأ هو إدخال الحدقة التي يعتقد أنها من اختراع **دانييل بربارو** في عام 1930 م . وقد أضيفت هاتان الآليتان (العدسة والحدقة) للغرفة المظلمة لزيادة وضوح الصور، بعدها حاول الفانون الحصول علي غرفة مظلمة قابلة للحمل . إن تطوير الغرفة القابلة للحمل هي المرحلة الأساسية التي أوصلت إلي الآلة الفوتوغرافية التي تتضمن العناصر الأساسية، العدسة والحدقة والأسطح التي تتشكل عليه الصورة.

مولد التصوير الضوئي كان علي يد **داجير** ، وقد تم الإعلان عن تصميم وتنفيذ أول كاميرا صندوقية من الخشب في السابع من يناير عام 1839 م . ولقد كان الفضل في ظهور هذه الكاميرا لما قدمه علماء كثيرون، منهم **هنري فوكس تالبوت** الإنجليزي عام 1830 م الذي تمكن من الحصول علي صورة موجبة من سالب زجاجي بواسطة محاليل كيميائية وليس بغمس السلب الورقي في الزيت ليصبح شفافاً بعض الشئ، وأيضا العالم **كلارك ماكسويل** الذي فتحت أبحاثه الباب لإنتاج الفيلم الأبيض والأسود وبعد ذلك الملون.

في العالم 1888 م أصدر **جورج ايستمان** آلة الكوداك الشهيرة: " اضغط الزر ونحن نقوم بالباقي" ، وهذه الكاميرا هي أول كاميرا صندوقية مزودة بفيلم ملفوف . وفي العام 1896 م نزلت إلي الأسواق الأمريكية أول كاميرتين صغيرتين للجيب، وظهرت أول كاميرا ذات منظار في عام 1916 م . وفي أوائل الأربعينيات ظهرت الكاميرا العاكسة وحيدة العدسة وهي المفضلة لدي معظم المصورين المحترفين، أما الكاميرات ذات الفيلم 110 فلم تظهر إلا في عام 1971 م ، وإليها يرجع الفضل في انتشار التصوير بين قطاع عائلي كبير، وبدا واضحاً في هذا الوقت تحول الهواة عن الفيلم السالب الأسود والأبيض إلي الملون ، والذي تواجد في الأسواق منذ عام 1942 م . الفيلم كودا كروم ظهر بالأسواق عام 1936 م ، وأجفا كروم 1938 م ، وفوجي كروم 1948 م ، وأول كاميرا

للتصوير الفوري أسود وأبيض من شركة **بولاويد** في عام 1947 م ، وأول كاميرا فورية بأوراق ملونة عام 1963 م . ومازالت ثورة التصوير قائمة إلي الآن تستمد قواعدها من التطور التكنولوجي القائم في العالم أجمع، وقد تعدي التصوير مفهومه التقليدي المنحصر في التحميض والطباعة إلي التصوير الرقمي الذي سطع نجمه وتألق مع نهاية القرن العشرين وبداية الألفية الثالثة.

كيف تعمل الكاميرا؟

لاشك أن التصوير الفوتوغرافي يعتبر واحد من أهم الإختراعات التي شهدها تاريخ البشرية، فالتصوير الفوتوغرافي في الحقيقة ينقل الينا مشاهد مختلفة من العالم تبعد عنا آلاف الأميال مكانياً وعبر مختلف الأزمان. وتقوم الكاميرا بعملية التصوير لالتقاط مشاهد من حياتنا تبقى لسنين.

2 – 1 كاميرا غير أتوماتيكية من بينتاكس

التكنولوجيا التي تعمل بها الكاميرا سهلة وبسيطة ذات أساس فيزيائي، ولتوضيح ذلك سنقوم بتوضيح العناصر الرئيسية للكاميرا والتي هي عبارة عن ثلاثة اجزاء رئيسية هي على النحو التالي :

- **الجزء البصري (العدسات)**
- **الجزء الكيميائي (الفيلم)**
- **الجزء الميكانيكي (جسم الكاميرا)**

ويكمن سر التقاط الصورة باستخدام الكاميرا في ضبط وتجميع الأجزاء الثلاثة، فيقوم الجزء البصري بتجميع الضوء المنعكس من الجسم المراد التقاط صورة له وإدخال كمية محسوبة من الضوء يتحكم فيها عمل الأجزاء الميكانيكية لتسقط على الفيلم الذي بدوره يخزن معالم الصورة في شكل تغيرات كيميائية لمادة الفيلم. هذا باختصار وللتوضيح سنقوم بشرح تفصيلي لما سبق.

ولكن قبل ذلك يجب أن نعلم أن هناك أنواع مختلفة للكاميرات فمنها الكاميرات اليدوية (غير الأتوماتيكية) وهناك الكاميرات الأتوماتيكية والكاميرات الفورية والكاميرات الرقمية ، وحتى نوضح فكرة عمل الكاميرا سنتعامل في البداية مع الكاميرات اليدوية أحادية العدسة والسطح العاكس والتي تعرف بالانجليزية بـــ **manual single-lens-reflex** (SLR) على ان يتم شرح فكرة عمل الأنواع الأخرى فيما بعد.

تعتمد فكرة الكاميرا اليدوية على أن المصور المستخدم للكاميرا يرى من خلال الكاميرا بالضبط المشهد الذي يراه الفيلم، ويمكن للمصور ضبط كل التفاصيل الخاصة بالكاميرا والتحكم بكل جزئياتها قبل التقاط الصورة، وحيث أن التدخل الإلكتروني في تشغيل الكاميرا قليل جداً فإن شرح فكرة عمل هذا النوع يمكن القارئ من الأستفادة أكثر في فهم معمق لفكرة عمل الكاميرات.

الأساس الفيزيائي للتصوير

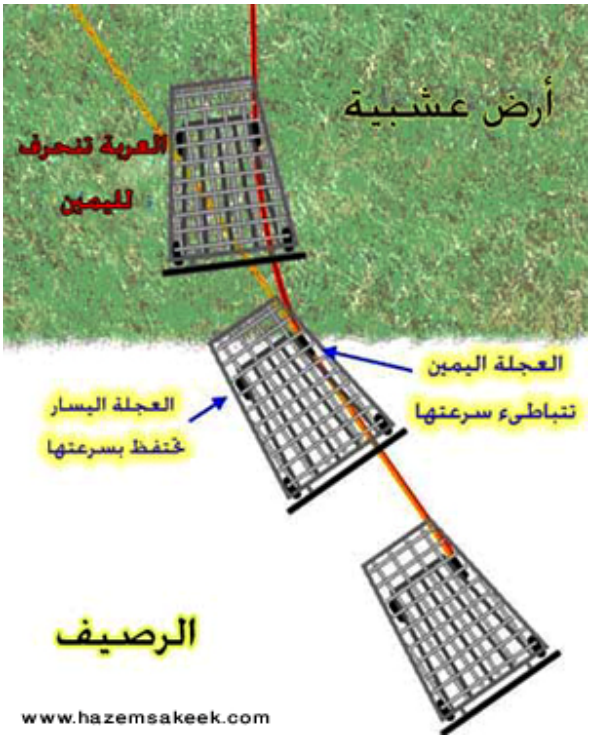
الجزء البصري في الكاميرا هو العدسة والتي هي ببساطة جزء كروي من الزجاج، تقوم العدسة بتجميع الأشعة الضوئية المنعكسة من الجسم المراد تصويره وتكوين صورة لهذا الجسم. ولكن السؤال هو كيف تقوم العدسة الزجاجية بهذا العمل وما هو الأساس الفيزيائي لذلك؟

الضوء ينتقل من وسط الهواء (الفراغ) إلى وسط مختلف مثل الزجاج (العدسة هنا) فيحدث انحناء للضوء نتيجة لظاهرة فيزيائية تدعى انكسار الضوء نتيجة لاختلاف سرعة الضوء في الفراغ عنه في الزجاج حيث تكون سرعة الضوء أكبر مايمكن في الفراغ وتقل عند عبورها لأي وسط آخر.

ولمزيد من الفهم لظاهرة انحناء الضوء نتيجة لظاهرة الإنكسار دعنا نتأمل في المثال التالي:

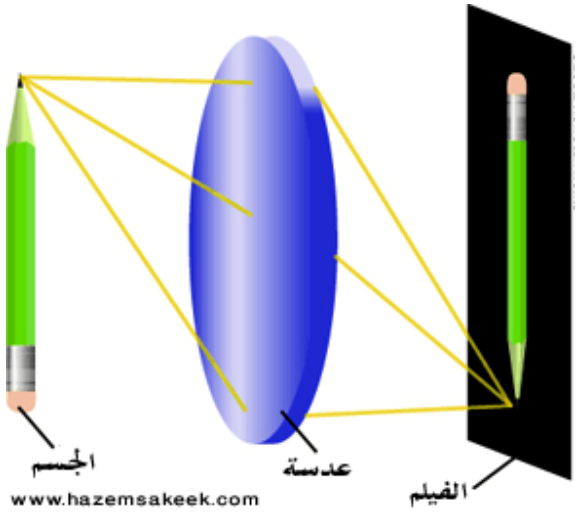
تخيل أنك تدفع عربة بقوة منتظمة كما في الشكل أدناه، وحيث أن القوة التي تدفع بها العربة منتظمة أي ثابتة فإن سرعة العربة ستكون ثابتة ايضا، هذا إذا كان الوسط الذي تتحرك فيه العربة متجانساً أي له طبيعة منتظمة كأن تدفع العربة على الرصيف. ولكن ماذا يحدث لو بدأت تدخل بالعربة على أرض عشبية؟ فإن العربة سوف تقل سرعتها حيث أن قوة الإحتكاك تصبح أكبر ولهذا تحتاج أن تزيد قوة الدفع لتحافظ على نفس السرعة التي كانت على الرصيف.

والآن تخيل أنك قمت بدفع العربة إلى الأرض العشبية بزاوية فإن شيئاً آخر سيحدث! حيث أن العجلة اليمين للعربة تدخل إلى منطقة الأرض العشبية قبل العجلة اليسار فإن العجلة اليمين تقل سرعتها بينما العجلة اليسار لازالت محتفظة بسرعتها الأصلية، وهذا سيؤدي إلي انحراف العربة إلى اليمين نتيجة لاختلاف سرعة العجلتين للعربة.



2 – 2 شرح ظاهرة انحناء الضوء نتيجة لظاهرة الانكسار

يكون هذا التأثير مشابه لنفس التأثير الذي يحدثه الزجاج على الضوء عندما يسقط عليه بزاوية ما، فينحني الضوء عندما يخرج من الجهة الأخرى للزجاج لأن جزء من حزمة الضوء ستكون في الفراغ فتزداد سرعتها بينما الجزء المتبقي لازال بسرعته داخل الزجاج إلى أن يترك الزجاج، وحيث أن العدسة المستخدمة في الكاميرا من الزجاج وتتكون من سطحين كرويين منحنيين للخارج كما في الشكل التالي تسمى بالعدسة المجمعة أو العدسة المحدبة Convex Lens وعندما تسقط حزمة الضوء على العدسة أو تنفذ منها فإنها تنحني باتجاه مركز العدسة.



2 – 3 فكرة عمل العدسة لتكوين الصورة بظاهرة انكسار الضوء

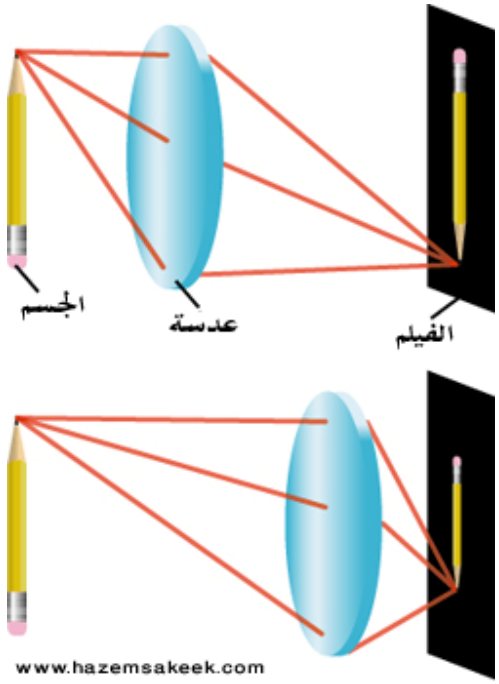
لنفترض مصدراً ضوئياً مثل شمعة فإن الضوء الصادر من لهب الشمعة المركز في نقطة محددة ينتشر في كل مكان، وتكون هذه الأشعة متباعدة باستمرار، وباستخدام عدسة مجمعة تعمل على تجميع الأشعة المتباعدة من ضوء الشمعة وتكون صورة للهب الشمعة، انظر الى الشكل 2 – 3 ودقق في مسارات الضوء الثلاثة التي انعكست من رأس القلم الرصاص (الجسم) حيث تجدها متباعدة وتقوم العدسة باعادة تجميعها لتكون الصورة على الفيلم.

التركيز أو التبئير Focus

وجدنا في الشرح السابق أن الصورة تتكون بواسطة الضوء النافذ عبر العدسة المجمعة، وتعتمد خصائص الصورة على مسار الضوء الذي ينفذ عبر العدسة والذي يعتمد على:

- **زاوية سقوط الضوء على العدسة**
- **شكل العدسة نفسها**

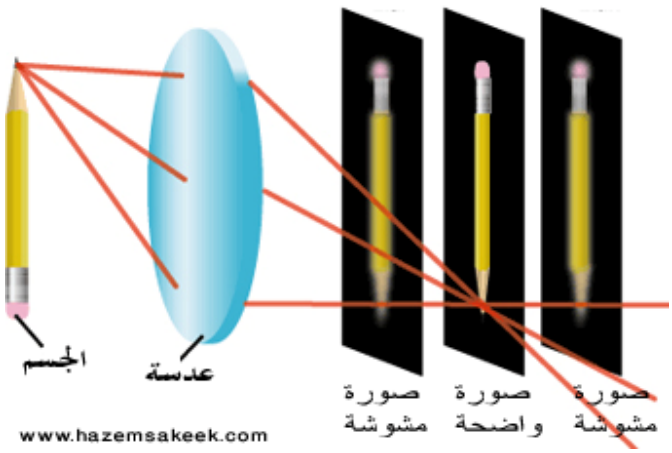
تتغير زاوية سقوط الضوء على العدسة بتقريب الجسم من العدسة او إبعاده. والشكل التوضيحي التالي يوضح صورة الجسم (قلم الرصاص في الشكل) فعندما يكون القلم قريباً من العدسة تكون زاوية السقوط أكثر حدة منها عندما يكون القلم بعيداً عن العدسة. وينتج عن ذلك أنه في حالة الجسم القريب من العدسة فإن الضوء النافذ يتم تجميعه على مسافة بعيدة بينما عندما يكون الجسم بعيداً عن العدسة فإن الضوء النافذ يتم تجميعه على مسافة قريبة. وهذا يعني أن مجموع زوايا الانحناء الكلي للضوء قبل سقوطه على العدسة وبعد نفاذه يبقى ثابتاً.



2 – 4 العلاقة بين بعد الجسم عن العدسة وتأثيره على بعد الصورة

والخلاصة هي أن الضوء الساقط من مصادر قريبة من العدسة يتجمع بعيداً عنها، والضوء الساقط من مصادر بعيدة يتجمع على مسافة قريبة من العدسة. بمعنى آخر تتكون الصورة بالقرب من العدسة عندما يكون الجسم بعيدا عن العدسة والعكس صحيح.

يمكنك أن تجرب هذه الظاهرة بوضع عدسة قراءة بين شمعة وجدار الغرفة باستخدام شمعة وعدسة قراءة فتشاهد تكون صورة مقلوبة للشمعة على الجدار، ولكن الصورة لا تكون واضحة تماماً حيث لا تكون معالمها واضحة وتظهر على الجدار مشوهة وهذا يعني أن صورة الشمعة لا تسقط بالضبط على الجدار فتحتاج إلى تحريك العدسة قليلاً لإظهار الصورة بأوضح شكل لها وهذا ما يعرف بالتبئير أو تركيز الصورة Focus.



2 – 5 الصورة الواضحة تتكون بضبط المسافة بين العدسة والفيلم

وفي الكاميرا اليدوية نقوم بنفس الشيء عندما نحرك عدسة الكاميرا في التجويف الخاص بها لنحصل على أوضح صورة حيث تتحرك العدسة لتغير المسافة بينها وبين الفيلم. وعند إيجاد الموضع الدقيق للعدسة نقول أنه تم ضبط التركيز In Focus فنحصل على صورة واضحة. (الكاميرات الأوتوماتيكية تقوم بالتبئير بطريقة إلكترونية سنشرحها فيمابعد).

العلاقة بين شكل العدسة وحجم الصورة

لاحظنا أن العدسة تعمل على انحناء الضوء الساقط عليها بزاوية محددة لا تعتمد على زاوية السقوط ولكن تعتمد على شكل العدسة المستخدمة. فالعدسة ذات الشكل الكروي الأكثر تحدباً تكون زاوية انحناء الضوء لها أكبر، وهذا له الأثر على تكوين صور أقرب إلى العدسة، بينما العدسات التي لها سطح كروي أقرب إلى السطح المستوي فإنها تكون صورة بعيدة نسبياً عن العدسة.

زيادة المسافة بين العدسة والصورة يعمل على تكبير حجم الصورة المتكونة مثلما لو كان عندك بروجكتور وقمت بإبعاده عن الحائل فإن الصورة ستكبر بزيادة المسافة بين البروجكتور والحائل حيث يعمل ذلك على انتشار الضوء على مساحة أكبر كلما زادت المسافة، وهذا ما يحدث في الكاميرا ولكن مع اعتبار أن مساحة الفيلم التي تستقبل الصورة ثابتة، فهذا يعني ان زيادة المسافة بين العدسة والصورة سيتيح للفيلم التركيز على جزء محدد من الصورة وهو ما يعرف بالتكبير Magnification، وفي الكاميرات المتخصصة يتم تزويدها بمجموعة مختلفة من العدسات لتتيح للمصور تغيير التكبير للمشهد المراد تصويره.

قدرة التكبير للعدسة المستخدمة في الكاميرا تحدد بالبعد البؤري Focal Length وهو المسافة بين العدسة والصورة عندما يكون عندها الجسم بعيداً جداً، ويحدد البعد البؤري عن طريق تكوين صورة للقمر فالمسافة بين صورة القمر والعدسة تحدد البعد البؤري لها.

2 – 6 عدسة كاميرا بعدها البؤري 50 مم

يستخدم المصورون المحترفون عدسات مختلفة لحالات مختلفة، فمثلاً لتصوير مشهد لجبل نستخدم عدسة ذات بعد بؤري كبير تسمى تليفوتو Telephoto Lens، ولتصوير مشاهد قريبة وذات اتساع كبير تستخدم عدسة ذات بعد بؤري قصير وتسمى عدسة الزاوية العريضة Wide-Angle Lens. أما في الحالات العادية حيث يكون التصوير لمشاهد ليست بعيدة أو قريبة فتستخدم العدسة العادية ذات بعد بؤري 5 سم والتي لا يكون لها تكبير أو تأثير على الصورة.

تخزين الصورة

هذا هو الجزء الكيميائي في فكرة عمل الكاميرا وهو عبارة عن الفيلم، ويكون دور الفيلم في الكاميرا بمثابة الوسيلة التي تخزن فيها الصورة لنتمكن من طباعتها فيما بعد والاحتفاظ بها. وتعتمد فكرة تخزين محتويات الصورة على الفيلم على التغيرات الكيميائية التي يحدثها الضوء على مكونات الفيلم. حيث يتكون الفيلم من حبيبات دقيقة حساسة للضوء موزعة على شريحة بلاستيكية، وعندما تتعرض تلك الحبيبات للضوء تحدث تفاعلات كيميائية تحدث تغيرات لتلك الحبيبات التي تعرضت للضوء وتترك الباقي بدون تغيير، فهكذا يكون الفليم قد اختزن محتويات الصورة ونحتاج إلى طريقة كيميائية أخرى لإظهار الصورة ومن ثم طباعتها. سيتم تخصيص موضوع مفصل لفكرة عمل الفيلم لا مجال لشرحها هنا حتى لا نبتعد عن موضوعنا.

إلتقاط الصورة

تحدثنا فيما سبق عن الفكرة الأساسية لعملية التصوير الفوتوغرافي والتي تتلخص في تكوين صورة باستخدام عدسة مجمعة، وتخزين الصورة على شريحة من مواد حساسة للضوء. هذا باختصار فيما يتعلق بعملية التصوير ولكن لأخذ صورة واضحة ودقيقة فإن هناك العديد من أدوات التحكم التي لابد من إلقاء مزيد من الضوء عليها.

بداية لا يمكن أن تتكون الصورة إلا بعزل الفيلم عن الضوء تماماً حتى اللحظة التي نقوم فيها بالتقاط الصورة حيث نسمح في تلك اللحظة للضوء بالسقوط على الفيلم، ولهذا فإن جزء الكاميرا الداخلي عبارة عن صندوق مظلم مغلق بواسط غالق يسمى Shutter يفتح ويغلق بين العدسة والفيلم. ومن هنا جاءت كلمة كاميرا وهي يونانية الأصل وتعني حجرة مظلمة.

وتكمن عملية الحصول على صورة واضحة في التحكم بكمية الضوء التي تسقط على الفيلم، فكمية ضوء عالية تعني تسليط ضوء أكثر من اللازم على حبيبات الفيلم الحساسة فتظهر الصورة بدون معالم أي نحصل على هالة بيضاء محل الصورة، وإذا كان الضوء أقل من المطلوب فإن حبيبات أقل من اللازم لا تكفي لإظهار الصورة ونحصل على صورة معتمة تقترب إلى السواد. وفي الشرح التالي سنوضح كيفية تحكم الكاميرا بكمية الضوء.

التحكم في كمية التعريض

إن المقصود في التحكم في كمية التعريض Exposure هي التحكم في كمية الضوء اللازمة لإظهار صورة واضحة وهذا يتم من خلال التحكم في :

- **كمية الضوء الذي ينفذ من العدسة إلى الفيلم**
- **فترة تعريض الفيلم للضوء**

أولاً التحكم في كمية الضوء الذي ينفذ من العدسة إلى الفيلم

لزيادة وإنقاص كمية الضوء الذي يعبر من العدسة نقوم بتغيير فتحة العدسة Aperture وهو عبارة عن شرائح رقيقة من المعدن في صورة أقراص دائرية يمكن أن تغلق وتفتح معطية فتحة يمكن التحكم في نصف قطرها وتكون مثبتة خلف العدسة تماماً وهي تشبه حدقة العين التي تتسع وتضيق حسب كمية الضوء التي تتعرض لها العين. فعندما تكون فتحة العدسة ضيقة تكون كمية الضوء قليلة، وإذا كانت فتحة العدسة واسعة فإن كمية ضوء أكثر تنفذ إلى الفيلم.

2 – 7 شكل يوضح حالتين لفتحة العدسة عندما تكون واسعة (على اليمين) والثاني لفتحة عدسة ضيقة على (اليسار) لاحظ تداخل الشرائح المعدنية لتعطي فتحة دائرية.

ثانياً التحكم في فترة تعريض الفيلم للضوء

يتم التحكم في الفترة الزمنية لتعريض الفيلم للضوء من خلال سرعة الغالق Shatter Speed، ومعظم الكاميرات يدوية التحكم تستخدم حاجز مكون من شريحتين كل شريحة لها نفس مقاس الفيلم، قبل التقاط الصورة تكون الشريحة الأولى أمام الفيلم مغلقة فنضمن أن يكون الفيلم معزولاً تماماً عن الضوء، وعند التقاط الصورة تنزلق الشريحة الأولى بسرعة معينة لتسمح للضوء بالنفاذ إلى الفيلم وبعدها تنزلق الشريحة الثانية لتحجب الضوء عن الفيلم.

تتم العملية السابقة بواسطة حركة ميكانيكية معقدة مكونة من زنبركات ومفاتيح وتروس مثل تلك الموجودة في داخل الساعة. فعندما نقوم بالضغط على زر التقاط الصورة وهو زر تشغيل الغالق فإن عمليات ميكانيكية متسلسلة تعمل حسب توافق زمني دقيق، بحيث تعمل حركة الغالق على تحريك ذراع يعمل على تحريك مجموعة من التروس، ويمكن شد أو تخفيف الشد على الزنبركات من خلال ضبط سرعة الغالق للكاميرا، فهذا يعمل على زيادة أو تقليل الزمن اللازم لانزلاق الحاجز الأول ليفتح المجال أمام الضوء لينفذ إلى الفيلم قبل إغلاق الفتحة بواسطة الحاجز الثاني. فعند اختيار سرعة الغالق لتكون بطيئة فإن الفتحة تبقى لمدة أطول مما لو ضبطنا سرعة الغالق لتكون سريعة فينزلق الحاجز الثاني مباشرة بعد حركة الحاجز الأول مما يسمح للفتحة أن تبقى لفترة قصيرة من الزمن وبالتالي كمية أقل من الضوء.

2 – 8 صورة لأجزاء كاميرا يدوية

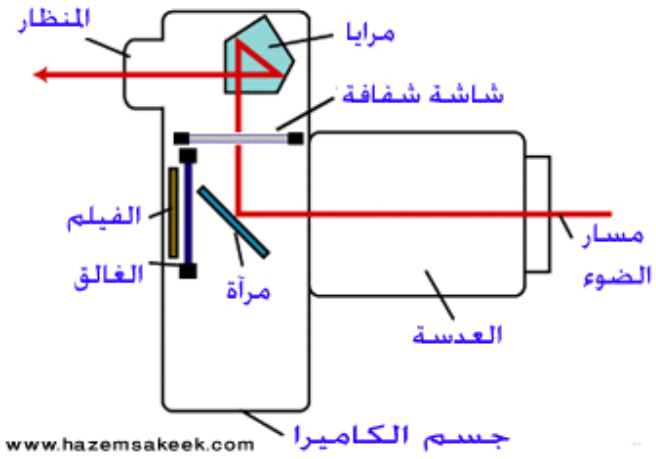
مما سبق نرى أن هناك الكثير من الأمور التي يجب ضبطها للحصول على صورة واضحة وبجودة عالية، ومن هذه الأمور سرعة الفيلم واتساع فتحة العدسة وسرعة الغالق، وفي معظم الكاميرات اليدوية ولمساعدة المصورين المستخدمين للكاميرات اليدوية في ضبط الكاميرا على القياسات الصحيحة يتم تزويد الكاميرات بمقياس لشدة الضوء، وهذا المقياس هو عبارة عن مجس ضوئي من أشباه الموصلات (Photo diode) يقوم بتحويل شدة الضوء إلى طاقة كهربية يتم تفسيرها من خلال سرعة الفيلم وسرعة الغالق.

لنقوم الآن بتجميع ماسبق ونشرح آلية عمل الكاميرا لتوجيه الضوء إلى الفيلم لالتقاط الصورة.

آلية عمل الكاميرا اليدوية

هناك نوعان من الكاميرات المستخدمة النوع الأول هو الكاميرات اليدوية والنوع الثاني هو الكاميرات الأوتوماتيكية أو ما يعرف بمصطلح وجه والتقط الصورة Point-and-Shoot، ويختلف النوعان في الطريقة التي يرى بها المصور المشهد، ففي الكاميرات الأتوماتيكية يعمل المنظار عمل نافذة خارجية في الكاميرا حيث يكون مسار الضوء الذي يعطى صورة المشهد عبر المنظار مختلف عن مسار الضوء الذي يسقط على العدسة ومن ثم على الفيلم. لذا فإن المنظار في هذا النوع يعطي صورة تقريبية للمشهد الذي سيتم تصويره على الفيلم ولكن في نوع الكاميرات اليدوي يكون المسار الضوئي الذي يعطي صورة المشهد عبر المنظار هو نفسه الذي جمعته عدسة الكاميرا ليسقط على الفيلم بمجرد الضغط على زر تحريك الغالق.

نرى في الشكل التوضيحي التالي مسار الشعاع الضوئي الذي يحمل تفاصيل المشهد المراد تصويره حيث يسقط الضوء على مرآة مثبتة بين العدسة والغالق حيث تقوم المرأة بعكس الشعاع الضوئي ليسقط عموديا على شاشة شفافة ومن ثم على مجموعة من المرايا لتوجيه الضوء للمنظار.



2 – 9 مسار الضوء في الكاميرا اليدوية

الهدف من الشاشة الشفافة هي استقبال الصورة المنعكسة من المرآة، ووظيفة المرايا هي إعادة عكس الصورة لتكون صورة مماثلة غير معكوسة ومن ثم توجيهها إلى المنظار ليراها المصور قبل التقاط الصورة.

عندما نضغط على زر أخذ الصورة فإن الكاميرا مباشرة تقوم بلف المرآة لتبتعد عن مسار الضوء وعند لف المرآة فإنها ستشغل الغالق ليفتح الطريق للضوء ليسقط على الفيلم، تعود المرآة إلى مكانها بمجرد عود الغالق، والمستخدم لهذا النوع من الكاميرات سيعرف الآن لماذا تختفي الصورة من المنظار لحظة التقاط الصورة.

وللعلم لا يستخدم الكاميرات اليدوية إلا المصورون المحترفون لما يتطلب استخدامها من مهارات ذاتية عديدة للحكم على الصورة قبل التقاطها وضبط كل المقاييس المناسبة لكل ظرف على الكاميرا لالتقاط صورة في أفضل حالاتها. أما في أيامنا هذه وللتسهيل على الكثير من المستخدمين غير المتمرسين على التصوير فقد تم دمج التصوير اليدوي والتصوير الأوتوماتيكي في نفس الكاميرا ليترك المجال للمستخدم لاختيار الوضعية المناسبة لأخذ الصورة.

وقبل أن ننتهي من هذا الجزء يجب التنويه على أن الكاميرا الأوتوماتيكية تعمل بنفس الآلية إلا أن ميكروبروسيسور يقوم بمهمة المصور المحترف في ضبط المعايير الخاصة بجودة الصورة وذلك معتمداً على نظام للتبئير الأوتوماتيكي والذي يغذي الكاميرا بالمعلومات حول ضبط الإضاءة وسرعة الغالقة وفتحة العدسة.

الخلاصة

نستنتج مما سبق أن فكرة التصوير فكرة بسيطة ولا تتعدى عن حجب الفيلم عن الضوء في صندوق مغلق والتحكم بكمية محددة من الضوء لتسقط على الفيلم. ولا شك أن التعقيدات التي شهدناها ما هي إلا أدوات ميكانيكية تعمل بتزامن دقيق للتحكم في الضوء بعد الضغط على زر الكاميرا لالتقاط الصورة.

كيف تعمل عدسة التقريب

تتنوع العدسات بين عدسات بسيطة وأخري مركبة ، فالعدسة البسيطة تتكون من عدسة واحدة وتكون ذات بعد بؤري واحد أي أن قيمة التكبير لهذه العدسة هي قيمة واحدة وبالتالي عندما نحتاج إلي قوة تكبير أخري سنحتاج إلي تغيير هذه العدسة بأخري تحقق المطلوب ، وهذه الطريقة تحتاج إلي عدد كبير من العدسات بالإضافة إلي ضياع الوقت في فك وتركيب العدسات في الكاميرا للحصول علي قيم تكبير مختلفة ،لذلك تم البحث عن فكرة لتكوين عدسة ذات بعد بؤري متغيير ومن هنا جاءت فكرة عمل العدسات المركبة.

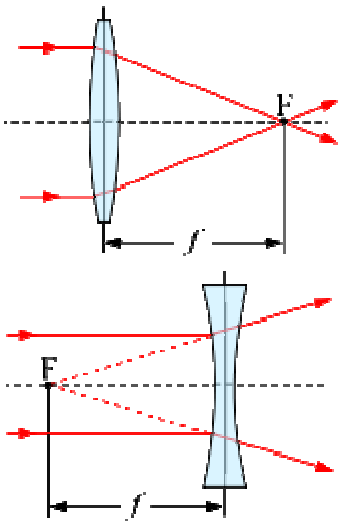
العدسة المركبة تتكون من مجموعة من العناصر البصرية الأساسي فيها عدسة محدبة واحدة أو أكثر بالإضافة إلي عدسات مقعرة وقد نحتاج إلي مرآة أو أكثر .

Focal length

البعد البؤري

طول البؤرة هو المسافة بين سطح العدسة أو المرآة ونقطة البؤرة .وتسمي كذلك البعد البؤري (الإختصار هو f).

Focal length: The distance from the surface of a lens or mirror to its focal point. Also called *focal distance*, *focus* (*Abbr.* f).



2 – 10 نقطة البؤرة F والبعد البؤري f للعدسة المحدبة (موجبة) والعدسة المقعرة (سالبة)

البعد البؤري الفعال أو EFL هو القيمة التي تصف In general, the focal length or Effective Focal

length EFL is the value that describes the ability of the optical system to focus light, and is the value used to calculate the magnification of the system. The other parameters are used in determining where an image will be formed for a given object position.

قدرة النظام البصري علي تركيز الضوء ، وهي القيمة المستخدمة لحساب قوة التكبير. و تُستخدم العوامل الأخري في تحديد أين ستتكون الصورة الخاصة بشئ موجود أمام العدسة.

For the case of a lens of thickness *d* in air, and surfaces with radii of curvature R_1 and R_2, the effective focal length *f* is given by:

فإذا كان سمك العدسة الموجودة في الهواء d و قطري التكور لسطحي العدسة هما R_1 و R_2 فإن البعد البؤري الفعال f ينتج من العلاقة التالية :

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n-1)d}{nR_1R_2}\right],$$

where *n* is the refractive index of the lens medium. The quantity 1/*f* is also known as the optical power of the lens.

حيث أن ***n*** هي معامل الإنكسار لمادة العدسة . وتُعرف القيمة ***1/f*** علي أنها القوة البصرية للعدسة.

كيف تعمل عدسات التقريب المركبة

Nearly all digital cameras, including even the most basic entry-level models, are equipped with compact but powerful zoom lenses. We're so used to using them every day that we seldom stop to consider just how remarkable they are or exactly how they work. We just push a button and the image on the screen gets larger or smaller at our command.

يحتوي معظم آلات التصوير الرقمية علي عدسات تقريب Zoom مدمجة وقوية . واعتدنا استخدام هذه العدسات ونادرا ما نتوقف للتفكير في طريقة عمل هذه العدسات فقط نضغط علي زر الكاميرا فتظهر الصورة مصغرة أو مكبرة علي شاشة آلة التصوير .

2 – 11 كاميرا رقمية مدمج فيها عدسة تقريب

على الرغم مِنْ التطوير في الجودة البصرية وصغر حجم عدسات التقريب إلا أنها ليست إختراع جديد. ففي الحقيقة تم استخدام عدسات التقريب منذ عام 1834 في التليسكوبات الفلكية والبحرية لتكبير المشاهد التي تتم رؤيتها . كذلك احتوت العدسات من النوع telephoto علي مكونات متحركة للتغيير في البعد البؤري للعدسة . وعمليا تم عرض أول عدسة تقريب وبدون انحرافات بصرية في عام 1932 ،وتم عرض أول منتج لعدسة التقريب الخاصة بآلات التصوير 35 مم في عام 1959 .

Despite the advances in optical quality and miniaturization in recent years, zoom lenses are not a new invention. In fact simple zoom lenses were used as early as 1834 in astronomical and naval telescopes to vary the magnification of the image. The first telephoto lenses also included moveable elements to change the focal length of the lens. The first practical zoom lens that corrected for optical aberrations was introduced in 1932, and the first production zoom lens for 35mm cameras was introduced in 1959.

2 – 12 وحدة تقريب وتركيز

Since then, advances in optical design, particularly the use of computer-aided design, has made the development and construction of zoom lenses much easier, and they are now used widely in all types of photography.

منذ ذلك الحين، ساهم تطور التصميم البصري وخاصة بعد استخدام الكمبيوتر في تحسين عدسات التقريب وتوفير تصميمات سهلة الإستخدام مما ساعد علي انتشار استخدامها في جميع أنواع التصوير الفوتوغرافي.

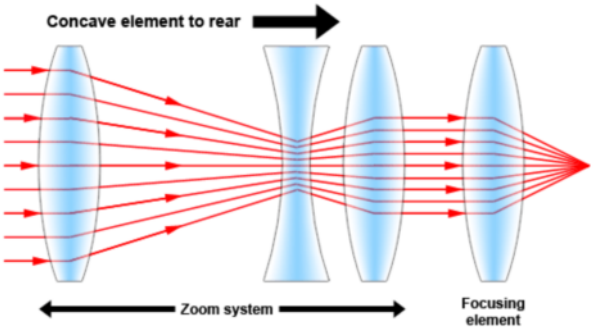
2 – 13 قطاع داخلي لكاميرا رقمية تحتوي علي نوع من أنواع عدسة التقريب المجمعة

Modern zoom lenses are marvels of advanced optical engineering. The demand for ever more compact digital cameras has put increasingly difficult demands on the camera designers. Components such as batteries and LCD screens are large and take up a lot of space inside the camera body, so one of the only ways to save space is by making the lenses smaller. Today's lenses are a fraction of the size of those of just few years ago, but thanks to advances in technology, they perform as well as or even better than older lenses many times their size.

تعتبر العدسات المقربة Zoom الحديثة من أعاجيبَ التطور في الهندسة البصريةِ . الرغبة في الحصول علي كاميرات رقمية مدمجة وصغيرة الحجم زاد من الصعوبات التي تواجه مصممي الكاميرات ،فمكونات مثل البطاريات وشاشات LCD تشغل حيزا كبيرا في جسم الكاميرا لذلك كان الشئ الوحيد لتصغير حجم الكاميرا هو التقليل من حجم العدسات. والفضل اليوم للتطور التكنولوجي الذي ساعد علي توفير كاميرات حجمها يساوي جزء صغير من عدسات الماضي بالإضافة إلي أن أداءها أفضل بكثير.

There are many different designs for zoom lenses, but they all have some basic principals in common. They consist of a number of differently shaped individual lenses or ‘elements’, some of which move relative to one another to alter the magnification of the image without altering the focus. The diagrams below illustrate a very simplified design for a typical zoom lens. It consists of two distinct lens systems, the zoom system and the focusing elements. The key element of the zoom system is a concave lens which disperses the light path, and which can be moved relative to a convex lens behind it which gathers it in again. The function of the zoom system is simply to control the width or dispersal of the light rays entering the front of the lens, and therefore change the magnification. The zoom system does not focus the light. This job is done by the rear elements of the lens system which focus the rays onto the imaging sensor ensuring a sharp picture.

توجد أنواع مختلفة من التصميمات لعدسات التقريب ولكنها تتفق فيما بينها في المبادئ المستخدمة حيث تحتوي علي مكونات بصرية مختلفة (عدسات) ،بعضها يتحرك بالنسبة للبعض الآخر بحيث تُغير من قيمة التكبير للصورة دون التغيير في التركيز focus . الأشكال التالية توضح نموذج مبسط من عدسة التقريب التي تحتوي علي منظومتين مختلفتين من العدسات . المنظومة الأولي للتقريب Zoom والثانية للتركيز Focus . العنصر الأساسي المستخدم في المنظومة الأولي – منظومة التقريب– هي عدسة مقعرة تقوم بتفريق الضوء ويمكن تحريك هذه العدسة لتقترب أو تبتعد عن العدسة المحدبة الموجودة خلفها والتي تعمل علي تجميع الضوء الذي فرقته العدسة المقعرة . وببساطة تتمثل مهمة هذه المنظومة في التحكم في مدي اتساع التفريق في الضوء وبالتالي التغيير في قيمة التكبير ، ولأن منظومة التقريب لا تتمكن من ضبط قيمة التركيز فإن الضوء ينتقل إلي المنظومة الثانية –منظومة التركيز– والتي تقوم بهذه المهمة والعنصر المكوِّن لهذه المنظومة هي العدسة المحدبة الموجودة في نهاية مسار الضوء وتعمل علي تركيز الضوء للحصول علي صورة حادة وواضحة .

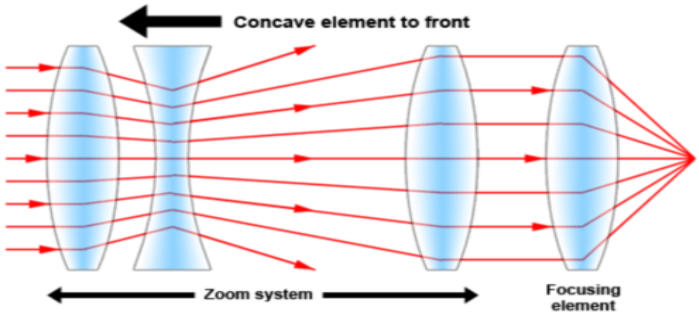


Zoom lens at wide-angle setting

2 – 14 موضع العدسات بالنسبة إلي بعضها البعض في حالة تصوير الزاوية العريضة Wide-Angle

الشكل الأول يبين موضع العدسات بالنسبة إلي بعضها البعض في حالة الحصول علي زاوية رؤية واسعة . وكما نري يمر الضوء عبر العدسة الأولي (محدبة) وهي ذات تكبير أقل ولكنها تجمع الضوء الداخل إلي العدسة المقعرة وبالتالي يسقط الضوء كله علي الفيلم أو المجس الإلكتروني الذي يسجل الصورة ومن هنا يتضح أن الزاوية الواسعة توفر أكبر فتحة فعالة للتصوير.

In this first diagram, we can see the relative positions of the lens elements when the lens is set to wide angle. As you can see, the path of the light entering the front element of the lens is narrowed, producing a lower magnification. As a side effect, this also concentrates the light entering the lens, allowing it all to fall on the sensor, which is why wide-angle settings have a larger effective aperture value.



Zoom lens at telephoto setting

2 – 15 موضع العدسات بالنسبة إلي بعضها البعض في حالة التصوير عن بعد Telephoto

In the second diagram the lens is set to telephoto. The concave element disperses the light path, so only the centre area of it is gathered by the rear element of the lens. This produces higher magnification, since only the centre potion of the image is captured by the sensor. The dispersal of some of the light entering the lens is why longer focal lengths have a narrower effective aperture value.

في الشكل الثاني تم ضبط العدسة علي الوضع التصوير عن بعد telephoto . في هذه الحالة تعمل العدسة المقعرة علي تشتيت الضوء أكثر وبالتالي يسقط جزء صغير من الضوء ، مما يعمل علي تقريب وتكبير الجزء المتبقي والساقط علي الفيلم أو المجس الإلكتروني . لذلك البعد البؤري الأكبر ذو الزاوية الواسعة يوفر فتحة أقل فعالية للتصوير.

الجزء الثالث

فكرة عمل فيلم الكاميرا

كيف يعمل فيلم الكاميرا؟

اعتاد الناس على استخدام الكاميرا في التصوير على فيلم للحصول على صور ثابتة منذ أكثر من 100 عام كانت في البداية صور باللونين الأسود والأبيض ودرجات الرمادي وتطورت لتتضمن الصور كافة ألوان الطيف. بغض النظر عن تسلسل التطور التاريخي للتصوير إلا أنه في الحقيقة يبقى الفيلم هو أفضل وسيلة للحصول على صور ثابتة أو متحركة لقدرة الفيلم العالية على التقاط التفاصيل الدقيقة للمشهد المراد تصويره. وسوف نحاول هنا شرح الجزء الكيميائي المصاحب لعملية التصوير من خلال تفسير فكرة عمل الفيلم داخل الكاميرا وكذلك بعد اخراج الفيلم من الكاميرا .

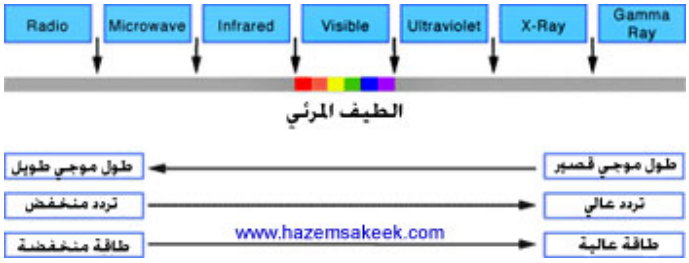
3 – 1 الفيلم الكيميائي

أساسيات هامة

في الحقيقة عند القيام بعملية التقاط أو أخذ صورة فإننا باستخدام الكاميرا نقوم بتخزين المعلومات الضوئية المنعكسة من الجسم إلى داخل الكاميرا في زمن أخذ الصورة وحفظها على الفيلم داخل الكاميرا. إن عملية التخزين التي تحدث على الفيلم داخل الكاميرا ما هي إلا تغيرات كيميائية تحدث لمادة الفيلم عند سقوط الضوء عليها وتبقى هذه التغيرات الكيميائية ثابتة طالما كان الفيلم محجوباً عن الضوء بعد التقاط الصورة، يتم بعد ذلك تحميض الفيلم وتجهيزه لطباعة الصورة على ورق مخصص. لحفظها في ألبوماتك الخاصة أو لطباعتها ملايين المرات مثلما يحدث في صور المجلات والجرائد أو يمكنك أيضا استخدام الماسحات الضوئية Scanner لإدخالها للكمبيوتر ونشرها على موقعك على الإنترنت .

لمزيد من الفهم الدقيق لعملية التصوير سوف نقوم بشرح علمي مفصل للخلفية العلمية للتصوير ومعالجة الصورة وطباعتها، وسنبدأ بالجزء الأساسي المتعلق بالضوء والطاقة الضوئية.

يأتي الضوء من الشمس في صورة أشعة مرئية وأشعة غير مرئية وكلا من الأشعة المرئية والغير مرئية هي جزء من الإشعاع الكهرومغناطيسي. إن عين الإنسان حساسة لجزء صغير من طيف الإشعاع الكهرومغناطيسي وهو ما نطلق عليه الأشعة المرئية أو الطيف المرئي والموضح في الشكل التالي بالحزمة الضوئية التي تبدأ باللون الأحمر ذو الطول الموجي الأكبر وتنتهي باللون البنفسجي ذو الطول الموجي الأصغر .



3 – 2 خصائص الطيف الكهرومغناطيسي

أشعة الميكروويف وأمواج الراديو والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية هي عبارة عن أجزاء أخرى من الطيف الكهرومغناطيسي لا ندركها بأعيننا وتسمى الأشعة غير المرئية أو الطيف الغير مرئي. ولكن لكل طيف مما سبق استخداماته وقد أخترع الإنسان أجهزة ذات خصائص معينة لتستخدم الأطياف غير المرئية مثل أجهزة الرؤية الليلية.

إن للضوء خاصية مزدوجة فهو يسلك في بعض الأحيان السلوك الموجي وفي أحيان أخرى يسلك سلوك الجسيمات، ولقد وضح العالم آينشتين من خلال تفسير الظاهرة الكهروضوئية أن الضوء عبارة عن جسيمات تسمى الفوتونات تحمل طاقة تتناسب عكسياً مع الطول الموجي للضوء، فعلى سبيل المثال الضوء الأزرق له طول موجي قصير في الطيف المرئي فهذا يعني أنه يمتلك طاقة أكبر من الضوء الأحمر لأن طوله الموجي أكبر من الأزرق . أما الضوء في منطقة الطيف فوق الأزرق فيكون ذو طاقة كبيرة جداً ولا تدركها العين البشرية وتسبب لها المشاكل اذا سقطت مباشرة على العين، أما الضوء في منطقة الاشعة تحت الحمراء فهي ذات طاقة قليلة وكذلك لا تدركها العين البشرية. والأشعة تحت الحمراء هي أشعة غير مرئية ويمكن الشعور بها على شكل حرارة عندما تسقط على جلد الإنسان.

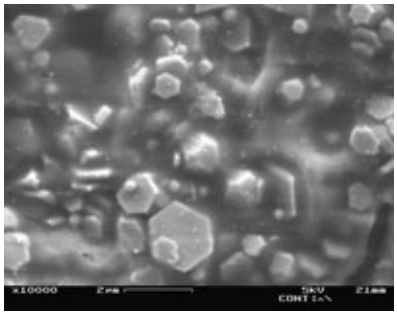
النقطة الهامة هنا هي أن كل لون من ألوان الضوء يمتلك طاقة (طاقة فوتون) مختلفة وهي التي تُحدث التغيرات الكيميائية للفيلم وتُعرف هذه العملية في الكيمياء بالكيمياء الضوئية Photochemistry. وتُصنَّع مادة الفيلم من مواد مستقرة إلى أن تتعرض للضوء فتحدث عملية التفاعل بين مكونات الفيلم والضوء الساقط عليها من خلال الكاميرا .

مكونات الفيلم

أكثر الأفلام استخداما تلك التي تُعرف بأفلام 35mm فإذا قمنا بفتح العلبة الأسطوانية التي تحتوي الفيلم سنشاهد شريط طويل من البلاستيك، يتكون الشريط البلاستيكي من طبقة شفافة تسمى الأساس base من مادة السليلويد celluloid يصل سمكها إلى 0.025mm. يحمي طبقة الأساس هذه طبقة داعمة من مادة لامعة لتحمي الفيلم وتُقويه أثناء التعامل معه خلال عملية التحميض أو الطباعة.

على الجانب الأخر توجد الطبقة الحساسة للضوء والتي عليها تحدث عملية التفاعل الكيميائي عند سقوط الضوء عليها، وهذه الطبقة مكونة مما يقارب 20 طبقة رقيقة ويتم تثبيتها على الفيلم من خلال طبقة إضافية من مادة جلاتينية، بعض من تلك الطبقات لا يكون له علاقة مباشرة مع الصورة وإنما وضعت كمرشحات للضوء Light Filter أو للتحكم في التفاعلات الكيميائية خلال عملية المعالجة للحصول على الصورة خارج الكاميرا.

تتكون الطبقة أو الطبقات المسؤولة عن تكوين الصورة من حبيبات دقيقة جداً Grains من بلورات هاليد الفضة silver-halid crystal والتي تعمل كمجسات وكواشف حساسة للضوء. هذه الحبيبات هي المسؤولة بالكامل عن فكرة التصوير الفوتوغرافي. حيث تحدث التغيرات الكيميائية لهذه الحبيبات عندما تتعرض للضوء .



3 – 3 شكل الحبيبات تحت المجهر الإلكتروني

يتم تصنيع حبيبات هاليدات الفضة من دمج نترات الفضة مع املاح الهاليديات مثل (chloride, bromide and iodide) فينتج من الدمج ومن خلال طرق معقدة الحصول على بلورات في مختلف الأحجام والأشكال حسب حساسية الفيلم المراد الحصول عليه كما سنعلم لا حقا علاقة حساسية الفيلم بحجم البلورات المكونة لحبيبات الفيلم.

يتم إضافة جزيئات عضوية spectral sensitizers كطبقة إضافية على الحبيبات لتعزيز حساسية الحبيبات للضوء وبالأخص الألوان الأساسية الأحمر والأخضر والأزرق. فتقوم هذه الطبقة بامتصاص طاقة الضوء الأزرق أو الأحمر أو الأخضر وتحولها إلى البلورات هاليدات الفضة في شكل إلكترونات.

3 – 4 الطبقات المكونة للفيلم الملون

خيارات متعددة للفيلم

تطرح الشركات الصانعة للأفلام أنواعاً كثيرة وبمجالات استخدام متنوعة، الأفلام التي تحتوي على كلمة color تعني أن الصور الناتجة ستطبع ملونة والأفلام التي تحتوي على كلمة chrome تستخدم لإنتاج شرائح شفافة لعرض الصور من خلال البروجكتور.

سرعة الفيلم

تحتوي الأفلام على رقم ASA وهو اختصار لمؤسسة القياسات الأمريكية American Standards Association أو رقم ISO وهو اختصار لمنظمة القياسات الدولية International Standards Organization هذا الرقم هو بمثابة المؤشر لسرعة الفيلم فعلى سبيل المثال :

- ISO 100 : يستخدم للتصوير في ضوء الشمس أو في ظروف الإضاءة العالية.
- ISO 200: يستخدم للتصوير في ظروف إضاءة واسعة الإختلاف. وهو مثالي للإستعمال في الكاميرات المتوسطة والرخيصة .
- ISO 400: يُستخدم عندما تكون ظروف الإضاءة غير مواتية مثلا في الطقس البارد، وعند التصوير داخل الأماكن الواسعة مع فلاش. وكذلك يستخدم في تصوير الأشياء المتحركة بسرعة خاصة الأنشطة الرياضية. هذا الفيلم مثالي للغاية مع الكاميرات المدمجة ذات عدسات الزووم واسعة المجال (28–150مم).
- ISO 1000 & ISO 1600: للتصوير بدون استخدام الفلاش وتحت ظروف الإضاءة العادية .

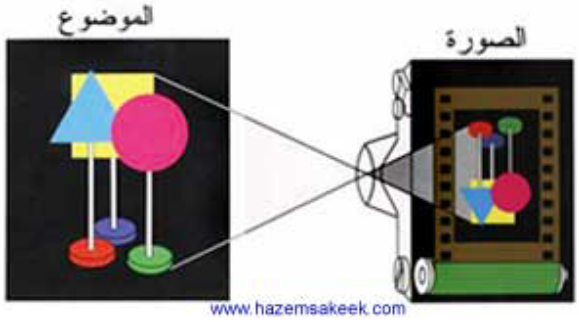
بعد تحديد ما ذا كنت تريد الحصول على الصور في شكل كروت أو شكل شرائح عرض عليك أن تحدد سرعة الفيلم، وفي الأغلب يكون اسم الفيلم مقترناً بسرعته. فكلما ازدادت قيمة الرقم المصاحب للرمز ASA أو ISO كلما زادت سرعة الفيلم، زيادة سرعة الفيلم هي في الحقيقة زيادة حساسية الفيلم للضوء فتحتاج فيلم سريع عندما ترغب في التصوير في ظروف إضاءة منخفضة وعندما يكون الجسم المراد تصويره متحرك .

ولكن هناك جانب آخر يجب التنويه له وهو أنه كلما زادت سرعة الفيلم كلما كانت حجم حبيبات هاليدات الفضة أكبر وهذا يعني أن دقة الصورة أو القدرة التحليلية للفيلم تصبح أقل وهذا يعني أنه لا نستطيع الحصول على طباعة للصور بحجم كبير. أما الفيلم البطيء نسبياً ISO 100 فهو المفضل للتصوير العادي (للهواة) ويُستخدم عندما تكون الإضاءة ساطعة أو باستخدام ضوء الفلاش أو يكون الجسم المراد تصويره ثابت وتسمح حجم الحبيبات الصغير جداً المستخدمة في الفيلم عند السرعات البطيئة بالحصول على طباعة للصور بأحجام كبيرة وبدقة عالية .

هناك أفلام تُنتج خصيصا للمصورين المحترفين بحيث تزود تلك الأفلام بطبقة حساسة للضوء الصادر من مصباح التنجستين أو الضوء العادي لتحقق توازن الألوان في الصورة.

التقاط الصورة وعلاقته مع سرعة الفيلم

الخطوة الأولى بعد ادخال الفيلم للكاميرا وتثبيته في المكان المخصص لذلك هي ضبط الكاميرا لالتقاط الصورة من خلال ضبط عدسة الكاميرا في أحسن موضع لالتقاط الصورة، ووظيفة عدسة الكاميرا هو تركيز الضوء المنعكس عن الجسم على الفيلم والكاميرات الحديثة تقوم بهذه الوظيفة أوتوماتيكياً. الخطوة الثانية تحديد التعريض exposure المناسب معتمداً على الإضاءة المحيطة بالمشهد، والكاميرات الحديثة تستطيع معرفة وسرعة الفيلم المستخدم أوتوماتيكياً. يعتمد التعريض على عاملين هما شدة الضوء وزمن التعريض يتم التحكم بشدة الضوء من خلال فتحة العدسة ويتم التحكم بزمن التعريض من خلال سرعة الغالق. وبالتأكيد هناك نطاق محدد من درجات الحساسية للفيلم يستجيب فيها الفيلم بشكل خطي وبالتالي شدة الضوء يجب أن لا تتعدى هذا النطاق للحصول على صورة بألوان متوازنة وعملية ضبط التعريض في الكاميرا هو التحكم في كمية الضوء ليقع ضمن نطاق حساسية الفيلم، فإذا كان التعريض يسمح بسقوط كمية كبيرة من الضوء فإن استجابة الفيلم تكون في خارج النطاق الخطي وتظهر الصورة مخفية في شكل هالة مضيئة وإذا كان التعريض للكاميرا يسمح بكمية أقل من المطلوب تظهر الصورة معتمة. لمزيد من المعلومات ارجع إلى موضوع كيف تعمل الكاميرا؟



3 – 5 كيف تتكون الصورة في الكاميرا

التقاط الصورة وعلاقته مع التعريض الضوئي

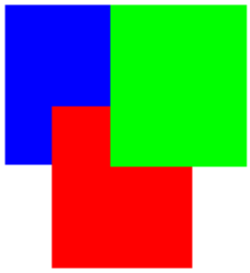
بعد عملية ضبط الكاميرا تكون جاهزة لالتقاط الصورة بالضغط على الزر الخاص بذلك ليسمح للغالق أن يفتح لفترة زمنية محددة ليدخل الضوء المنعكس من الجسم على الفيلم وبعدها يغلق. سنشرح الآن ماذا يحدث للفيلم عند سقوط الضوء عليه .

عند فتح الغالق لجزء من الثانية تتكون صورة مخفية من الفوتونات ذات الطاقات المختلفة حسب الألوان التي انعكست من الجسم وتكون المناطق الأكثر سطوعا في الجسم هي تلك التي تسجل أكبر استجابة للحبيبات المكونة للفيلم وكلما قل الضوء كلما قل عدد الحبيبات التي تتأثر بالضوء.

عندما يتم امتصاص الضوء من قبل الطبقة الحساسة التي تغطي طبقة حبيبات هاليدات الفضة فإن إلكترون يتحرر من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل في المادة المكونة للطبقة الحساسة ووجود إلكترون في حزمة التوصيل يعني قدرة الإلكترون على الحركة، يتحرك الإلكترون إلى حزمة التوصيل في حبيبات هاليدات الفضة فيتحد مع فجوة Hole موجبة ليكون ذرة فضة. وعندما تتحد عدة إلكترونات مع فجوات موجبة على بلورة هاليد الفضة تتحول إلى ذرات الفضة وتصبح هذه البلورة تختزن معلومات عن شدة الضوء الذي سقط عليها في صورة عدد من ذرات الفضة (كلما كانت شدة الضوء المستقبلة عند ذلك الموضع أكبر كلما زاد عدد ذرات الفضة وعلى الأقل يجب أن يكون على بلورة هاليد الفضة أربع ذرات فضة لتكون هذه البلورة جزء من مكونات الصورة. (تحتوي كل بلورة على ملايين الجزيئات من هاليد الفضة ويكفي أن تستجيب أربعة جزيئات لتصبح البلورة جزء من مكونات الصورة).

في الفيلم الملون يحدث نفس الشيء ولكن بصورة منفصلة لكل لون من الألوان الأساسية (الأحمر والأخضر والأزرق) المكونة للضوء المنعكس عن الجسم المراد تصويره. ويتم فصل الألوان على الفيلم من خلال طبقات المرشحات التي تغطي طبقة الحبيبات (بلورات هاليد الفضة) حيث يحتوي الفيلم على ثلاثة مرشحات لكل لون من الألوان الأساسية ويسمح كل مرشح بالاستجابة للون المحدد له وتتكون على كل مرشح صورة مخفية باللون

المخصص لها، تنطلق الإلكترونات الناتجة من طبقات المرشحات الثلاثة لتتجمع على طبقة الحبيبات حيث تتفاعل مع الحبيبات لتكون ذرات الفضة عليه كما سبق شرحه.



3 – 6 تكون الألوان من الألوان الأساسية

تحميض الأفلام الأبيض والأسود

هي العملية المسؤولة عن إظهار الصورة المخفية في الفيلم وتحويلها إلى مرئية لنتمكن من طباعتها فيما بعد. في البداية سنتعامل مع الفيلم الأسود والأبيض حيث تتلخص عملية تحميض الفيلم في الخطوات التالية:

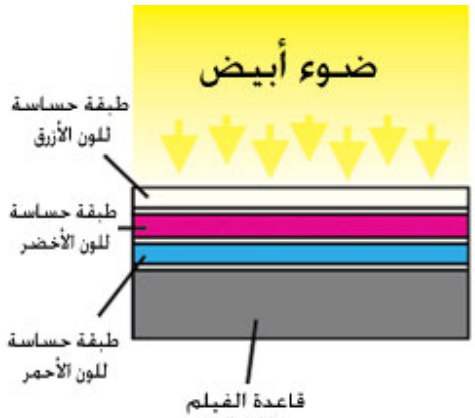
(1) الخطوة الأولى من عملية التحميض هي وضع الفيلم في محلول مخفف عند درجة حرارة الغرفة ولمدة زمنية محددة، يعمل المحلول على الحبيبات التي تأثرت بالضوء حيث يحولها إلى ذرات فضة بينما تبقى الحبيبات التي لم تتأثر بالضوء في صورتها كهاليدات فضة.
(2) الخطوة التالية لإكمال عملية التحميض هي غسل الفيلم بالماء.
(3) يتم إزالة الحبيبات التي لم تتأثر بالضوء وبقيت في صورة بلورات هاليدات الفضة من خلال عملية التثبيت حيث يتم وضع الفيلم في حوض من محلول التثبيت لفترة زمنية محددة، تؤدي هذه العملية إلى التخلص من المناطق التي لم تتعرض للضوء في الفيلم ويبقى فقط الحبيبات التي تحولت إلى ذرات فضة.
(4) الخطوة الأخيرة تتمثل في غسل الفيلم بالماء للتخلص من كل المركبات الكيميائية المستخدمة ويترك الفيلم ليجف، ثم يتم قص شريط الفيلم لنحصل على شريحة تمثل المشهد تسمى نيجاتيف.

يظهر على صورة النيجاتف المشهد الذي تم تصويره حيث تكون المناطق المعتمة تمثل أكثرها كثافة أو أكثرها تركيز لذرات الفضة وتكون تلك المناطق هي التي تعرضت أكثر للضوء الناتج من انعكاسه عن الجسم فمثلا تصوير شخص مرتدياً قميص أبيض يكون الضوء المنعكس على الفيلم أكثر مما لو كان مرتديا قميص أسود اللون فيظهر القميص الأبيض على النيجاتيف أكثر عتمة منه في حالة القميص الأسود.

يجب الأشارة هنا إلى أن دور طبقة الجلاتين تلعب دوراً أساسياً في عملية التحميض حيث تعمل على تثبيت الحبيبات التي تحتوي على ذرات الفيلم في مكانها، كما يكون لها دورا آخر وهو التخلص من بلورات هاليدات الفضة بمساعدة محلول التحميض.

تحميض الأفلام الملونة

تختلف عملية التحميض الكيميائية في حالة التعامل مع الفيلم الملون حيث تتألف مجموعة كيماويات تحميض الأفلام الملونة من العناصر الأربع التالية: المحلول المظهر Developer Color، المحلول المبيض Bleach ، المحلول المثبت Fixer ومحلول الترسيخ Stabilizer. ويطلق اختصاراً على هذه المجموعة تسمية محاليل سي 41 C41-Chemicals .



3 – 7 طبقات الفيلم الملون

تتشكل صورة لا مرئية – (صورة مخفية)– في طبقات الفيلم الحساسة للضوء. وباستخدام المحاليل الكيميائية تتحول الصورة المخفية إلى صورة مرئية، هذه العملية تعرف بعملية تحميض الأفلام الفوتوغرافية. فيما يلي نستعرض مراحل التحميض للفيلم الملون.

(1) التحميض للفيلم الملون.

يوضع الفيلم بعد إخراجه من الكاميرا في محلول التحميض، والذي يعمل على تشكيل صورة أبيض وأسود في ثنايا الطبقة الحساسة مكونة من حبيبات الفضة، إلى جانب صورة ملونة مكونة من أصباغ ملونة على الطبقات الأخرى وبألوان المرشحات التي تغطيها.

(2) التبييض و التثبيت Bleach-Fix & Bleach

يوضع الفيلم بعد ذلك في محاليل التبييض والتثبيت حيث يتوقف نشاط محلول التحميض، وتُزال المواد الحساسة التي لم تتعرض للضوء عن طبقات الفيلم. كذلك تُزال الصورة المكونة من حبيبات الفضة.

(3) الغسيل wash

يتم في هذه المرحلة غسل الفيلم بالماء للتخلص من المواد غير المرغوبة فيها، والمتبقية على سطح الفيلم.

(4) الترسيخ Stabilizer

الخطوة التالية هي عملية تمتين الصورة. حيث يعمل الترسيخ على تثبيت الصورة ويزيد من مقاومة الفيلم لعوامل البهتان والتلوّن. كذلك يضفي على الفيلم طبقة حماية من الحرارة العالية المنبعثة من المجفف ويمنع ظهور البقع على الفيلم أثناء عملية التجفيف التي تليه.

(5) التجفيف Drying

في المرحلة الأخيرة، تجري عملية تصفية الفيلم وتجفيفه عن طريق تيار هوائي ساخن.

يكون شكل النيجاتيف للفيلم الملون مختلف تماماً عن نيجاتيف الفيلم الأبيض والأسود حيث لا يحتوى هذا النيجاتيف على أية ذرات فضة ويظهر النيجاتيف بلون يميل إلى البرتقالي والأصفر.

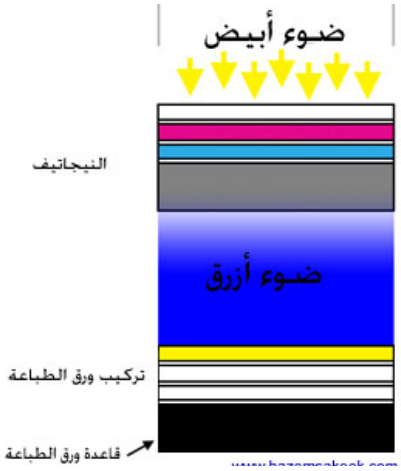
طباعة الصور الأبيض والأسود

للاستفادة من النيجاتيف بعد عملية التحميض يتم طباعته على ورق خاص وبالحجم المطلوب للحصول على صورة مطبوعة. تتم عملية الطباعة من خلال تجهيزات هي غرفة مظلمة ومصدر ضوئي ومؤقت زمني وعدسة للتكبير وورق حساس للضوء. تتم عملية الطباعة لكل صورة كل على حدى حيث يثبت النيجاتيف بين مصدر الضوء وشاشة بيضاء، فعند مرور الضوء عبر النيجاتيف ثم عدسة التطبير تظهر الصورة على الشاشة البيضاء، يتم بعد ذلك تحريك العدسة للحصول على الحجم المطلوب يتم إطفاء المصدر الضوئي ويثبت الورق الخاص بالطباعة فوق الشاشة البيضاء، يسلط الضوء لفترة زمنية محددة باستخدام المؤقت الزمني. تخضع الورقة التي تعرضت للضوء إلى عملية التحميض والتثبيت الكيميائية ثم تغسل بالماء تماماً كما فعلنا للفيلم للتخلص من أثار المواد الكيميائية وعندها نحصل على الصورة مطبوعة على الورق ونحتفظ بها بعد التجفيف. وهكذا تتكرر العملية لكل صور الفيلم.

طباعة الصور الملونة

3 – 8 طباعة الصور الملونة

تشبه عملية طباعة الصور الملونة عملية الطباعة للصور الأبيض والأسود ولكن يتم استخدام ورق طباعة حساسة للألوان ويتم تعديل الألوان باستخدام مرشحات (فلاتر) تثبت بعد النيجاتيف للحصول على توازن أفضل للألوان. وتتم عملية الطباعة في غرفة مظلمة .



3 – 9 استخدام المرشحات لطباعة الصور الملونة

مزيد من المعلومات تجدها في المواقع التالية:

http://science.howstuffworks.com/film.htm

http://www.adigicam.com/vb/index.php

http://www.foto-master.com/index.html

http://www.sapiensman.com/photo/index.htm

Microscopy Primer: Fundamentals of Film Exposure

الجزء الرابع

الكاميرا الرقمية

كيف تعمل الكاميرا الرقمية؟

في العشرين سنة الماضية أصبحت تحيطنا العديد من الأجهزة المنزلية ذات التقنيات الرقمية مثل HDTVs, MP3s, DVRs, CDs, DVDs, والتي نشأت جميعها وتطورت مع تطور العصر الرقمي، لتعمل بنفس نظرية المعالجة وهي تحويل المعلومات التماثلية التقليدية (والتي تُمثل بموجات) إلى معلومات رقمية والتي تُمثل بأصفار وآحاد أو ما يسمى بالـــ (Bits).

الكاميرا الرقمية Digital Camera تُعد واحدة من أهم الأمثلة الملحوظة لهذه الوسيلة لأنها تختلف تماماً عن **الكاميرات التقليدية** (التي تستخدم الفيلم) التي تعتمد كلية على المعالجة الكيميائية والميكانيكية لالتقاط الصورة وطباعتها حتى أن بعضها لا يحتاج لطاقة كهربية لتشغيلها. ومن ناحية أخرى فإن كل الكاميرات الرقمية تحوي بداخلها معالج صغير (Microprocessor) يقوم بمعالجة الصور إلكترونياً .

4 – 1 كاميرا رقمية من سوني

وفي الحقيقة لم تحل الكاميرات الرقمية محل الكاميرات التقليدية حتى الآن وذلك لأن الفيلم ما زال يعطي جودة عالية للصورة ولكن بتقدم تكنولوجيا الصور الرقمية أصبحت الكاميرات الرقمية أكثر انتشاراً وشعبية.

أساسيات

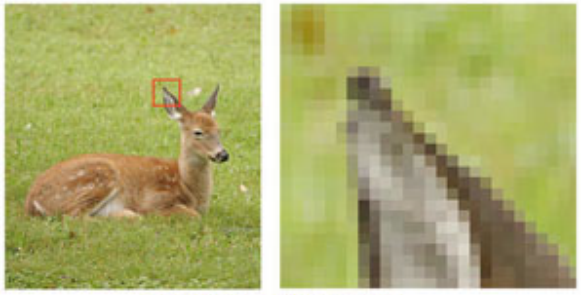
لنفترض أننا نريد أخذ صورة وإرسالها بالبريد الإلكتروني، ولعمل ذلك يجب تحويل الصورة إلى اللغة التي تدركها الحواسيب وهي الأصفار والآحاد. فالصورة الرقمية عبارة عن سلسلة طويلة من الأصفار والآحاد التي تمثل كل النقاط الملونة الصغيرة أو ما يسمى بالبكسل (Pixel) والتي تشكل مجتمعة الصورة .

ولأخذ صورة في هذه الهيئة فلدينا خياران :

(1) أخذ الصورة بكاميرات تقليدية ومعالجة الفيلم كيميائياً ومن ثم طباعته على ورق فوتوغرافي، وأخيراً استخدام الماسحة الضوئية (Scanner) لأخذ عينات من الصورة (تحويل عينات الضوء على حسب شدة الإضاءة ودرجة اللون وتحويلها لسلسلة من النقاط ذات قيم البكسيل .

(2) أخذ عينات مباشرة من الضوء الأصلي المرتد من الجسم المراد تصويره وتحويل هذه العينات لسلسلة من البكسيل مما يعني أننا استخدمنا كاميرا رقمية .

كما للكاميرا التقليدية مجموعة من العدسات التي تركز الضوء المنعكس عن الجسم المراد تصويره على الفيلم لأخذ صورة من المشهد، فان للكاميرات الرقمية عوضاً عن الفيلم يوجد شريحة من أشباه الموصلات والتي تقوم بتسجيل الضوء إلكترونياً تسمى الـــ CCD ، ليقوم بعدها المعالج الذي تحتويه الكاميرا بتحويل هذه المعلومات الإلكترونية لبيانات رقمية وتحفظها على ذاكرة الكاميرا .

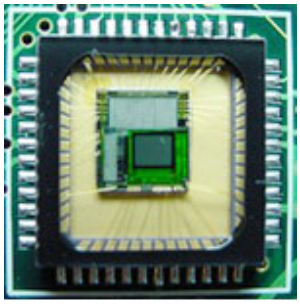


الصورة الرقمية ويظهر عناصر الصورة (البكسيل) على اليمين عند تكبير جزء من الصورة على اليسار

سوف نقوم في هذه الجزء بشرح فكرة عمل الكاميرات الرقمية وكيف نحصل منها على الصور .

كاميرات بدون فيلم !

تحتوي الكاميرات الرقمية بدلاً عن الفيلم على مجسات ضوئية (Sensors) والتي تعتمد فكرة عملها على تحويل الضوء لشحنات كهربية .



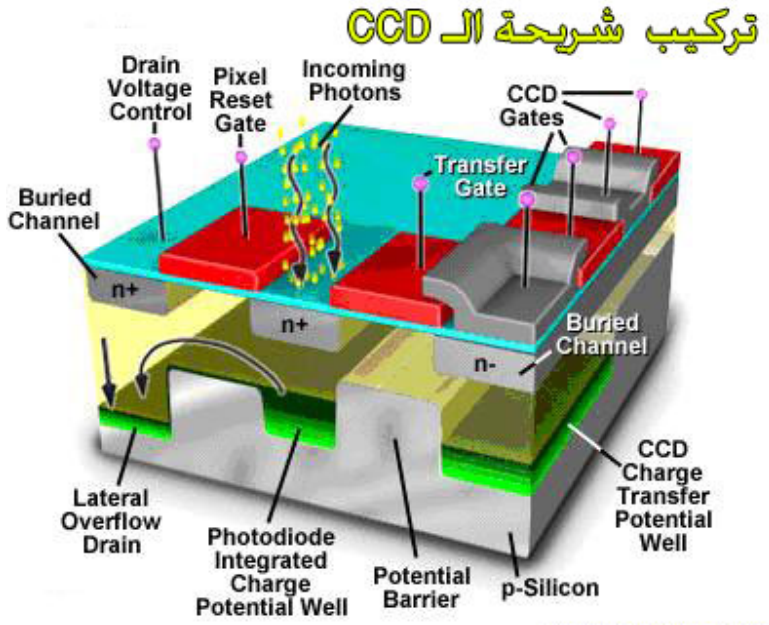
صورة لمجس CMOS

واكثر تقنيات المجسات الضوئية انتشاراً في الكاميرات الرقمية هي تقنية Charged Coupled Device وتُختصر بـــ (CCD) أو (العنصر مزدوج الشحنة).و بالرغم من أن بعض الكاميرات الرقمية تستخدم تقنية المجسات الضوئية CMOS (Complementary Metal Oxide Semi Conductor) (شبه موصل معدن الأكسيد المتمم) بدلاً عن الـــ (CCD) إلا أن كلا التقنيتين CCD أو CMOS تقومان بتحويل فوتونات الضوء إلى الكترونات. وتتكون المجسات من شبكة مصفوفات ثنائية الأبعاد تحوي الملايين من الخلايا وكل خلية عبارة عن عنصر الصورة الذي يسمى PIXEL وهي اختصار لكلمة Picture elements .

يقوم كل مجس بتحويل الضوء إلى الكترونات فكلما كانت كمية الضوء أكبر كلما كانت كمية الشحنة المتحررة (الإلكترونات) أكبر وعن طريق قراءة الشحنة المتراكمة في كل خلية يمكن للميكروبروسيسور من إعادة بناء الصورة .

المجس مزدوج الشحنة (CCD) :

هو شريحة إلكترونية مستخدمة من زمن يصل إلى عشرون عاما وتسمى أحيانا بالعين الإلكترونية وكانت تُستخدم في الإنسان الآلي وفي المراصد الفلكية وكذلك في كاميرات تصوير الفيديو وحديثا تم استخدامها في كاميرا التصوير الفوتوغرافي لتصبح الكاميرا معروفة باسم الكاميرا الرقمية .



هذه صورة تشريحية لـــ CCD وكيفية امتصاصها للضوء

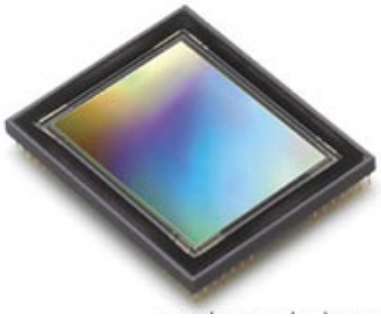
فكرة عمل العنصر مزدوج الشحنة

تتكون الـــ CCD من شريحة مربعة طول ضلعها لا يزيد عن 3 سم هذه الشريحة تحتوي على مجسات ضوئية (الدايود) مصنوعة من أشباه الموصلات (Semiconductors) مُرتَّبة على شكل صفوف متوازية. عندما تتكون الصورة على هذه الدايودات يتم تحرير شحنة كهربية من الدايود يتناسب مع كمية الضوء، فكلما كان الضوء الساقط على الدايود كبيرا كانت الشحنة المتحررة كبيرة. تعمل الشحنة الكهربية المتحررة على تفريغ مكثف مشحون متصل مع كل دايود. يتم اعادة شحن هذه المكثفات من خلال تيار يعمل على مسح كل المكثفات ويقوم ميكروبروسسور باحتساب قيمة الشحنة التي أُعيدت إلى المكثف ليتم تخزين قيمة عددية لكل ديود في الذاكرة المثبتة بالكاميرا. تحتوي على معلومات عن موضع الدايود وشدة الضوء الذي سقط عليه لتكوين في النهاية صورة رقمية للجسم الذي تم التقاط صورته .

وفيما يلي الاختلافات الرئيسية بين تقنيتي CCD و CMOS

تقوم تقنية CCD بنقل الشحنة عبر الرقاقة وقراءتها عند أحد اركان المصفوفة، وبعدها يقوم محول (تماثلي – رقمي) ADC بتحويل كل قيمة بكسل لقيمة رقمية وذلك عن طريق قياس مقدار الشحنة في كل موضع ضوئي وتحويل ذلك القياس إلى صيغة ثنائية (Binary Form) .

أما تقنية CMOS تستخدم عدة ترانزيستورات لكل عنصر صورة (البكسيل) لتكبير ونقل الشحنة عبر أسلاك توصيل تقليدية ولهذا فهذه التقنية لا تستخدم محول ACD .



صورة لشريحة CCD

هذا الاختلاف جعل لكل تقنية ميزات وعيوب وهي

(1) تتمتع تقنية CCD بنقاء عالي وقلة تشويه (ناجم عن الضجيج Noise) مقارنة بتقنية CMOS فهي أكثر تأثراً بالضجيج .
(2) لكل بكسل في تقنية CMOS عدة ترانزستورات، وحساسية الضوء ضعيفة في هذه الرقاقة وذلك لأن الفوتونات الضوئية قد تصطدم بالترانزستورات بدلاً عن الدايودات الضوئية (Photodiode) .
(3) تستهلك رقاقات CMOS مقداراً ضئيلاً من الطاقة وفي المقابل فان المعالجة التي تقوم بها رقاقة CCD تستهلك الكثير من الطاقة (أكثر بـــ 100 مرة) مقارنة برقاقة CMOS .
(4) تصنع رقاقات CCD لتدوم طويلاً وتعطي دقة عالية الوضوح للصور.
(5) بالرغم من الاختلافات السابقة بين رقاقات CCD و CMOS فانهما يلعبان نفس الدور في الكاميرات الرقمية وهو تحويل الضوء إلى شحنات كهربية بستخدام الديود .

الدقة

إن مقدار التفاصيل التي تستطيع الكاميرات التقاطها يطلق عليها الدقة Resolution وتقاس بالبكسيل Pixel فكلما زاد عدد البكسل كلما زادت تفاصيل الصورة وتصبح الصور ذات الأبعاد الكبيرة أكثر وضوحاً .

بعض مستويات الدقة :

(1) 256×256 ونجدها في الكاميرات رخيصة الثمن فالدقة ضعيفة جداً ويكون إجمالي عدد البكسيل المكون للصورة هو 65.000 بكسيل .

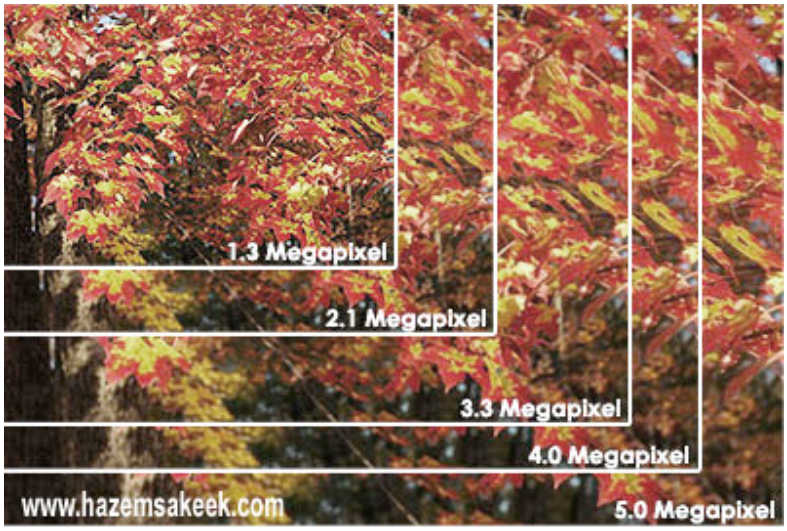
(2) 480×640 وهو أقل حد لمستوى الدقة النموذجي وهو مثالي جداً لإرسال الصور عبر البريد الإلكتروني وصفحات الويب .

(3) 912×1216 ويقاس فيها حجم الصورة بالميغابكسل (Megapixel) واجمالي البكسيل المكون للصورة هو 1.109.000 بيكسيل ويفي هذا المقاس لغرض طباعة الصور .

(4) 1200×1600 وتتميز هذه الدقة بمجموع 2 مليون بكسيل وهي دقة عالية، حيث بإمكاننا طباعة صورة بمقياس 4×5 إنش كتلك التي نتحصل عليها في معامل الألوان .

(5) 1680×2240 وتوجد في الكاميرات الرقمية ذات (4 Megapixel) وتسمح بطباعة صورة كبيرة بدقة عالية حتى 16×20 إنش .

(6) 2704×4064 وهي اعلى دقة للكاميرات الرقمية (11.1 Megapixel) ويمكننا الطباعة بها بدقة عالية جداً حتى 9×13.5 إنش .



صورة مأخوذة بمستويات دقة مختلفة

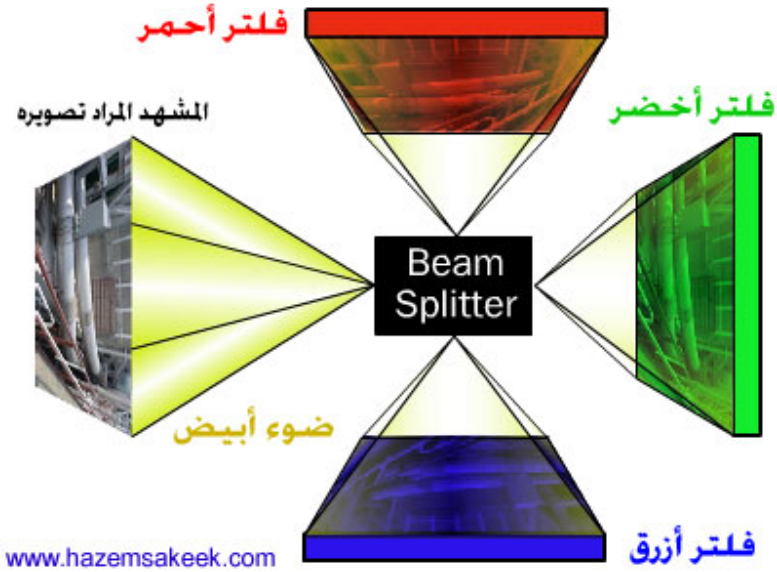
بعض الكاميرات التجارية الجيدة يمكنها التقاط اكثر من 12 مليون بكسل، أما الكاميرات الإحترافية فتلتقط صور بدقة 16 مليون بكسل. وتقدر شركة هيليوباكارد إن دقة الصورة المأخوذة في الفيلم باستخدام الكاميرا التقليدية يصل إلى 20 مليون بيكسيل .

كيف تلتقط الكاميرا الرقمية الألوان ؟

تعتبر المجسات الضوئية في الكاميرا الرقمية غير مدركة للألوان ولا تميزها، وذلك لأن فكرة عمل هذه المجسات هي قياس شدة الضوء وتحويله إلى شحنات كهربية. ولكي يتم التقاط الصورة بكامل ألوانها فانه لابد من استخدام مرشحات (filtering) للضوء بحيث يكون لكل لون من الألوان الأساسية مرشح خاص به، فمثلا المرشح الأحمر

هو عبارة عن شريحة زجاجية ذات لون أحمر تسمح بدخول اللون الأحمر وتمنع باقي الألوان وكذلك بالنسبة للون الأزرق يستخدم مرشح أزرق ونفس الشيء بالنسبة للون الأخضر يستخدم مرشح أخضر، وبمجرد التقاط الكاميرا الصورة لأي مشهد فإنه يتم تحليل ألوان هذا المشهد إلى الألوان الأساسية الثلاث (الأخضر والأزرق والأحمر) ومن ثم يتم تجميعها للحصول على المشهد بكافة ألوانه .

وهنالك طرق مختلفة لالتقاط الألوان الأساسية في الكاميرا الرقمية. فالكاميرات الرقمية عالية الجودة تستخدم ثلاث وحدات من رقاقات الـــ CCD منفصلة ومثبت فوق كل رقاقة CCD مرشح لوني حتى تتخصص كل رقاقة برصد اللون الأساسي الخاص بها، عندما يتم تركيز الضوء المنعكس من الجسم إلى داخل الكاميرا بواسطة عدستها فإن الضوء يتم تجزئته باستخدام مجزىء ليسقط على المرشح اللوني ثم إلى الـــ CCD. يتم تجميع الإشارات الصادرة من الثلاثة رقائق CCD بواسطة الميكروبروسيسور لتكوين الصورة الملونة بالكامل .



عملية تجزئة الصورة (يسار) عبر مجزئ الحزمة الضوئية (**Beam Splitter**)

من مميزات هذه الطريقة أن الكاميرات تلتقط كل لون من الالوان الثلاثة الأساسية على نفس الموضع على البكسيل المخصص على الـــ CCD، ولكن هذه الكاميرات تكون كبيرة الحجم نسبياً وباهظة الثمن .

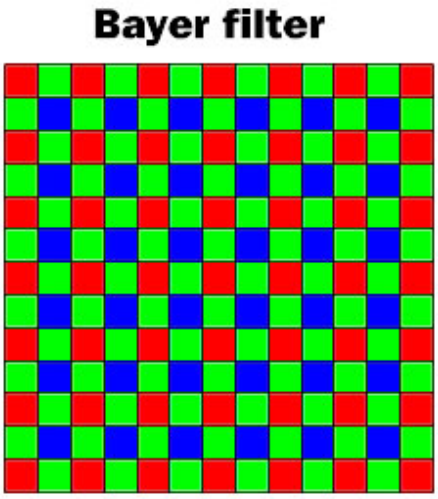
الطريقة الأخرى المتبعة وهي تدوير قرص يحتوي على المرشحات الثلاثة أمام رقاقة CCD واحدة، ويقوم الـــ CCD بتسجيل ثلاث لقطات منفصلة في عملية سريعة، هذه العملية تزودنا أيضاً بكل لون في كل موضع بكسل. ولأن اللقطات الثلاث لا تؤخذ في نفس الزمن فإنه يتوجب على الكاميرا والهدف المراد تصويره البقاء ساكنين

لبرهة نسبية حتى يتم أخذ القراءات الثلاث مما يجعل هذه الطريقة غير عملية ولابد من تثبيت الكاميرا على حامل وأن يكون المشهد المراد تصويره ثابت .

مرشح قرص دوار

أما الطريقة الإقتصادية والعملية والمستخدمة في التقاط الألوان الأساسية تتمثل في تثبيت مرشح يسمى بمصفوفة مرشح الألوان Color Filtering Array على رقاقة الـــ CCD .

وأكثر أنواع مصفوفة المرشحات استخداماً هو نموذج مرشح باير (Bayer Filter Pattern) ويتكون من عمودين متبادلين أحدهما مكون من مرشح للون الأخضر والأحمر والعمود الآخر مرشح للون الأخضر والأزرق ونلاحظ هنا وجود الكثير من البكسل الخضراء مقارنة بالأزرق والأحمر وذلك لأن العين البشرية لا تكون حساسيتها متساوية بالنسبة للألوان الثلاث الأساسية فالكثير من اللون الأخضر يجعل الصورة تبدو للعين وكأنها حقيقية .



نموذج مرشح باير Filter Bayer

من محاسن هذه الطريقة أننا نحتاج لرقاقة CCD واحدة ويتم التقاط الألوان (أحمر، أخضر، أزرق) في نفس اللحظة. وهذا يعني أن الكاميرا ستكون أصغر وأرخص وعملية في كثير من الأحيان .

تستخدم الكاميرات الرقمية لوغاريثمات خاصة تسمى (Demosaicing Algorithm) تعمل على معالجة المعلومات الواردة من مخرج المرشحات والتي تكون في شكل فسيفساء ملونة للصورة الملتقطة وحساب الألوان الحقيقة من متوسط قيم البكسيل المحيطة لإعطاء اللون الحقيقي للصورة .

في الجزء التالي سنقوم بشرح كيفية تحكم الكاميرا بالضوء الداخل وتركيزه على المجسات الحساسة CCD.

التعريض والتركيز

كما في الفيلم فإن الكاميرا الرقمية تتحكم في كمية الضوء الذي يصل إلى الـــ CCD من خلال جزئين هما فتحة العدسة aperture وسرعة الغالق shutter speed.

فتحة العدسة Aperture : تتحكم بنصف قطر الفتحة التي يدخل منها الضوء للكاميرا ويكون التحكم فيها أوتوماتيكياً في أغلب الأحيان إلا في بعض الكاميرات التي يستخدمها مصورون محترفون .

سرعة الغلق Shutter Speed : تتحكم في الزمن اللازم لمرور الضوء عبر فتحة العدسة ويتم التحكم به إلكترونيا ويكون الغالق إلكتروني وليس ميكانيكي كما في الكاميرا التقليدية .

تتحكم الكاميرا في كلا من فتحة العدسة وسرعة الغالق لتحديد كمية الضوء المناسبة لالتقاط أفضل صورة، كما أن العدسة المستخدمة في الكاميرا الرقمية لا تختلف عن العدسة في الكاميرا التقليدية وسنقوم بشرح فكرة عمل التبئير (التركيز) الأوتوماتيكي Focus في مقال منفرد.

إن البعد البؤري للعدسة في الكاميرا الرقمية يختلف عن ذلك في الكاميرا الرقمية التي تستخدم فيلم 35mm. البعد البؤري هو المسافة بين العدسة وشريحة الـــ CCD، وحيث أن ابعاد الشريحة تختلف حسب الشركة المنتجة وفي معظم الأحيان تكون أصغر من فيلم 35mm، وهذا يعني أن العدسة المستخدمة لتكوين الصورة على شريحة الـــ CCD ذات بعد بؤري أقصر ولمزيد من المعلومات حول حجم الـــ CCD ومقارنتها بفيلم 35mm يرجى زيارة الموقع Photo.net على الإنترنت.

ملاحظة: تذكر أن شريحة الـــ CCD في الكاميرا الرقمية تحل محل الفيلم في الكاميرا التقليدية.

كما ويلعب البعد البؤري للعدسة دورا رئيسياً في تحديد قيمة التكبير أو التحجيم للكاميرا، ففي كاميرا الـــ 35mm تستخدم عدسة بعدها البؤري 50mm صورة مساوية للجسم بدون تكبير. زيادة البعد البؤري يزيد من التكبير وتبدو الصورة أقرب من الوضع الحقيقي للجسم. ويحدث العكس إذا كان البعد البؤري أقل..

عدسة التكبير أو التحجيم zoom lens هي عدسة يتغير بعدها البؤري وفي الكاميرات الرقمية هناك يمكن أن نجد تكبير بصري optical zoom أو تكبير رقمي digital zoom أو الأثنتين معا في نفس الكاميرا كما أن بعض الكاميرات تحتوي على تبئير دقيق macro focusing أي أن الكاميرا لها القدرة على أخذ صور قريبة جداً من الكاميرا مثل تصوير مستند ورقي .

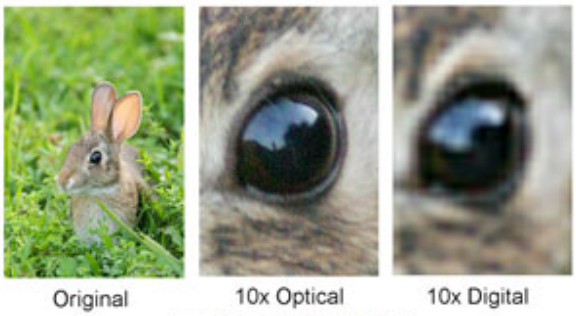
الكاميرات الرقمية يمكن ان تكون مزودة بأحد الأنواع الأربعة التالية :

عدسة تركيز ثابت وتكبير ثابت Fixed-focus, fixed-zoom lenses وهي عدسات رخيصة الثمن وتستخدم في الكاميرات التي تستخدم لمرة واحدة ولهدف أخذ صور ثابتة وبسيطة .

عدسة تكبير بصري وتركيز أوتوماتيكي Optical-zoom lenses with automatic focus تشبه العدسة المستخدمة في كاميرات الفيديو ويمكن التحويل من عدسة التيليفوتو Telephoto Lens ذات التصوير البعيد إلى عدسة الزاوية العريضة Wide-Angle Lens للتصوير القريب، وذلك من خلال تغيير البعد البؤري للعدسة .

عدسة تحجيم رقمي Digital-zoom lenses وهي عبارة عن قيام ميكروبروسيسور الكاميرا بأخذ جزء من الصورة التي تكونت على شريحة الـ CCD وعرضها على كل اطار الكاميرا، وتشبه هذه العملية قيامك بتكبير صورة على شاشة الكمبيوتر من خلال استخدام عدسة برنامج التحرير لتكبير الصورة، ويجب استخدام حامل للكاميرا عند تشغيل هذه الخاصية لأن أية اهتزازات تؤثر على جودة الصورة .

نظام العدسات القابلة للإستبدال Replaceable lens systems وهي مجموعة من العدسات المختلفة في البعد البؤري يمكن للمصور المحترف تثبيتها على الكاميرا حسب المشهد المراد تصويره .



الفرق بين التحجيم الرقمي (الصورة على اليمين) والتحجيم البصري (الصورة في الوسط) عند تصوير عين الأرنب على اليسار لاحظ أن التحجيم البصري اوضح من الرقمي

نقل الصورة إلى الحاسوب وتخزينها

تحتوي الكاميرات الرقمية على شاشة البلورات السائلة LCD تمكنك من مشاهدة الصورة قبل التقاطها وتخزينها في ذاكرة الكاميرا وهذا ما سنقوم بشرحه، حيث يوجد عدة طرق لتخزين الصورة في الكاميرا قبل نقلها إلى جهاز الحاسوب ومن هذه الطرق استخدام الذاكرة الثابتة داخل الكاميرا ويتطلب الأمر في هذه الحالة توصيل الكاميرا نفسها بجهاز الحاسوب لنقل الصور إليه، وطريقة التوصيل يمكن أن تتم من خلال عدة خيارات تعتمد على نوع

الكاميرا والشركة المنتجة ومن هذه الخيارات التوصيل التتابعي serial أو التوصيل المتوازي parallel أو توصيل السكازي SCSI أو اليو إس بي USP أو السلك الناري FireWire أو لاسلكيا بالـــ Bluetooth .

كما يمكن أن تزود بعض الكاميرات بذاكرة خارجية يمكن اخراجها من الكاميرا وتوصيلها للحاسوب من خلال الوصلات المعدة لذلك ومن وسائط التخزين الخارجية ذاكرة الفلاش flash memory أو ذاكرة الفلاش المضغوطة compactflash أو الذاكرة الذكية smartmedia. كما يمكن استخدام القرص المدمج CD أو القرص DVD لتخزين الصورة عليها .

بغض النظر عن مختلف الوسائل المستخدمة لتخزين الصور الرقمية فإن مساحة التخزين ونوعية الملفات التي تخزن في الذاكرة تلعب دوراً رئيسياً في نوعية الكاميرا وجودة الصور المستخرجة منها. فمثلاً هناك عدة صيغة لحفظ ملفات الصور مثل الصغية TIFT التي تكون ملفاتها غير مضغوطة أو ملفات الـــ JPEG وهي ملفات مضغوطة. وتستخدم معظم الكاميرات الرقمية الصيغة التي تضغط فيها الصور لحفظها على الذاكرة لأنها تحتاج مساحة أقل بالمقارنة مع الملفات الغير مضغوطة كما يمكن ضبط صيغة الضغط بأن تتحكم في جودة الصورة فمثلاً إذا تم ضبط الكاميرا على صورة بجودة عالية تكون نسبة الضغط للصورة قليل ويكون حجم الصورة كبيراً أما إذا تم ضبط الكاميرا علي صورة بجودة قليلة يكون الضغط بنسبة عالية وهذا يعني جودة صورة أقل ولكن يمكن تخزين عدد كبير من الصور على ذاكرة الكاميرا. في الجدول التالي توضيح للعلاقة بين حجم الصورة وصيغة حفظها في ذاكرة الكاميرا .

JPEG (medium quality)	**JPEG** (high quality)	**TIFF** (uncompressed)	**Image Size**
90 KB	300 KB	1.0 MB	640x480
130 KB	500 KB	1.5 MB	800x600
200 KB	800 KB	2.5 MB	1024x768
420 KB	1.7 MB	6.0 MB	1600x1200

تعتمد فكرة الضغط في الكاميرا على تحليل الصورة فمثلاً لو كان هناك ما يقارب من 30% من الصور عبارة عن سماء زرقاء فإن فهذا يعني أن جزء من الصورة مكرر على مساحة محددة تقوم هذه الفكرة من الضغط بحفظ هذه الجزيئة من الصورة وتكرارها على المساحة المطلوبة وهنا إعادة بناء الصورة لا يفقدها أية معلومات وتسمى هذه الطريقة من الضغط بطريقة الضغط بالتكرار Repetition أما الطريقة الأخرى فتعرف باسم حذف التخلص من بعض البيانات الغير ضرورية Irrelevancy حيث أن الكاميرا تأخذ الكثير من التفاصيل الدقيقة التي لا تدركها العين وعند ضغط الصورة بهذه الطريقة يتم التخلص منها لأنها لا تؤثر في محتويات الصورة .

الخلاصة

لنضع كل ماذكرنا سابقاً في خطوات لتوضيح كيف تعمل الكاميرا الرقمية لالتقاط الصورة .

1. في البداية يتم توجيه الكاميرا إلى المشهد المراد تصويره ويتم ضبط التكبير لتقريب المشهد أو إبعاده .
2. يتم الضغط قليلاً على زر التصوير (أي الضغط نصف ضغطة مع الإبقاء على هذا الوضع) الذي يتحكم في فتح الغالق .
3. تقوم الكاميرا بضبط التركيز أوتوماتيكياً وتجميع معلومات عن كمية الضوء المتوفرة .
4. تقوم الكاميرا بتحديد فتحة العدسة المناسبة وسرعة الغالق المطلوبة لمثل هذه الظروف .
5. يتم اكمال الضغط على زر التصوير .
6. يفتح الغالق ليسمح للضوء بالوصول إلى الشريحة الالكترونية CCD لفترة محددة تتجمع الشحنات على كل أجزاء الشريحة حسب كمية الضوء التي وصلت لكل جزء.
7. يتم تحديد كمية الشحنة التي تكونت على كل جزء من أجزاء الـــ CCD ويُترجم إلى قيمة رقمية .
8. يقوم المعالج بترجمة البيانات الرقمية وعلاقتها بموضعها على شريحة الـــ CCD ليكون الصورة.
9. يتم حفظ بيانات الصورة في ملف رقمي بعد تطبيق عملية الضغط على هذه البيانات لتقليل حجم الملف حسب ما تم ضبط إعدادت الكاميرا عليه مسبقاً.
10. يُحفظ الملف في النهاية على الذاكرة المستخدمة في الكاميرا .

مراجع

مزيد من المعلومات تجدها في المواقع التالية :

- Beginner's Photography Tips
- CCD vs. CMOS
- Image Resolution, Size and Compression
- Understanding Resolution

- Photo.net
- HP Digital Photography Center
  http://www.hp.ca/portal/hho/dpc/learn/future_film_photography.php
- Tech Digest
  http://www.techdigest.tv/digital_cameras/index.html
- Photo.Net: Digital Cameras - A Beginner's Guide
  http://www.photo.net/equipment/digital/basics/
- Photo.Net: Size Matters
  http://www.photo.net/equipment/digital/sensorsize/
- Vidlight.com: Introduction to Digital Photography
  http://www.vividlight.com/articles/3116.htm
- PC Magazine: Inside Track
  http://www.pcmag.com/article2/0,1759,1822946,00.asp
- Camera Resolution Chart
  http://www.bhphotovideo.com/bnh/controller/home?O=getpage.jsp&A=getpage&Q=Product_Resources/resolution_chart.jsp
  O=getpage.jsp&A=getpage&Q=Product_Resources/resolution_chart.jsp

الجزء الخامس

كاميرا الفيديو

كيف تعمل كاميرا الفيديو

بدأت كاميرات الفيديو الشخصية في الإنتشار منذ حوالي 20 عاماً وكانت باهظة الثمن وكان اقتناؤها يقتصر على الهواة والمحترفين، و في يومنا هذا أصبحت كاميرات الفيديو في كل بيت تقريباً وإن لم توجد واحدة فلا بد أنك استخدامتها من خلال صديق أو قريب. تُستخدم كاميرات الفيديو في تسجيل المناسبات السعيدة والرحلات السياحية حيث يمكنك تسجيل الصوت والصورة معاً وتعرضها على شاشات التلفزيون لتعيد ذكريات وأحداث مرت، في حين أن كاميرات التصوير العادية تستخدم لالتقاط الصور الثابتة فقط حيث يتراوح سعر كاميرا الفيديو 300$ ويمكن أن يصل سعر بعض الأنواع منها إلى 100000$.

في هذه الجزء من تفسيرات فيزيائية سوف نتعرف على كيف يمكن لجهاز بحجم الكف أن يقوم بالتقاط الصوت والصورة بضغطة زر واحدة، كما سنقوم بشرح الأنواع العديدة من كاميرات الفيديو حتى لا نكون عرضة لاستغلال بائعيها فنحصل على النوع الذي نريد والذي يلبي احتياجاتنا .

أساسيات

يجب أن نعلم أن كاميرات الفيديو من حيث عملها نوعان هما :

النوع الأول : الكاميرات التناظرية Analog Cameras .

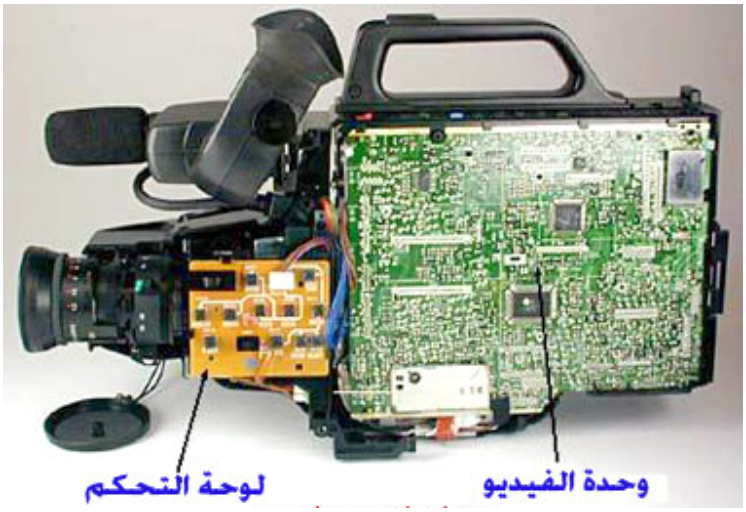
النوع الثاني : الكاميرات الرقمية Digital Cameras .

وفي الحقيقة فإن فكرة عملهما متشابه إلا أن الكاميرا الرقمية تحتوي علي إضافات سنشرحها لاحقاً، لذلك سنقزم بشرح التفاصيل الأساسية للكاميرا التناظرية.

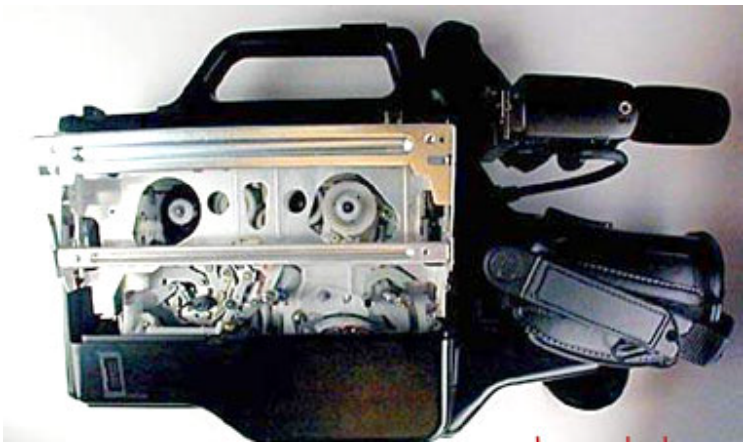
تحتوي كاميرا الفيديو علي ثلاثة وحدات رئيسية هي:

وحدة الكاميرا والتي تحتوي علي شريحة CCD والنظام البصري المكون من العدسات والموتور المستخدم للتقريب والتبعيد والتركيز والتحكم بفتحة العدسة.

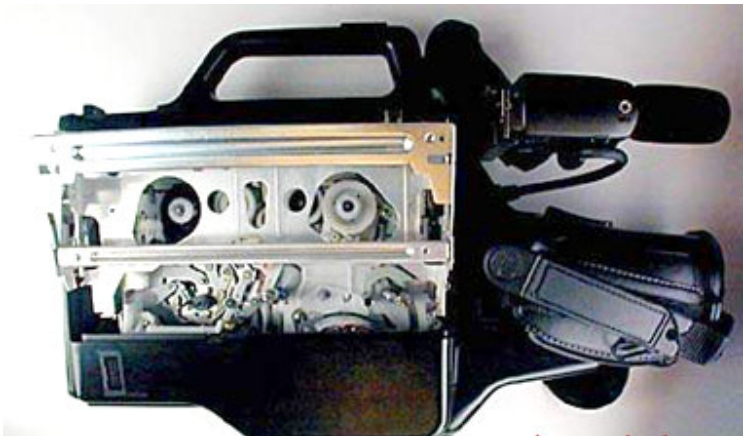
وحدة الفيديو والمكونة من نظام فيديو مصغر ليلتقط إشارة الفيديو من قسم الكاميرا ويعرضه علي الشاشة التليفزيونية أو يمكن تسجيله علي شريط مغناطيسي باستخدام جهاز الفيديو .



كاميرا فيديو من النوع التناظري بعد ازالة الغطاء ونرى لوحة وحدة الفيديو ولوحة التحكم



وحدة الفيديو المثبت على الكاميرا ويظهر حاوية الشريط المستخدم للتسجيل



وحدة الفيديو المثبت على الكاميرا ويظهر حاوية الشريط المستخدم للتسجيل

وحدة النظام البصري لكاميرا الفيديو

وحدة المنظار viewfinder أي الباحث عن المشهد وهو القسم الثالث الذي يقوم باستقبال صورة الفيديو التي تقوم بتصويرها. والمنظار في الحقيقة هو عبارة عن تلفزيون أبيض وأسود مصغر ثم تطور التصميم في بعض الكاميرات ليكون المنظار عبارة عن تلفزيون ملون وفي الكاميرات الحديثة يتم تثبت تلفزيون ملون من نوع LCD حيث يمكنك التصوير دون النظر في المنظار من خلال استخدام شاشة الـ LCD التي يمكن أن تتحرك في كل الإتجاهات مع ثبات باقي أقسام الكاميرا مما جعل التصوير بواسطتها أسهل .

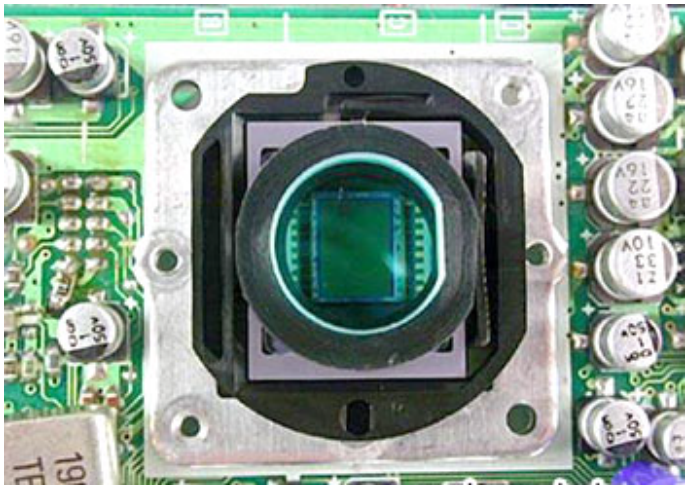
جيروم ليميلسون مخترع كاميرا الفيديو

سجل اول برائة اختراع لكاميرا الفيديو في العام 1980 بواسطة العالم المخترع جيروم ليميلسون Jerome Lemelson الذي توفي في عام 1997 وكان قد سجل اكثر من 500 براءة اختراع وهو مخترع جهاز الفيديو وجهاز قراءة الباركود وجهاز المسجل المحمول walkman. علما بأن مكتب تسجيل براءات الاختراعات في امريكا رفضت تسجيل فكرة عمل الفيديو لاعتقاد اللجنة بانه من المستحيل ان تتمكن اية شركة من تصنيع هذه الفكرة وتحويلها الى واقع.

العنصر مزدوج الشحنة

في الجزء التالي سوف نقوم بشرح العنصر الرئيسي لكاميرا الفيديو وهو شريحة الـ CCD المستخدمة لتحويل الصورة إلى اشارة كهربية.

مثلما تقوم الكاميرا العادية بالتقاط الصورة وتجميعها على الفيلم فإن كاميرا الفيديو أيضا تقوم بالتقاط المشاهد (الصور المتتالية) من خلال مجموعة من العدسات. تعمل العدسات على تجميع الضوء المنعكس عن الجسم المراد تصويره - وبدلا من تجميعه على الفيلم- فإنه في كاميرا الفيديو يتم تجميعه على شريحة الكترونية تعرف بالـ CCD عبارة عن مجسات ضوئية (Sensors) تعتمد فكرة عملها على تحويل الضوء إلى شحنات كهربية.

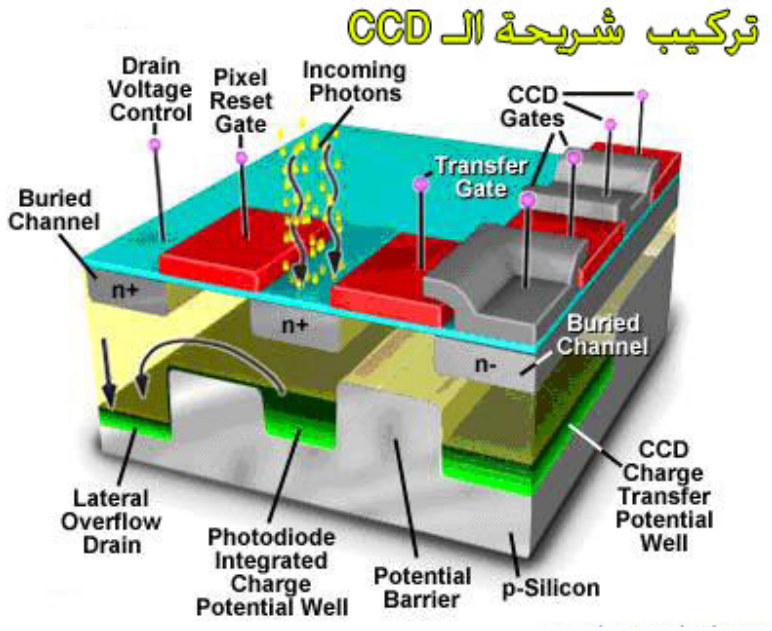


شريحة الـ CCD التي تقوم بتحويل البيانات الضوئية المستقبلة من النظام البصري إلى اشارة كهربية

العنصر مزدوج الشحنة هو شريحة إلكترونية مستخدمة منذ زمن يصل إلى عشرون عاماً وتُسمى أحياناً بالعين الإلكترونية وكانت تُستخدم في الإنسان الآلي وفي المراصد الفلكية وحديثاً تم استخدامها في كاميرا التصوير الفوتوغرافي لتصبح الكاميرا معروفة باسم الكاميرا الرقمية.

الاسم العلمي للشريحة الالكترونية هو Charged Coupled Device وتختصر بـــ (CCD) أو (العنصر مزدوج الشحنة).وتقوم بتحويل فوتونات الضوء إلى الكترونات. وتتكون شريحة الـــ CCD من شبكة مصفوفات ثنائية الأبعاد تحوي الملايين من المجسات الفوتوضوئية، وكل مجس يمثل عنصر الصورة الذي يسمى PIXEL وهي اختصار لكلمة Picture elements.

يقوم كل مجس بتحويل الضوء إلى الكترونات فكلما كانت كمية الضوء أكبر كلما كانت كمية الشحنة المتحررة (الإلكترونات) أكبر وعن طريق قراءة الشحنة المتراكمة في كل خلية بواسطة ميكروبروسيسور يتم إعادة بناء الصورة .

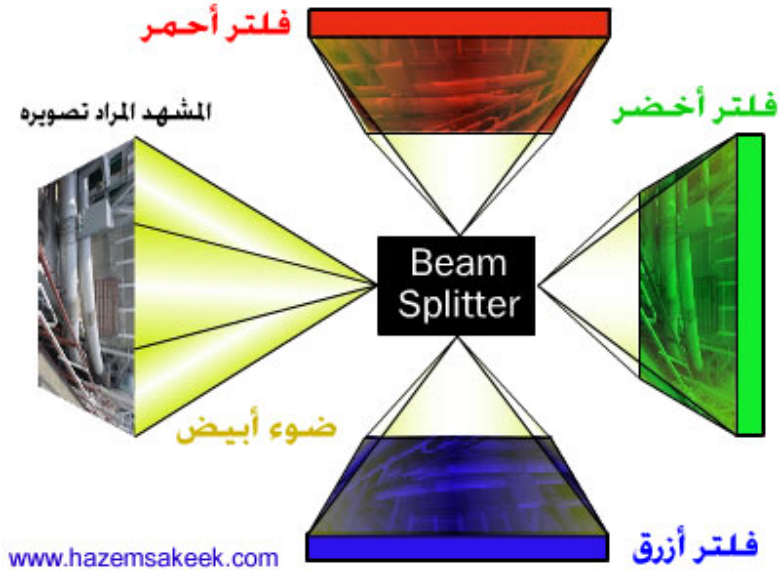


هذه صورة تشريحية لـــ CCD وكيف تقوم بتحويل الضوء إلى الكترونات

كيف تلتقط كاميرا الفيديو الألوان

تعتبر المجسات الضوئية في كاميرا الفيديو غير حساسة للألوان ولا يمكن أن تميزها، وذلك لأن فكرة عمل هذه المجسات هي قياس شدة الضوء وتحويله إلى شحنات كهربية. ولكي يتم التقاط الصورة بكامل ألوانها فإنه لابد من استخدام مرشحات (filtering) للضوء بحيث يكون لكل لون من الألوان الأساسية مرشح خاص به، فمثلا المرشح الأحمر هو عبارة عن شريحة زجاجية ذات لون أحمر تسمح بدخول اللون الأحمر وتمنع باقي الألوان وكذلك بالنسبة للون الأزرق يستخدم مرشح أزرق ونفس الشيء بالنسبة للون الأخضر يستخدم مرشح أخضر، وبمجرد التقاط الكاميرا الصورة لأي مشهد فإنه يتم تحليل ألوان هذا المشهد إلى الألوان الأساسية الثلاث (الأخضر والأزرق والأحمر) ومن ثم يتم تجميعها للحصول على المشهد بكافة ألوانه.

وهنالك طرق مختلفة لالتقاط الألوان الأساسية في الكاميرا الرقمية. فالكاميرات الرقمية عالية الجودة تستخدم ثلاث وحدات من رقاقات الـــ CCD منفصلة ومثبت فوق كل رقاقة CCD مرشح لوني حتى تتخصص كل رقاقة برصد اللون الأساسي الخاص بها، عندما يتم تركيز الضوء المنعكس من الجسم إلى داخل الكاميرا بواسطة عدستها فإن الضوء يتم تجزئته باستخدام مجزىء ليسقط على المرشح اللوني ثم إلى الـــ CCD. يتم تجميع الإشارات الصادرة من الثلاثة رقائق CCD بواسطة الميكروبروسيسور لتكوين الصورة الملونة بالكامل .



عملية تجزئة الصورة (يسار) عبر مجزئ الحزمة الضوئية (Beam Splitter)

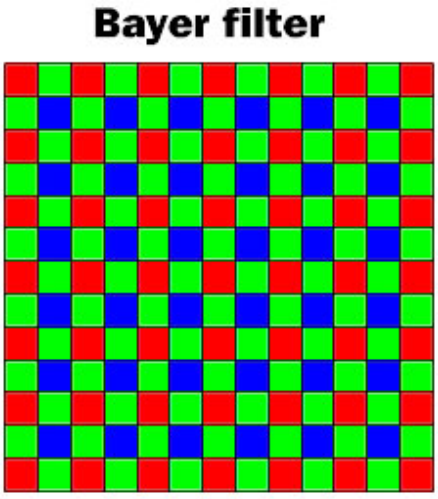
من مميزات هذه الطريقة أن الكاميرات تلتقط كل لون من الالوان الثلاثة الأساسية على نفس الموضع على البكسيل المخصص على الـــ CCD، ولكن هذه الكاميرات تكون كبيرة الحجم نسبياً وباهظة الثمن .

الطريقة الأخرى المتبعة وهي تدوير قرص يحتوي على المرشحات الثلاثة أمام رقاقة CCD واحدة، ويقوم الـــ CCD بتسجيل ثلاث لقطات منفصلة في عملية سريعة، هذه العملية تزودنا أيضاً بكل لون في كل موضع بكسل. ولأن اللقطات الثلاث لا تؤخذ في نفس الزمن فإنه يتوجب على الكاميرا والهدف المراد تصويره البقاء ساكنين لبرهة نسبية حتى يتم أخذ القراءات الثلاث مما يجعل هذه الطريقة غير عملية ولابد من تثبيت الكاميرا على حامل وأن يكون المشهد المراد تصويره ثابت .

مرشح قرص دوار

أما الطريقة الإقتصادية والعملية والمستخدمة في التقاط الألوان الأساسية تتمثل في تثبيت مرشح يسمى بمصفوفة مرشح الألوان Color Filtering Array على رقاقة الـــ CCD .

وأكثر أنواع مصفوفة المرشحات استخداماً هو نموذج مرشح باير (Bayer Filter Pattern) ويتكون من عمودين متبادلين أحدهما مكون من مرشح للون الأخضر والأحمر والعمود الآخر مرشح للون الأخضر والأزرق ونلاحظ هنا وجود الكثير من البكسل الخضراء مقارنة بالأزرق والأحمر وذلك لأن العين البشرية لا تكون حساسيتها متساوية بالنسبة للألوان الثلاث الأساسية فالكثير من اللون الأخضر يجعل الصورة تبدو للعين وكأنها حقيقية .



نموذج مرشح باير Filter Bayer

من محاسن هذه الطريقة أننا نحتاج لرقاقة CCD واحدة ويتم التقاط الألوان (أحمر، أخضر، أزرق) في نفس اللحظة. وهذا يعني أن الكاميرا ستكون أصغر وأرخص وعملية في كثير من الأحيان .

تستخدم الكاميرات الرقمية لوغاريثمات خاصة تسمى (Demosaicing Algorithm) تعمل على معالجة المعلومات الواردة من مخرج المرشحات والتي تكون في شكل فسيفساء ملونة للصورة الملتقطة وحساب الألوان الحقيقة من متوسط قيم البكسيل المحيطة لإعطاء اللون الحقيقي للصورة .

لعلك تلاحظ أن المبدأ الأساسي لفكرة عمل كاميرات الفيديو يشابهة فكرة عمل الكاميرات الرقمية من حيث اعتمادهما على شريحة الـــ CCD. ولكن كاميرا الفيديو تقوم بتصوير فيديو مكون من عدة مشاهد متتابعة في الثانية وليس صور واحدة ثابتة.

كاميرات الفيديو الرقمية

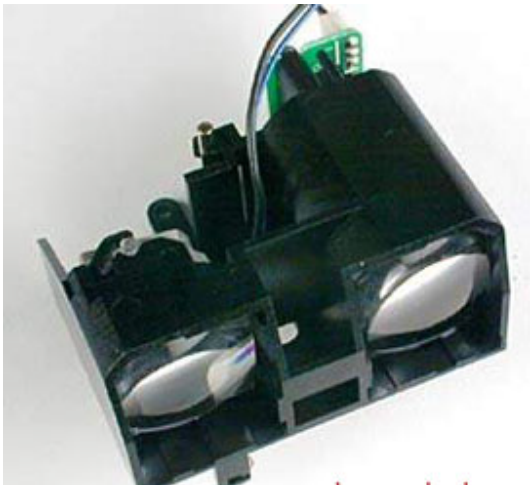
تعمل بنفس فكرة كاميرات الفيديو التناظرية وتحتوي علي كل الأقسام سابقة الذكر إلا أنه يُضاف إلي كاميرات الفيديو الرقمية مرحلة تقوم بتحويل الإشارة التناظرية إلي إشارة رقمية. والتي تتلخص في تحليل إشارة الفيديو التناظرية وتحويلها إلي مجموعة من البيانات الرقمية المكونة من الأصفار والآحاد 0 و 1 التي تعرف باسم الـــ Byte . وتقوم كاميرا الفيديو الرقمية بتخزين تلك البيانات الرقمية علي وسط تخزين مثل الأشرطة المغناطيسية أو علي قرص صلب Hard Disk أو قرص مدمج CD أو DVD والأكثر انتشاراً في الأسواق كاميرات الفيديو الرقمية التي تخزن علي الأشرطة المغناطيسية.

العدسات

كما ذكر سابقاً بأن العدسات هي الخطوة الأولي لتصوير الفيديو حيث تقوم العدسات بتجميع الضوء عن الجسم وتركيزه على شريحة الـــ CCD. ولعل البعض منا لا زال يذكُر صعوبة إنتاج فلم فيديو بدقة عالية خصوصا وأن تلك الكاميرات في السابق لم تكن مزودة بنظام التركيز الأتوماتيكي مما كان يتطلب من المصور أن يحرك العدسات باستمرار كلما تغير المشهد للحصول على أفضل تركيز قبل الضغط على زر التسجيل للحصول على أفضل وضوح للصورة. أما الكاميرات الحديثة فكلها مزودة بنظام التركيز الأوتوماتيكي autofocus.

نظام التركيز الأوتوماتيكي autofocus

يستخدم نظام التركيز الأتوماتيكي مصدراً من ضوء الأشعة تحت الحمراء يصدر تلقائيا من الكاميرا ويوجه على الجسم المراد تصويره وترتد الأشعة تحت الحمراء إلى الكاميرا حيث تسقط على مجس Sensor حساس للضوء.



Infrared autofocus mechanism

المعلومات التي حصلت عليها الكاميرا من المجس الضوئي تمكنها من حساب المسافة التي قطعها الضوء (الاشعة تحت الحمراء) وذلك عن طريق ايجاد حاصل ضرب سرعة الضوء في الزمن المستغرق تقسيم 2 وذلك لان الزمن المقاس هو زمن رحلة الذهاب والإياب معاً، مما سبق تستطيع الكاميرا أن تقدر المسافة بينها وبين المشهد الذي نصوره فتعطي اشارة الى موتور كهربي ليحرك العدسة إلى المكان المحدد حسب برمجته المسبقة.

نظام التكبير zoom

يضاف الى الكاميرا العديد من المزايا والتقنيات التي تجعل من التصوير سهل للاماكن التي لا نستطيع الوصول اليها مثل قارب في منتصف البحر او طير في السماء فنستخدم خاصية التكبير والتي تعرف باسمها الانجليزي زووم zoom وهناك نوعان من الزووم نوع يسمي الزووم البصري optical zoom واخر يعرف باسم الزووم الرقمي digital zoom.

تعتمد فكرة الزووم البصري على التحكم في البعد البؤري للعدسة ويكون محكوم بمدى محدد من قيمة صغرى إلى قيمة عظمى هي التي تدون على الكاميرا بـ 8x اي انها تكبر بمقدار ثمانية مرات. أي يمكن للجسم الموجود على بعد 80 متر ان تجعله على بعد 10 امتار باستخدام اقصى قيمة للزووم. ويتم التحكم بالزووم من خلال موتور صغير أخر ليحرك العدسة امام الـ CCD داخل الكاميرا.

أداة الزووم

النوع الثاني من التكبير – زووم– هو التكبير الرقمي والذي لا يعتمد على العدسات إنما يستخدم تقنيات إلكترونية في أخذ جزء من المشهد الكلي والمكون من عدد محدد من عناصر الصورة البكسل (pixel) على الـــ CCD وتكبيره على مساحة الـــ CCD مثلما تقوم بتكبير صورة على شاشة الحاسوب. وهنا ينتج تشويه للصورة في حالة استخدام تكبير رقمي أكبر من 50 مرة .

وفي الحقيقة تسعى الشركات المنتجة لكاميرات الفيديو بتدوين قيمة التكبير الرقمي أيضاً على الكاميرا وعلى الصندوق للدلالة على قوة الكاميرا وهذا لا يُعد في الحقيقة إلا أحد أساليب التسويق لأن سعر الكاميرا يرتفع مع ارتفاع التكبير البصري بالإضافة إلى بعض التقنيات الأخرى ولكن التكبير الرقمي ما هو إلا تطوير في برمجيات الكاميرا .

فتحة العدسة Iris

كما نعلم أن التصوير يعتمد علي كمية الضوء المتوفرة فإذا كان الضوء أكثر من اللازم تظهر الصورة شديدة السطوع وتضيع معالمها وألوانها، وإذا كانت الإضاءة أقل من اللازم تظهر الصورة معتمة وتضيع معالمها

وألوانها أيضاً . ولصعوبة التحكم بالضوء بواسطة المستخدم العادي فقد تم تزويد كاميرا الفيديو بنظام تحكم أوتوماتيكي يعمل من خلال إطار معدني دائري يسمي فتحة العدسة Iris يتغير نصف قطرها حسب كمية الضوء مثل فكرة عمل عين الإنسان ويتحكم في فتحة العدسة محرك Motor كهربي يستمد معلوماته من مجس حساس للضوء وظيفته تقدير كمية الضوء الموجود ومقارنته بكمية الضوء المطلوبة وبناءاً علي النسبة يتم تعديل فتحة العدسة.

الخلاصة كل ما عليك أن تحدد المشهد وتصوب الكاميرا له واترك الباقي للكاميرا لتقوم بكل مايلزم.

أنواع الكاميرات و طرق التسجيل Formats

أولاً النوع التناظري Analog Formats

تقوم الكاميرا التناظرية بتسجيل كلا من الصوت والصورة علي شريط الفيديو المغناطيسي علي أساس إشارة تناظرية Analog Signal . هذا يعني أنه كلما تم تكرار النسخ علي نفس الشريط تقل جودة الصوت والصورة وتظهر التشوهات بوضوح بعد تكرار نسخ النسخة الأولي وهكذا. تصنف الكاميرات التناظرية حسب نوع الشريط المغناطيسي المستخدم للتسجيل والذي يحدد دقة الصورة Resolution ومن أنواع تلك الكاميرات نسردها حسب تطورها علي النحو التالي:

Standard VHS

وهي كاميرات الفيديو التي تستخدم نفس الشريط المستخدم في أجهزة الفيديو، مما يجعل من عملية التسجيل والعرض أمراً سهلاً وتُفضل هذه الكاميرات أيضاً لتوفر الأشرطة من نوع VHS ورخص ثمنها وطول مدة التسجيل التي تصل إلى 180 دقيقة حسب مدة الشريط. ولكن كبر حجم الشريط يجعل من الكاميرا نفسها كبيراً مقارنة بالأنواع الحديثة الأخرى. كما أن مستوى الدقة الذي يصل إلي 250 خط أفقي يعتبر قليلاً.

النوع VHS-C

ظهر هذا النوع كتحسين أضيف إلى النوع السابق Standard VHS حيث استخدم نفس الشريط المغناطيسي ولكن تم تثبيته في علبة أصغر لجعل تصميم الكاميرا يظهر أقل حجماً، ويمكن تشغيل شريط VHS-C` مباشرة من خلال

جهاز الفيديو ولكن باستخدام حاوية خاصة بنفس أبعاد شريط الـــ standard VHS، ولكن تصغير حجم الشريط جعل مدة التسجيل أقل تصل إلى 45 دقيقة فقط.

كاميرات الفيديو من نوع Super VHS

هي تطوير لكاميرات الـــ Standard VHS من حيث الدقة حيث بلغت 400 خط أفقي وحجم شريط التسجيل هو من النوع الكبير التقليدي المستخدم في أجهزة الفيديو . مع هذا النوع من الكاميرات لايمكن عرض التسجيل مباشرة من جهاز الفيديو ولكن الكاميرا نفسها تُوصل مع جهاز التليفزيون وتعرض كأنها جهاز فيديو.

النوع Super VHS-C

وهذا النوع من الكاميرات يستخدم الشريط من نوع Super VHS ولكن بالحجم الصغير الموجود في كاميرات الـــ VHS-C .

النوع 8mm

هذا النوع يستخدم أشرطة مغناطيسية ذات عرض 8mm أي قريب من شريط الكاسيت مما ساعد المصممين على إنتاج كاميرات فيديو صغيرة الحجم ودقتها تصل إلى دقة standard VHS وجودة الصوت المسجل أفضل من سابقاتها. وأسعار أشرطة الفيديو المغناطيسية 8mm أكثر بكثير من سابقاتها. ولمشاهدة التسجيل لا يتم إلا من خلال توصيل الكاميرا بجهاز التلفزيون أو توصيلها بجهاز فيديو لعمل نسخة من التسجيل على شريط VHS.

النوع Hi-8

وهي تطوير في الدقة على كاميرات 8mm وتصل الدقة في الـــ Hi-8 إلى 400 خط أفقي وسعرها بالطبع أعلى من 8mm.

Sony Hi-8 Handycam

ثانياً النوع الرقمي Digital Formats

تختلف الكاميرات الرقمية عن الكاميرات التناظرية في أن الكاميرات الرقمية تتعامل مع البيانات الصوتية والمرئية في صورة رقمية تتكون من الـــ 0 والـــ 1 وهذا يعني تحميل المشاهد المصورة بالكاميرات الرقمية إلى الكمبيوتر وعدد مرات النسخ لا يؤثر على جودة الصورة أو الصوت. تصل دقة الصورة في الكاميرات الرقمية إلى 500 خط أفقي وأنواع الكاميرات الرقمية ما يلي:

النوع MiniDV

وهو من نوع كاميرات الفيديو الرقمية وتمتاز بحجمها الصغير ودقتها التي تصل إلى 500 خط أفقي وتستخدم أشرطة خاصة للتسجيل منخفضة السعر وتصل مدة التسجيل على الشريط 90 دقيقة. وهذه الكاميرات خفيفة الوزن ولها القدرة إلى التقاط الصور الثابتة مثل الكاميرا الرقمية.

Canon MiniDV Camcorder

النوع Digital8

هذا النوع من الكاميرات الرقمية هو من إنتاج شركة سوني فقط وتشبه كاميرا Mini DV ولكن تستخدم أشرط التسجيل 8mm الأقل تكلفة. ويمكن توصيل الكاميرا بالكمبيوتر.

Sony Digital8 Handycam

النوع DVD

هذا النوع من الكاميرات يستخدم أقراص الـــ DVD لتسجيل الأفلام عليها مباشرة لعرضها علي جهاز الكمبيوتر أو علي أجهزة الـــ DVD المنزلية ، ولازال انتشار هذا النوع قليلاً بالمقارنة مع كاميرات الفيديو الرقمية من النوع Mini DV . وتعمل الكاميرا بنفس الفكرة ولكن يتم التسجيل علي أقراص الـــ DVD بدلاً من الأشرطة المغناطيسية. ويمتاز هذا النوع بأن كل مرة تقوم بالتسجيل علي قرص الـــ DVD يتم حفظه علي شكل ملف منفصل مما يسهل عملية الإنتقال بين المشاهد . تدعم هذه الكاميرات أقراص الـــ DVD من النوع DVD-R التي لايمكن استخدامه للنسخ عليه مرة أخري ، وكذلك تدعم النوع DVD-RAM الذي يمكن إعادة النسخ عليه عدة مرات.

Sony DVD Handycam

النوع ذو ذاكرة للتخزين Memory card

هذا النوع من الكاميرات يستخدم الذاكرة Flash memory بدلاً عن الأشرطة.

Handycam IP records onto both MicroMV and Memory Stick.

كيف تعمل كاميرات المراقبة

How Security Cameras Work

Introduction

Do you ever feel a slight pang of anxiety when you leave your house? After locking the door, do you walk away backwards, unwilling to tear your protective gaze away? Instead of reluctantly easing into your car, do you eventually give up, running back to your house to stand guard over your property?

Unfortunately, for those worried about security, it's impossible to be in two places at once. We can't make a trip to the grocery store and expect to know exactly what's going on in every nook and cranny of our homes. We can install locks and alarm systems (which, incidentally, have driven down the number of burglaries over the years), but nothing is failsafe.

If you want to be able to actually see what happens while you're away, security cameras may calm your nerves. **Video surveillance** allows you to monitor or record activity in and around an area for many different reasons. For example, parents might want to watch over a sleeping child and lessen the risk of a dangerous fall from the crib. But a security camera system around the house can see people who approach the front door and maybe even catch a criminal in the act of breaking in.

مقدمة

هل دوما تشعر بالقلق عندما تغادر بيتك ؟ وبعد غلق الباب لا تريد أن تبعد النظر خلفك تجاه البيت

لسوء الحظ، لايمكن لأولئك القلقين بشأن الأمنِ أن يتواجدوا في مكانين في نفس الوقت فإنه من غير المتوقع معرفة كل مايحدث بالضبط في كل جزء وكل ركن من أركان منزلنا ونحن في زيارة مثلا لأحد محلات البقالة . والذي نفعله هو تركيب الأقفال وأجهزة الإنذار (التي خفضت علي سبيل المصادفة عدد السرقات علي مر السنين) لكن لا شيءَ مضمونٌ.

إذا كنت ترغب في معرفة مايحدث بالضبط في منزلك أثناء غيابك عنه فإن استخدام كاميرات المراقبة قد تهدي أعصابك في هذا الإتجاه حيث تسمح لك أجهزة مراقبة الفيديو بمراقبة وتسجيل الأنشطة التي تتم في مكان ما أو حوله وذلك لأسباب مختلفة منها علي سبيل المثال والدين يرغبان في متابعة طفلهما النائم والتقليل من مخاطر السقوط من فوق السرير بينما يمكن استخدام الكاميرا لرصد الأشخاص الذين يقتربون من الباب الأمامي وربما الإمساك بمجرم في حالة إقتحام للمنزل.

توفر كاميرات المراقبة بعضا من راحة البال لأصحاب المنازل عند مغادرتهم لمنازلهم

تتوفر أنواع مختلفة من كاميرات المراقبة فبعضها كبير الحجم ويكون تركيبها ظاهر والهدف الرئيسي منها هو منع المجرمين من الإقتراب من المنزل . ومنها أنواع أخري صغيرة جدا لكي تبقي مختفية عن الأنظار .فإذا كنت مهتما بتركيب منظومة كاميرات مراقبة حول منزلك فيجب عليك أولا الإجابة عن مجموعة من الأسئلة قبل البدء فيها وستجد هذه الأسئلة في الجزء التالي.

There's a wide variety of security cameras available. Some are large and out in the open, and might serve simply to deter criminals from even approaching a home, while others are tiny and meant to stay hidden from view. If you're considering setting up some type of video surveillance system in or around your home, there are a lot of questions to ask yourself before getting started. To learn about the different types of security cameras out there and which systems are best for certain situations, see the next page.

Types of Security Cameras

أنواع كاميرات المراقبة

كاميرا ثقبية مثبتة خلف ثقب في لوحة إنتركم

Before you actually invest in a security camera system, you need to think about what you'll be watching and what you need in order to watch it. The number of cameras you want is probably the first question that should come to mind. Are you focusing on one room in the house, or do you need to keep an eye on several different parts of the house? Will you need to monitor outdoor activity as well as indoor? If you're simply watching over one room, you'll probably need just one camera, but including more areas requires a bigger camera system.

Security cameras are either wired or wireless, and which setup you'll need depends on where you'll want to put the

قبل البدء في الإستثمار في منظومة كاميرات مراقبة لمكان ما مثل بيتك يجب عليك أن تفكر وتسأل نفسك ما الذي أريد مراقبته وما الذي أحتاجه لهذه المراقبة . والسؤال الأول الأنسب لطرحه هو ما عدد الكاميرات المطلوبة؟ ، وما إذا كنت مهتما بغرفة معينة في بيتك أو مجموعة من الغرف أو تحتاج إلي مراقبة عِدّة أجزاء مختلفة منْ البيتِ؟ وهل ترغب في مراقبة الأنشطة الموجودة خارج المنزل بالإضافة إلي الأنشطة داخله؟ . فإذا كنت ببساطة ستراقب غرفة واحدة فمن المحتمل أن تحتاج إلي كاميرا واحدة فقط بينما نحتاج إلي عدد أكبر من الكاميرات لمراقبة أكثر من مكان.

cameras and how visible you want them to be. Wired cameras might be trickier to install, and stray wires can hamper your attempts to be discreet. They do, however, have a typically higher-quality picture than wireless cameras, since their signals aren't travelling through the air.

Wireless cameras have more flexibility, but broadcasts from other devices such as wireless Internet, cordless phones and baby monitors -- can interrupt a wireless camera's signal. Also, keep in mind that if you decide on a wireless system, there's a possibility your video feeds could be intercepted by others. Having someone else monitor your activity around the house or finding out whether or not you're at home defeats the purpose of having security cameras. If you're worried about your personal security, you can check with the manufacturer to see whether or not they encrypt their wireless system.

Larger cameras will be visible, and people typically install them outside or in an area where people know they're under video surveillance. You can also find smaller, hidden cameras online in many different forms -- a tiny camera hidden inside of an alarm clock, for instance, or a small pinhole camera that fits inside of an intercom system.

But before you install any type of security system into your home -- especially the small, "hidden" type -- you should note the legal restrictions on video surveillance. In most states, anyone recording either audio or video in a specified area needs to alert anyone in range of the surveillance device that he or she is being recorded. For instance, if you record someone's telephone conversation without them knowing it, that's illegal. It's also true that if you install a tiny

توجد كاميرات سلكية وأخري لاسلكية وتحديد النوع الذي ستستخدمه يعتمد علي المكان الذي ستثبت فيه الكاميرا وإلي أي مدي تريد إخفاء الكاميرا ،قد تكون الكاميرات السلكية أصعب في التركيب حيث تعيق الأسلاك المتشابكة محاولاتك لتنظيمها ولكنها تعطي صورة أفضل من الكاميرات اللاسكية التي تنتقل إشارة الفيديو منها في الهواء.

تمتلك الكاميرات اللاسلكية مرونة عالية ولكن البث اللاسلكي من الأجهزة الأخري مثل الإنترنت اللاسلكي والتليفون اللاسلكي وغيرها من الأجهزة يؤثر علي إشارة الكاميرا اللاسلكية بالإضافة لذلك يجب أن تنتبه إلي أنه يمكن لآخرين إعتراض الإشارة الكاميرا اللاسلكية والإطلاع علي إشارة الفيديو الخاصة بها ،ففكرة أن هناك من يستقبل إشارة الفيديو خارج المنزل تتنافي مع الأساس الذي من أجله قمت ببناء منظومة المراقبة حيث يمكنه مراقبة نشاطاتك داخل منزلك بالإضافة لمعرفة الوقت الذي تغادر فيه منزلك . فإذا كنت قلقا علي أمنك تأكد من الشركة المصنعة للمنظومة اللاسلكية إذا ما كانوا يشفرون الإشارة اللاسلكية من عدمه .

الكاميرات الكبيرة سهل إكتشاف مكانها لذلك يتم تركيبها في الخارج أو الأماكن التي يجب أن يعرف الناس فيها أنهم تحت المراقبة . ويمكنك أن تجد كاميرات أصغر وأخري مخفية وبأشكال مختلفة علي الإنترنت علي سبيل المثال كاميرا صغيرة مخفية داخل ساعة منبه أو كاميرا ثُقبية Pinhole Camera توضع خلف ثقب في لوحة أزرار الإنتركم.

قبل تركيب أي نوع من كاميرات المراقبة خاصة الصغير منها والمخفي يجب أن تعلم القيود القانونية المتعلقة بالمراقبة بالفيديو . ففي معظم الولايات المتحدة يجب أن

camera into a room in your house without letting anyone know it's there, you're technically breaking the law. If anyone found the camera and wasn't previously aware of its existence, you could potentially face charges.

تُعلم أي شخص في نطاق أجهزة التسجيل الصوتي أو المرئي بذلك . علي سبيل المثال ،فإنه من غير القانوني تسجيل المكالمة التليفونية لأشخاص دون معرفتهم بذلك كذلك إذا قمت بتركيب كاميرا صغيرة جدا في إحدي حجرات بيتك دون معرفة أحد بها فأنت بذلك تَكْسرُ القانونَ تقنياً ، فإذا وجد أي شخص هذه الكاميرا ولم يكن يعلم سابقا بوجودها فقد تواجه الإتهام فعلاً.

التركيب الجيد لمنظومة الكاميرات يوفر مراقبة أفضل

من المهم جداً تركيب نظام المراقبة بشكل صحيح بعد تحديد المكان أو الأماكن المطلوب مراقبتها ،لأنك لن تحصل علي نتيجة من التركيب السئ . وإذا لم تكن ذو خبرة بالأجهزة الإلكترونية استعن بشخص متخصص للقيام بالمهمة فالخدمات الأمنية تعرض تركيب كاميرات المراقبة التي توفرها وإذا كانوا أهل ثقة فسيتأكدوا من عمل منظومة المراقبة بالإضافة إلي التأكد من أنها قانونية .

العديد من منظومات المراقبة بالكاميرات غير معقدة ويمكنك تركيبها بنفسك ، وستتغير طريقة التركيب علي حسب الموديل لذلك من الأفضل إتباع تعليمات التركيب.

After you've determined the area or areas which will undergo surveillance, it's important to set up the security system properly. A poor installation won't get you any results, and if you've never had any experience with electronics, it would be best to have a professional handle the job. Any legitimate security service that offers camera surveillance will probably offer installation, and if they're credible they'll also make sure your system is not only working but legal.

Many camera systems are uncomplicated, so you may be able to install the equipment yourself. Installation procedures will vary according to the model, so it's a good idea to stick to the instructions.

Where you place the camera lens is important. The distance of the camera from its subject should be carefully considered, making sure the right areas are in focus and

clearly visible. If you mount a camera to a wall or structure, make sure it's mounted properly so the camera won't shake and distort the picture. Outdoor cameras can deter criminals from ever attempting a break-in, and they can cover large areas, but a camera placed outside should have an appropriate weatherproof casing to protect it from the elements. Tough casings can also prevent tampering or vandalism.

You should also determine whether or not you'll want to record your surveillance. If you're simply making sure your children are safe while playing or monitoring who comes to the front door, a direct video feed with no recorder should be sufficient. But if you wish to see what's happening in a particular area over long periods of time, you should connect a recording system that's compatible with your security cameras. Some people use VCRs to record video, while others run the whole system via a computer and save information digitally. To avoid wasting video, some surveillance systems have motion detectors that only begin recording once the device picks up movement within the area.

As you can see, there are many video surveillance options available. Choosing the right one for your personal needs is a matter of knowing how you want it to work for you.

عدسة الكاميرا مهمة في أي مكان تُثبت فيه الكاميرا ويجب أن تأخذ في الإعتبار المسافة بين الكاميرا والشئ المطلوب تصويره وأنه في مدي الكاميرا وأن رؤيته واضحة. وإذا ثبت الكاميرا علي حائط أو علي مبني تأكد من أنها لن تهتز بحيث تشوه الصورة. كاميرات المراقبة الخارجية تردع المجرمين من التفكير في مجرد اقتحام بيتك ويمكنها تغطية مساحات كبيرة لكن تثبيت الكاميرا في الخارج يجب أن يتوفر معه غلاف مناسب لحماية الكاميرا من الظروف الجوية ويمكن للغلاف القوي حماية الكاميرا أيضا من العبث أو التخريب.

ويجب عليك أن تقرر ما إذا كنت ترغب في تسجيل هذه المراقبة أم لا .فإذا كنت ببساطة متأكد من أن أبناءك في أمان أثناء لعبهم أو أثناء مراقبة من يتوجه إلي باب بيتك فيمكنك استخدام اشارة الفيديو مباشرة دون الحاجة لتسجيلها ،ولكن إذا كنت ترغب في معرفة الأحداث التي حدثت في مكان ما لفترات طويلة فستحتاج إلي جهاز تسجيل يتناسب مع منظومتك الأمنية . بعض الناس يستخدمون مسجلات الفيديو VCRs والبعض الآخر يدير منظومة المراقبة بواسطة الكمبيوتر ويقوم بحفظ الفيديو رقميا. ولتوفير مساحات تسجيل الفيديو يتم استخدام أجهزة كشف الحركة التي تعمل علي بدء التسجيل بمجرد إلتقاط حركة ضمن منطقتها.

كما ترى، توجد طرق مختلفة متاحة للتسجيل واختيار المناسب لك يعتمد علي احتياجاتك الشخصية وطريقة التشغيل التي ترغبها.

مصطلحات علمية

عربي	English	المعني	
التقريب	Zoom		
التركيز	Focus		
كاميرا	Camera		
فتحة العدسة	Aperture	تتحكم بنصف قطر الفتحة التي يدخل منها الضوء للكاميرا للتحكم في شدة الضوء الساقط علي العدسة	
الحدقة			
الغالق	Shutter		
درجة الوضوح			
الفلاش			
التكبير	Magnification		
البعد البؤري	Focal Length		
كمية التعريض	Exposure		
سرعة الغالق	Shatter Speed	تتحكم في الزمن اللازم لمرور الضوء عبر فتحة العدسة	
البعد البؤري		يلعب دوراً رئيسياً في تحديد قيمة التكبير أو التحجيم للكاميرا . زيادة البعد البؤري يزيد من التكبير وتبدو الصورة أقرب من الوضع الحقيقي للجسم. ويحدث العكس إذا كان البعد البؤري أقل	
	Optical Power		