

Computer vision

المحاضرة الأولى Digital Image Fundamental

د. عيسى الغنام د. إياد حاتم

The objective of the course

- The objective of the course is to familiarize students with basics of Digital Image Processing.
- Image processing is an area of active interest for research as well as academics purpose.
- This course focuses on MATLAB implementation of various ideas related to Image Processing.

Outline Of The Course



week. No.	Topic	Minimum number of Hours	PRACTICLE
1	Introduction And Fundamentals of Digital Image Processing – history and applications	1.5	1.5
1	Digital image Representation	1.5	1.5
2 - 3	Image Enhancement in the Spatial Domain and Histogram	6	3
TEST (30)			
4	Image Enhancement in the Frequency Domain	3	1.5
5	Morphology operations	3	3
6	Colored image processing	3	1.5
PRACTICAL EXAM (20) +FINAL EXAM (50)			

References

- I. Hatem and H. Hliwa, “Digital Image Processing”, Tishreen University Publication, 2016.
- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing, 2nd Edition
- <https://www.tutorialspoint.com/dip/index.htm>

Detailed Syllabus of this Lecture:



Introduction and Fundamentals of Digital Image Processing:

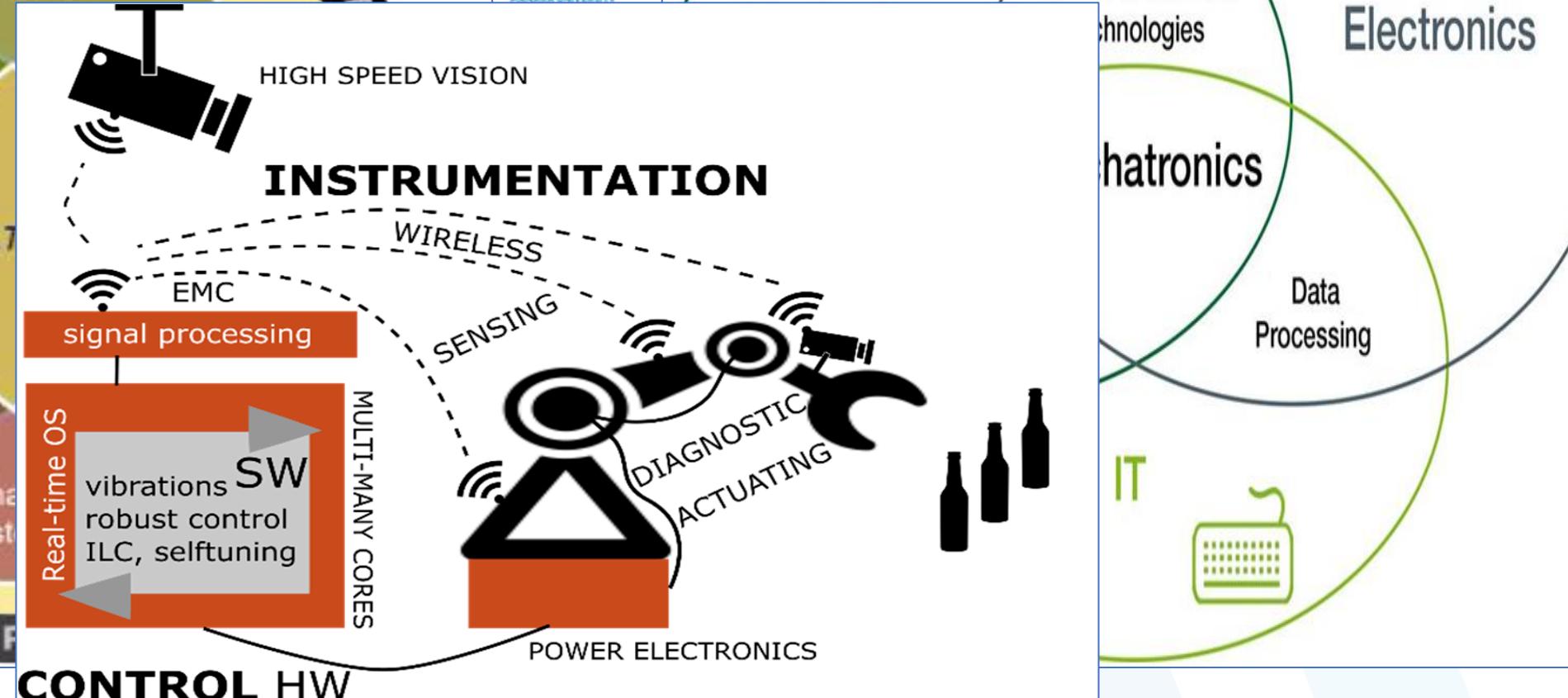
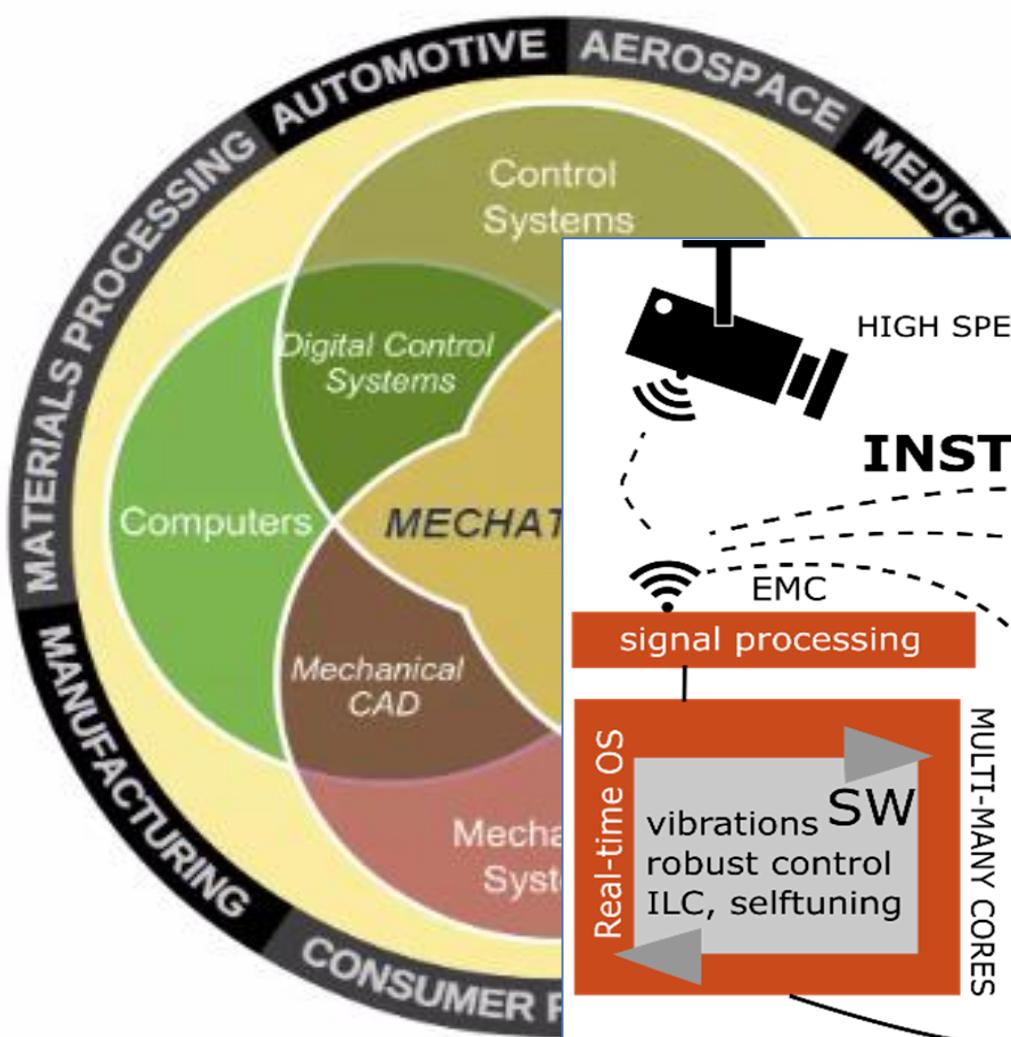
1. The **origins of Digital Image Processing**, Examples of **Fields and applications that Use Digital Image Processing**, **Fundamentals Steps in Image Processing**, **tools and Elements of Digital Image Processing Systems**.
2. **Image Sampling and Quantization**, Some basic relationships like **Neighbours**, **Connectivity**, **Distance Measures between pixels**.
3. **Digital image Representation**: **Reading**, **Displaying**, **Writing Images** using MATLAB, **Data Classes**, **Image Types** using MATLAB, **Converting Between data classes and Image Types**.

What is Digital Image Processing ?

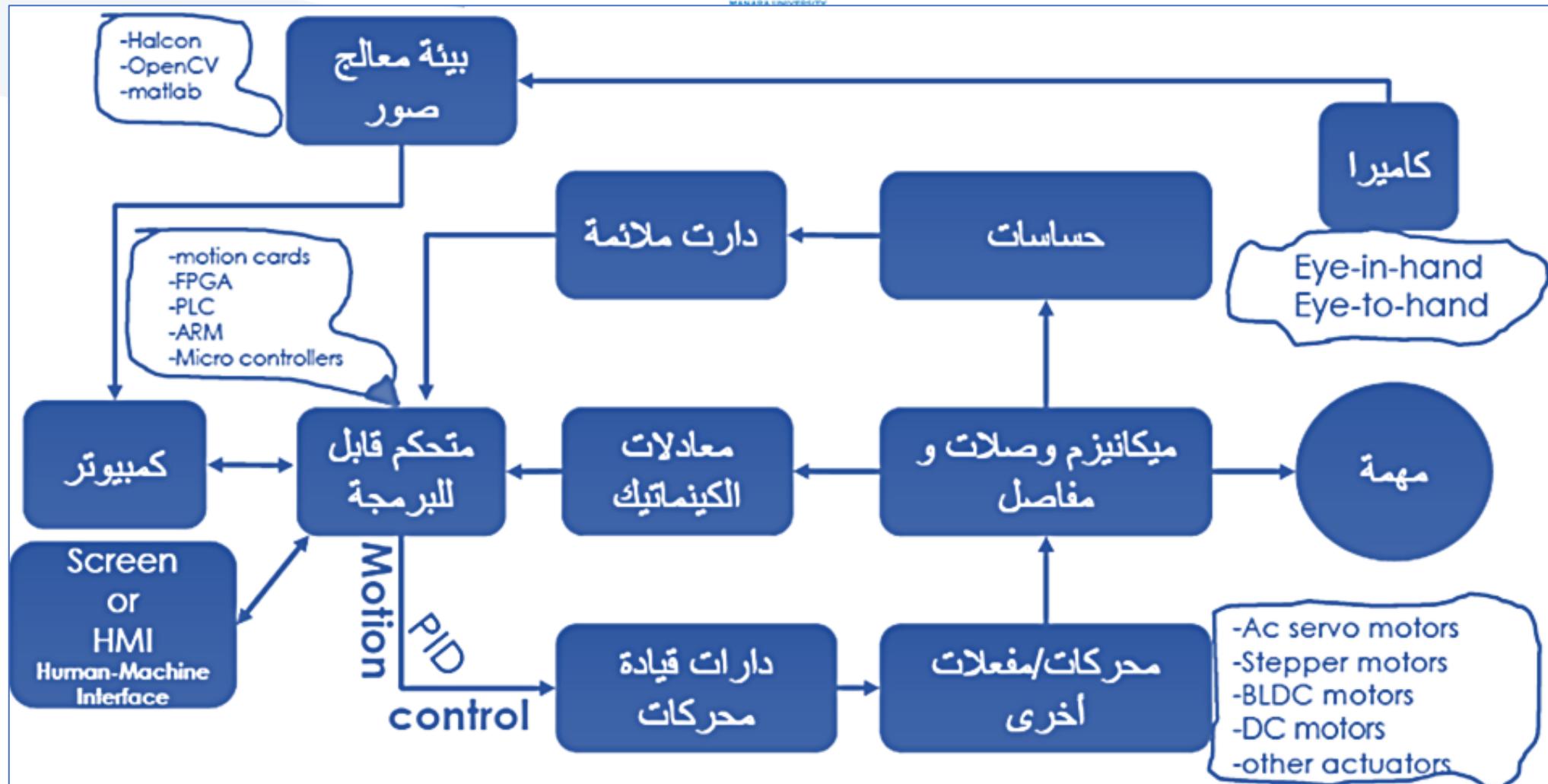
Processing of a multidimensional pictures by a digital computer

Why we need Digital Image Processing ?

1. To read and save images
2. To improve the image using a mathematical process.
3. To assist in image analysis.
4. To synthesize
5. To create a visual system for computers.

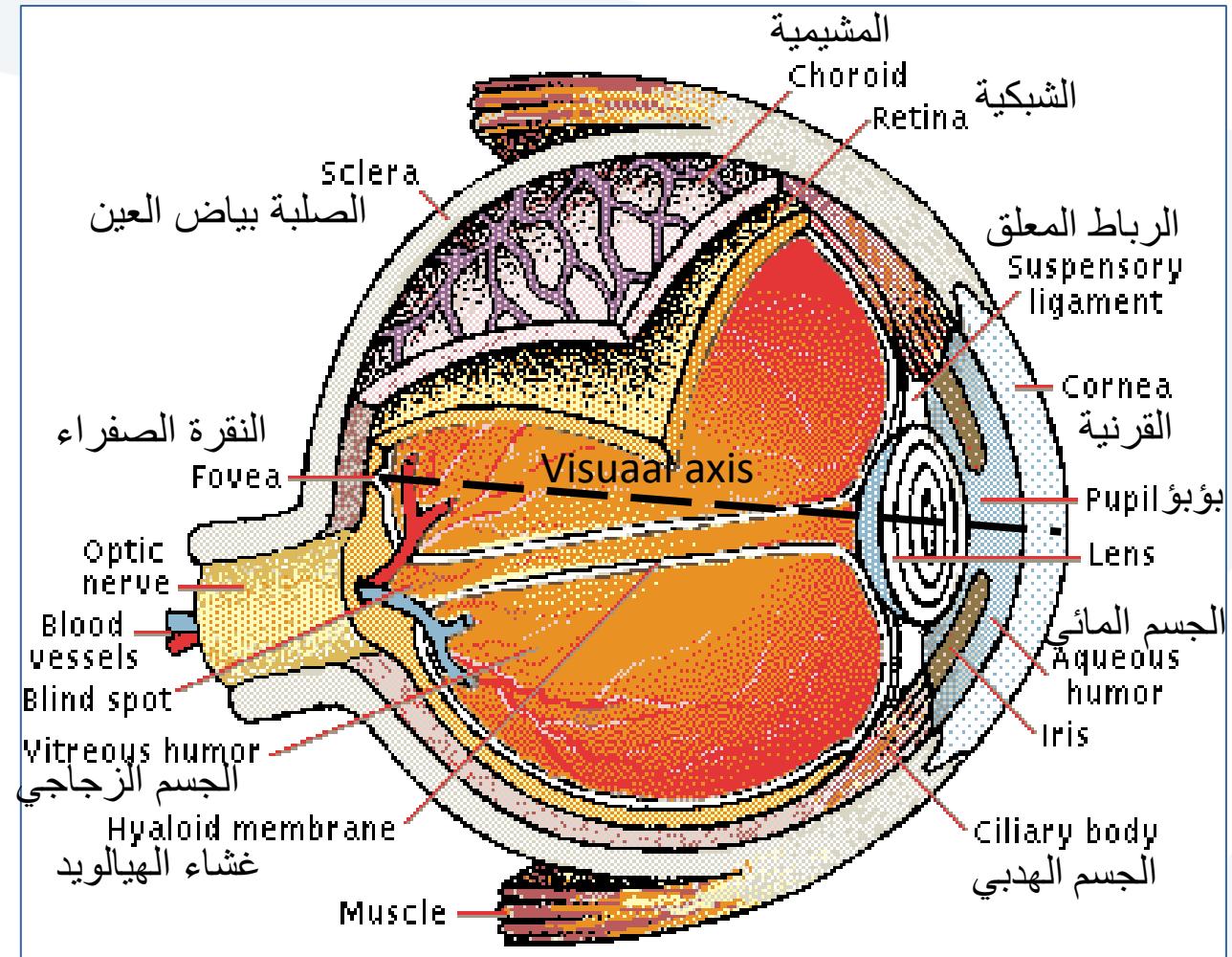


Without machine vision the robot would be blind – only capable of repeating the same exact task over and over until it's reprogrammed. This technology allows a robot to adjust to obstacles in its environment and complete different preprogrammed tasks by recognizing which one needs to be completed.

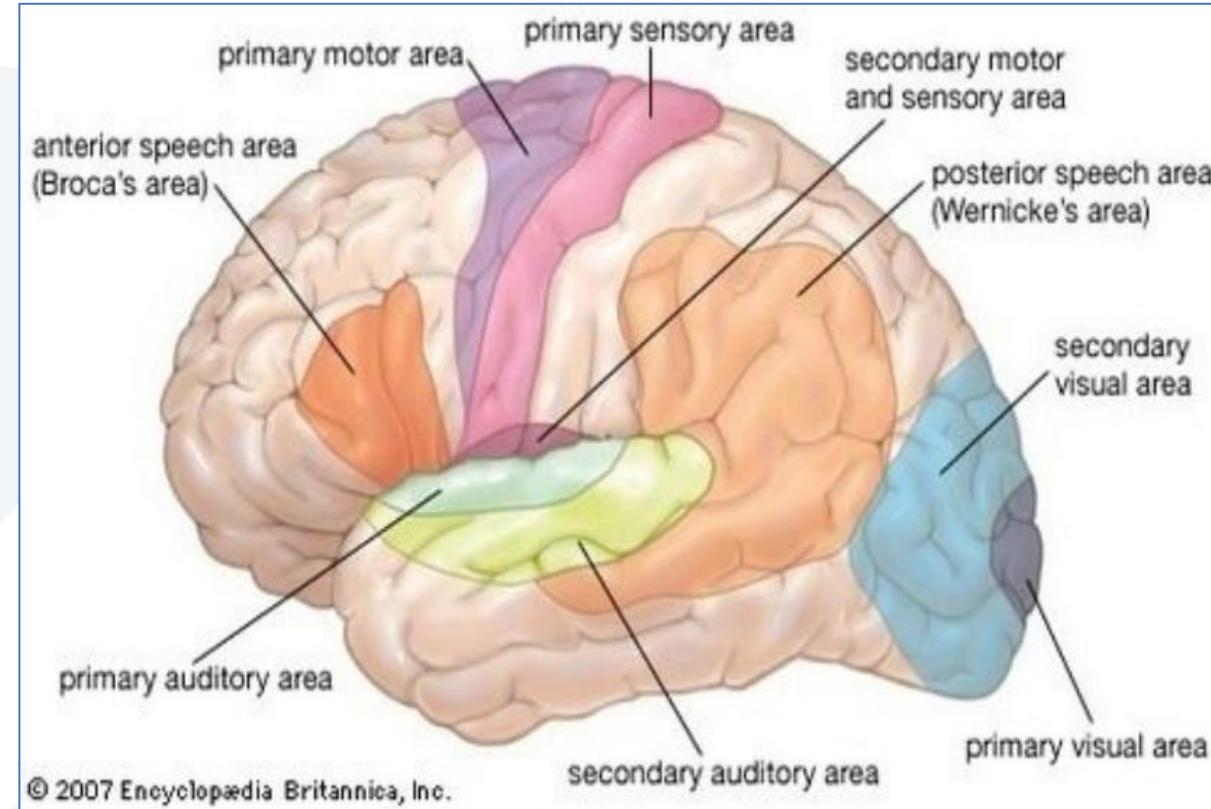


Visual Perception: Human Eye

النظام البصري للإنسان تحسّن وفهم وإدراك.
مهارات بصرية فائقة الأداء



(Picture from Microsoft Encarta 2000)



Cross Section of the Human Eye

Visual Perception: Human Eye



1. The **lens** contains 60-70% water, 6% of fat.
2. The **iris** diaphragm غشاء القزحية controls amount of light that enters the eye.
3. **Light receptors** in the **retina**
 - About 6-7 millions cones for bright light vision called **photopic**
 - Density of cones is about 150,000 elements/mm².
 - Cones involve in color vision.
 - Cones are concentrated in **fovea** about 1.5x1.5 mm².
 - About 75-150 millions rods for dim light vision called **scotopic**
 - Rods are sensitive to low level of light and are not involved in color vision.
4. **Blind spot** is the region of emergence of the optic nerve from the eye.

Distribution of Rods and Cones in the Retina

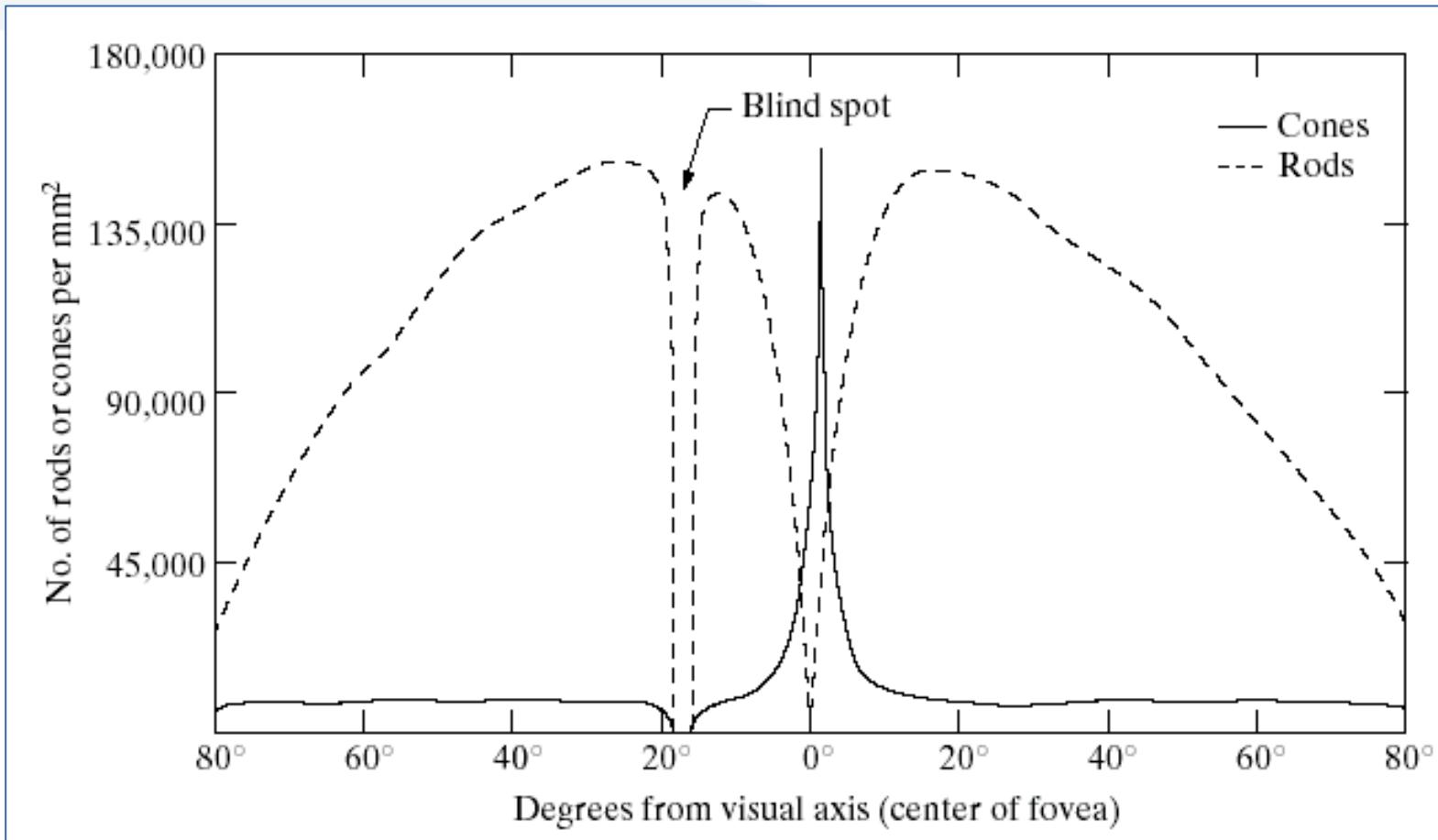
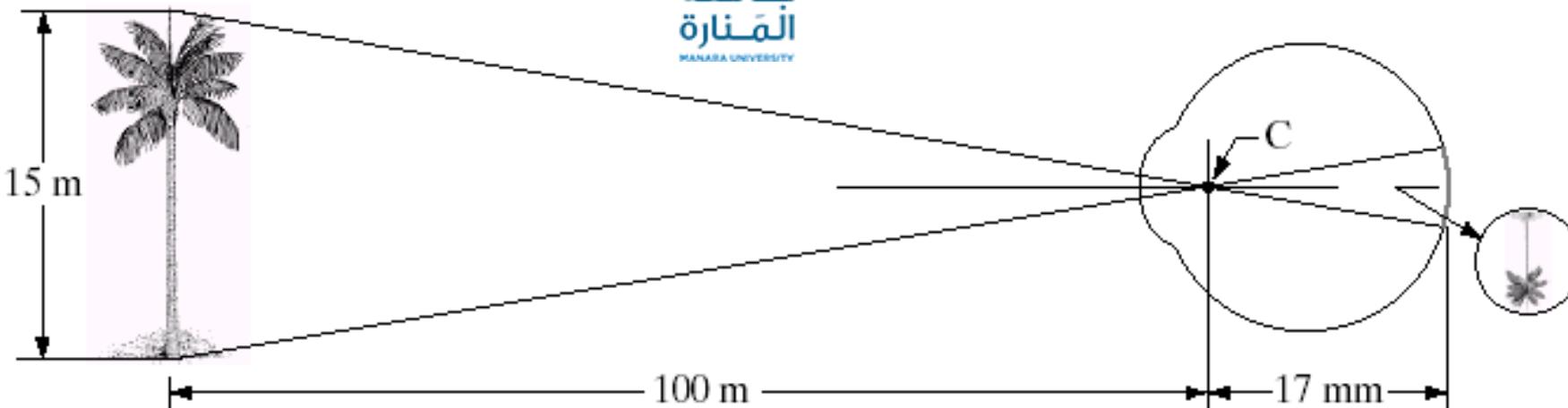


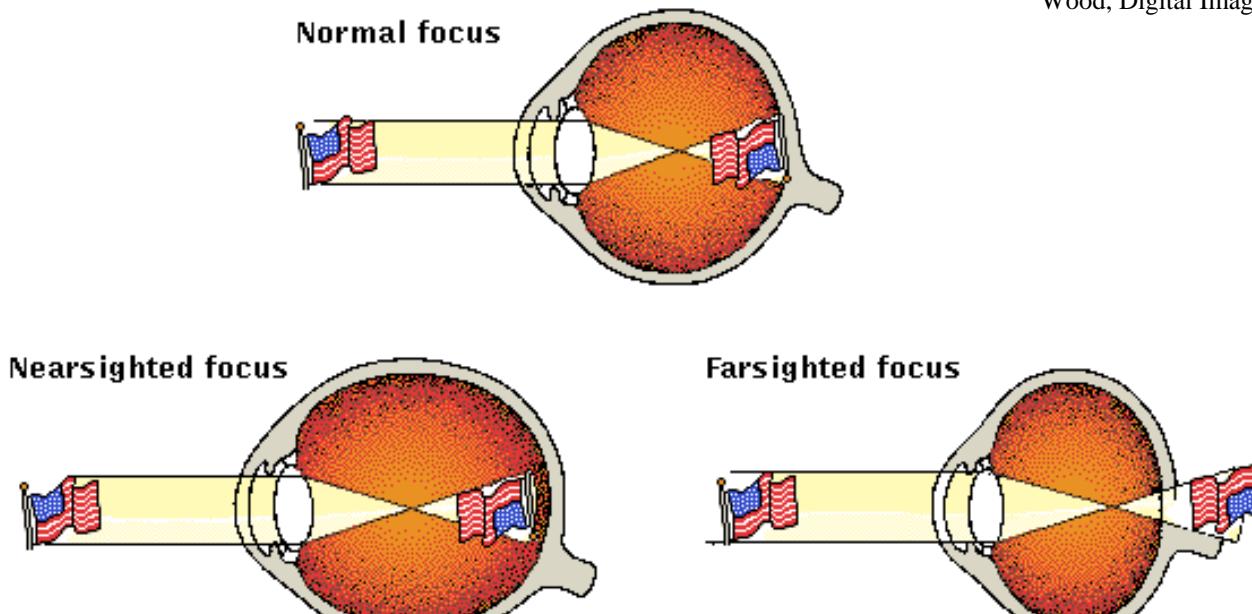
Image Formation in the Human Eye



(Images from Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing, 2nd Edition.

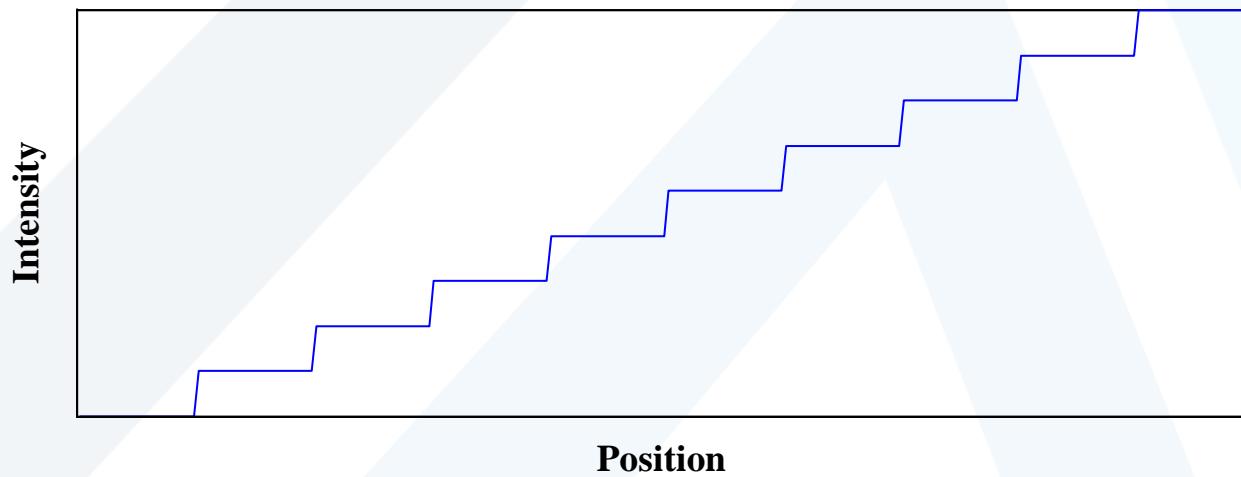
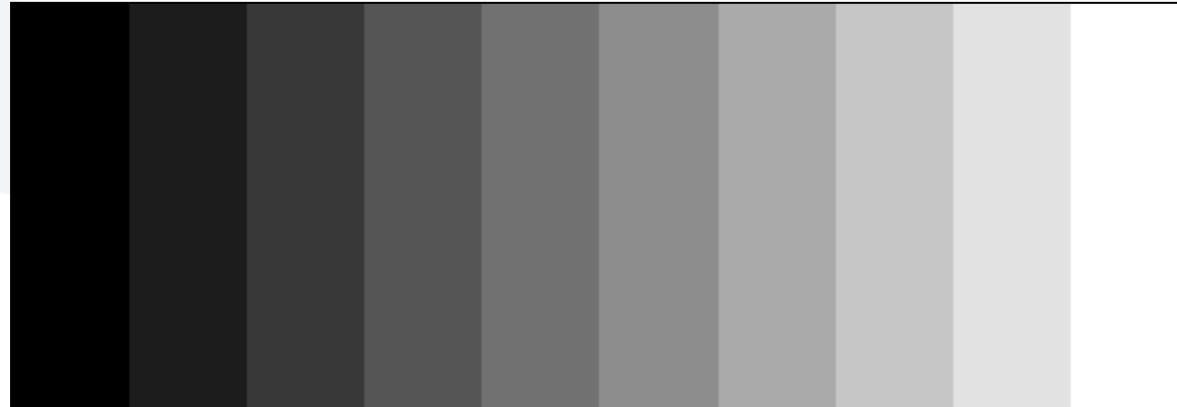
A nearsighted person sees near objects clearly, while objects in the distance are blurred.

Farsightedness is the result of the visual image being focused behind the retina rather than directly on it.

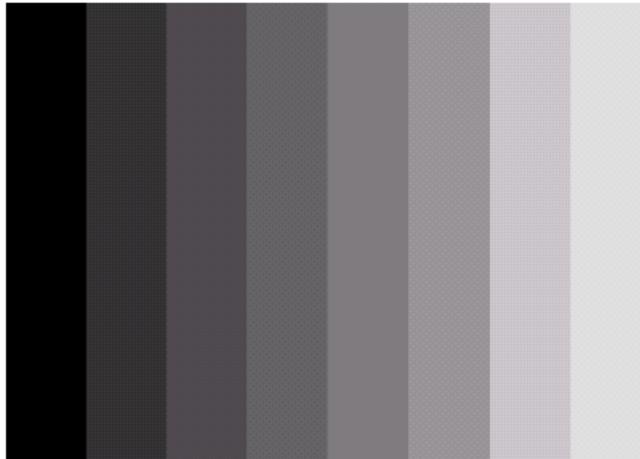


(Picture from Microsoft Encarta 2000)

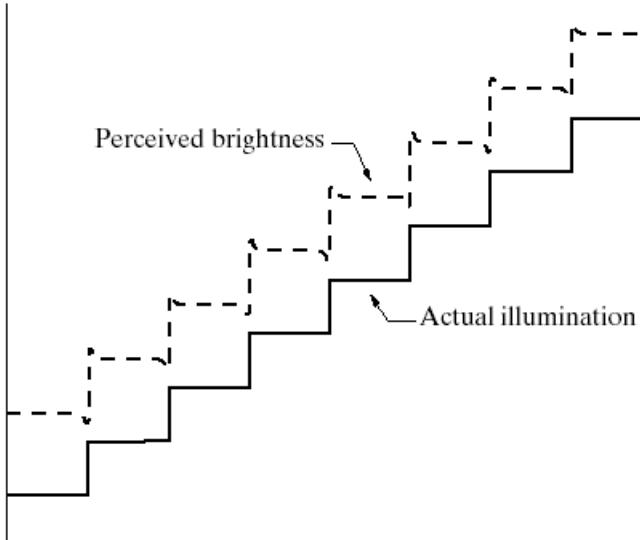
Brightness Adaptation of Human Eye : Mach Band Effect



Mach Band Effect

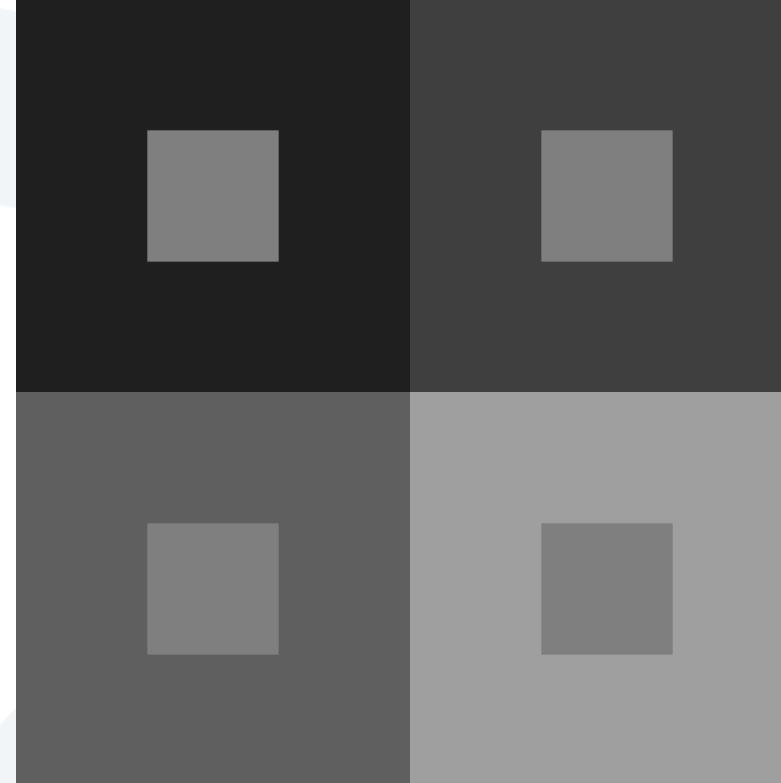


Intensities of surrounding points effect perceived brightness at each point.



In this image, edges between bars appear brighter on the right side and darker on the left side.

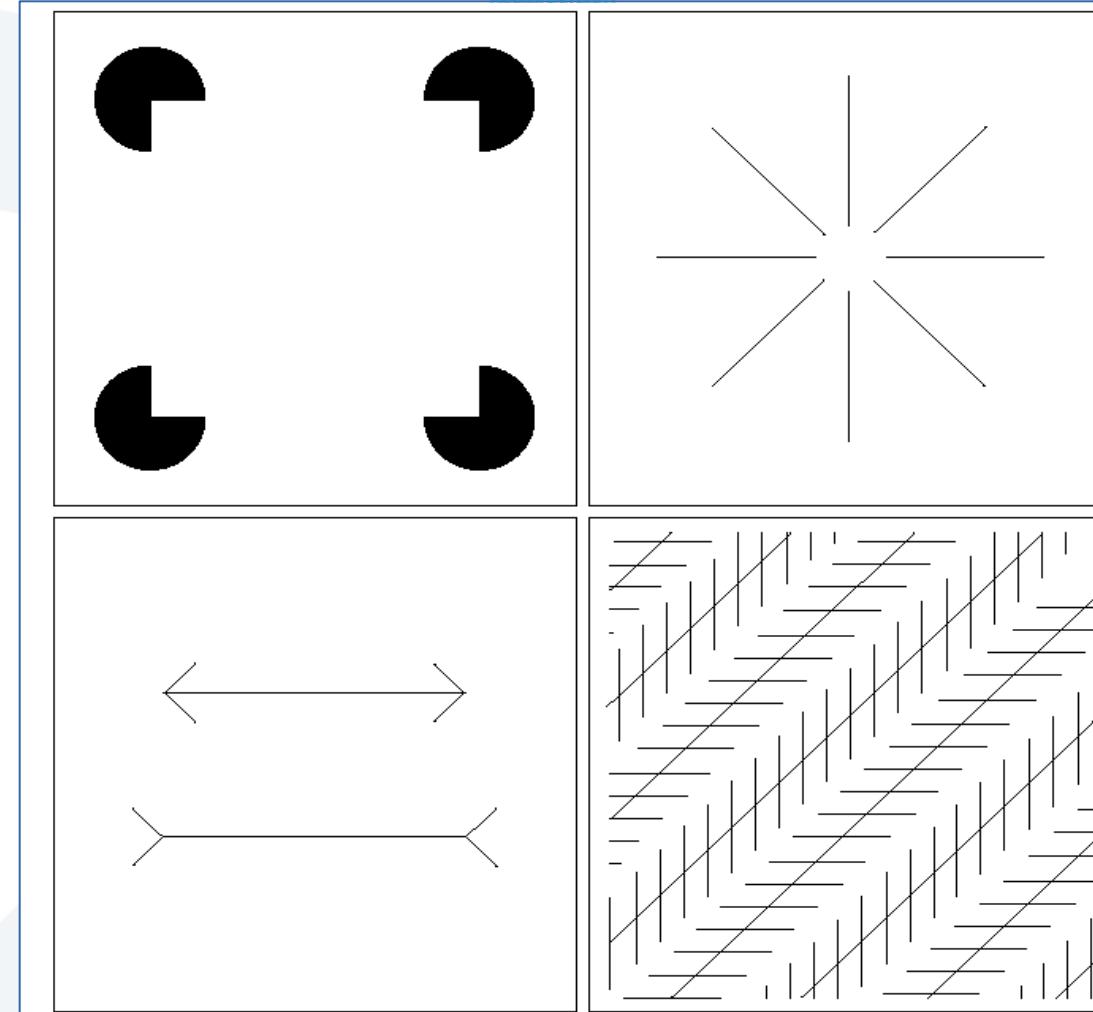
Brightness Adaptation of Human Eye : Simultaneous Contrast



Simultaneous contrast. All small squares have exactly the same intensity but they appear progressively darker as background becomes lighter.

Optical illusion

فالعقل لا يكتفي بالرؤية
وكفى لأن هذا عمل العين،
لكنه دائمًا يكمل عمله
بالاستنتاج والتحليل باحثا
عن المعنى وعن مجمل
الصورة



يعرف الوهم البصري optical illusion على أنه طريقة عمل الدماغ في ادراك الصور بصرياً بطريقة تختلف عن الواقع الموضوعي، حيث تتم معالجة المعلومات التي تجمعها العين في الدماغ لإعطاء تصور لا يتفق مع القياس المادي

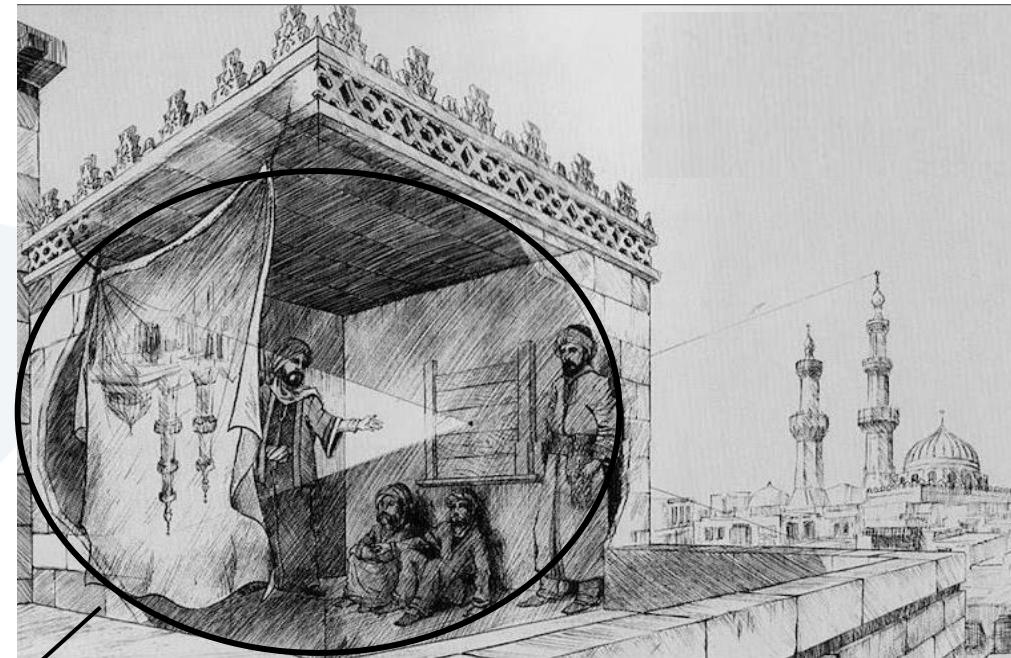
(Images from Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing, 2nd Edition.

ما قبل التصوير



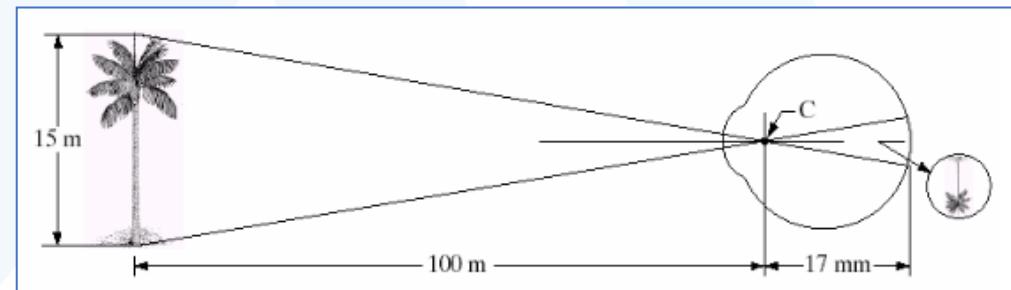
سعى الإنسان إلى حفظ صور عن حياته (الرسم في الكهوف وعلى الجدران)

(دخول ضوء من ثقب في
جدار وسقوطه على الجدار
المقابل يكون صورة مقلوبة
غير حادة الملامح للمشهد
الخارجي)



ابن الهيثم وعلم البصريات

Camera ← قُمرة

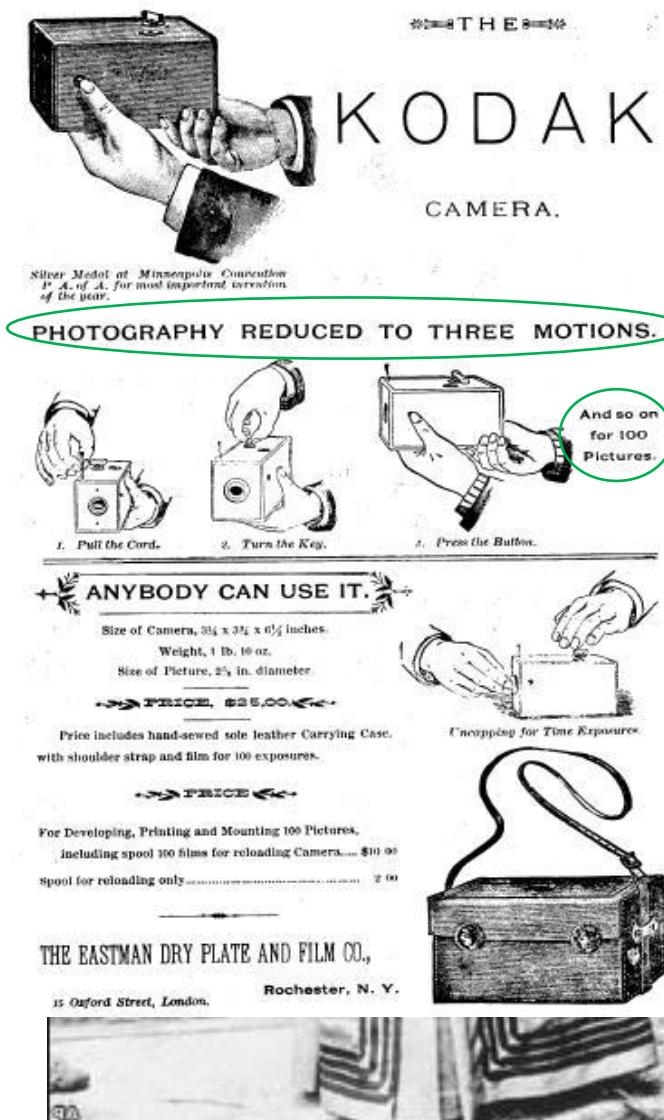


أول صورة فوتوغرافية حقيقة

تمكن العالم الفرنسي جوزيف نيبس عام 1826 من التقاط أول صورة فوتوغرافية حقيقة



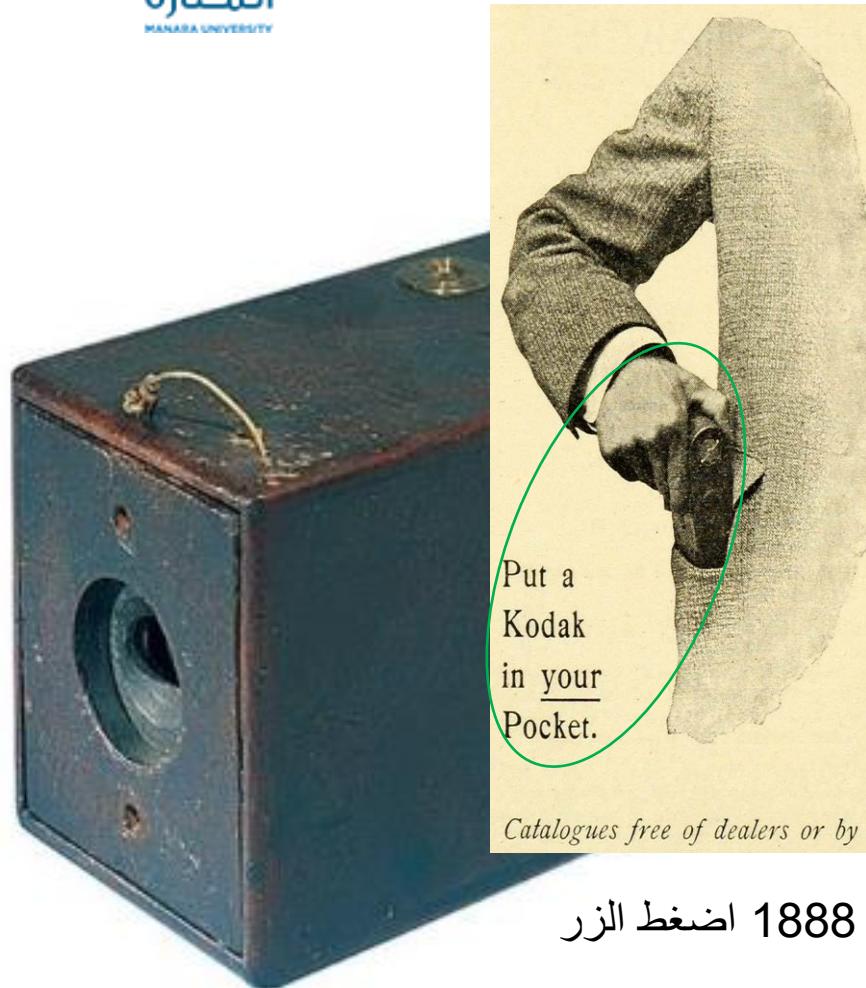
الرسم بالضوء هي تعریض الفضة مع الطباشير إلى الظلام ومن ثم الضوء المفاجئ فتثبت الصورة



BRAND-NAME

الكاميرا ذات الصندوق الأسود

نحو الأسواق التجارية



- جورج ايستمان أول كاميرا كوداك 1888 اضغط الزر
- ونحن نقوم بالباقي
- اول كاميرا جيب 1896

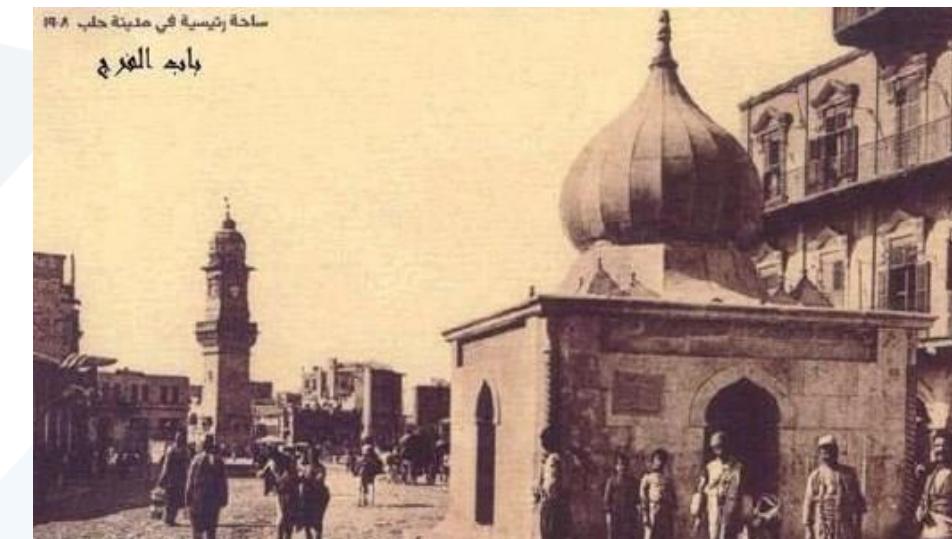
خلال أكثر من نصف قرن لاحق



قوس النصر



الباب الشرقي لمدينة دمشق من تصوير جيمس غراهام 1852



باب الفرج

وعلى الرغم من عدم إنتاج الكاميرات على الصعيد التجاري في الستين سنة التي تلت التقاط أول صورة فوتوغرافية إلا أن الملايين من الصور النقطت بدأ يظهر مصطلح الفوتوغراف وهي كلمة يونانية مؤلفة من مقطعين "فوتو" وتعني الضوء و"غراف" وتعني الرسم فمعنى هذه الكلمة مجتمعة هي "الرسم بواسطة الضوء".

نحو انتشار أوسع وفي الصحافة



الملك فيصل الاول مع ملكة بريطانية يشاهدون
مباراة تنس في لندن



برج بيزا المائل بعد تعرضه لزلزال 1920

-One image worth more than
thousand of words

اخترع المصور الفرنسي **Édouard Belin** جهازاً لبث الصور بالبرق والهاتف اطلق عليه اسم "Belinograph"

-لف الصورة على أسطوانة
ومسحها بحزمة ضوئية مع وجود
خلية كهربائية تحول الضوء إلى
نبضات كهربائية قابلة للإرسال



واجه البيلينوغراف عدة تحديات أهمها:

- ❖ يترتب على المصور نقل مختبر كامل (معدات تزن حوالي 50 كغ) لتطهير الصور على الورق قبل بثها
- ❖ طول زمن إعداد الصور للإرسال والذي تجاوز الساعة
- ❖ الصور الناتجة كانت غير واضحة واختفت فيها التفاصيل خاصة مع نوعية عملية الطباعة المختارة حينها

أول صورة رقمية

□ في عام 1957 تم تحويل أول صورة إلى صورة رقمية ونقلها إلى حاسوب Standards Eastern Automatic Computer (SEAC) من قبل العالم Russell Kirsch في المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST)



Digital Image Processing in Early Space Projects



FIGURE 1.4 The first picture of the moon by a U.S. spacecraft. *Ranger 7* took this image on July 31, 1964 at 9:09 A.M. EDT, about 17 minutes before impacting the lunar surface. (Courtesy of NASA.)

❑ في عام 1975 نجح المهندس Steven Sasson في اختراع الكاميرا الرقمية لصالح شركة kodak

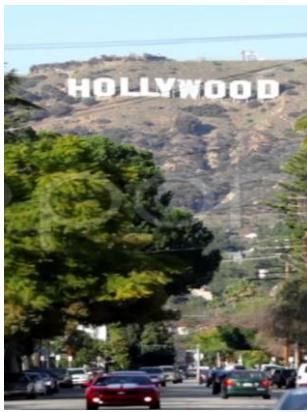
أول صورة ملتقطة من كاميرا هاتف محمول

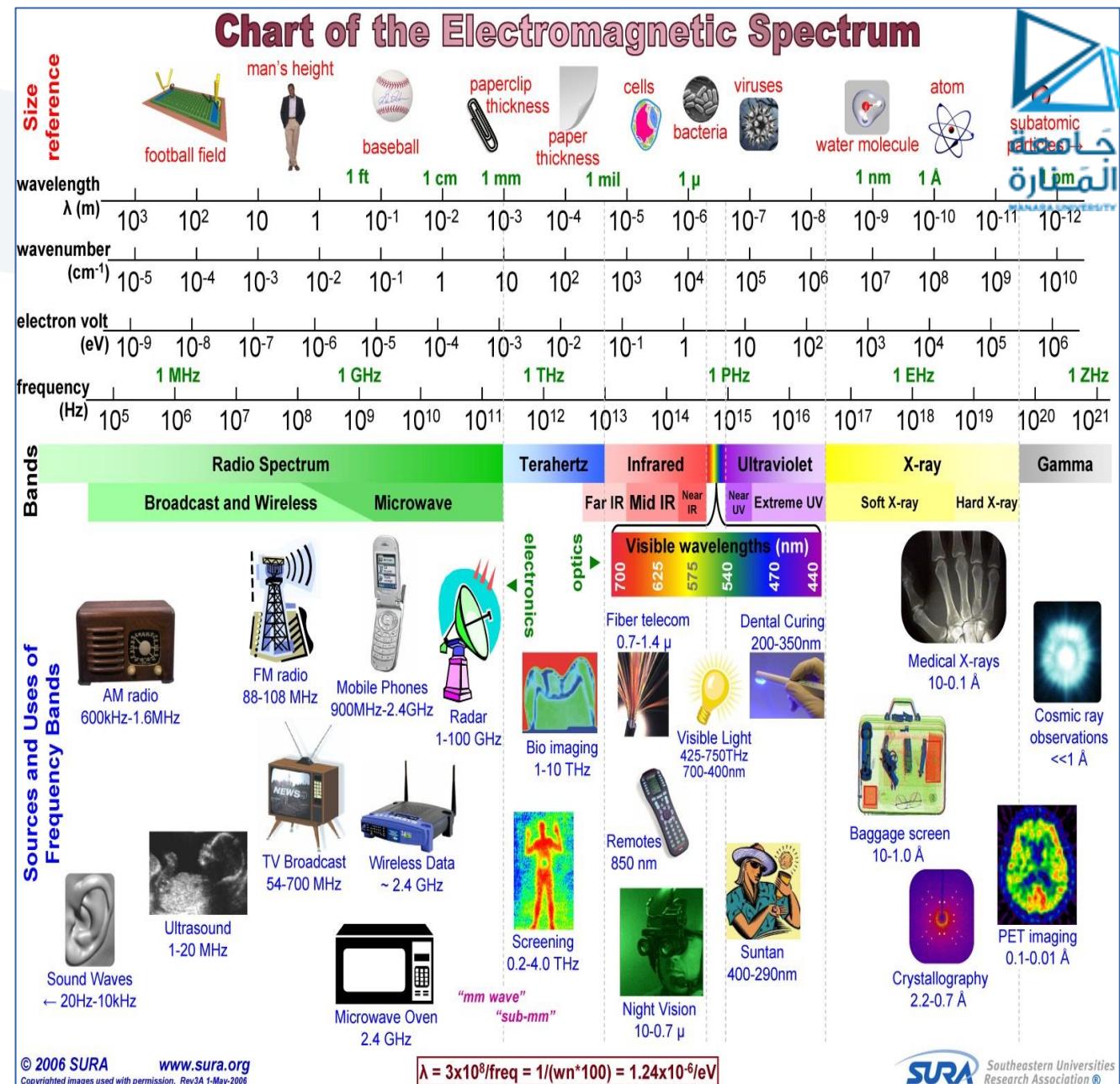
□ في عام 1997 قام فيليب كان Philippe Kahn بمشاركة أول صورة ملتقطة من كاميرا هاتف وهي صورة لابنته



□ كاميرا واحدة لا تكفي ← Dual, triple, quad camera phone

تنوع المجالات التطبيقية لمعالجة الصور الرقمية





اختيار نوع التصوير المناسب لتطبيق ما
من تطبيقات معالجة الصورة حسب
مجالات الطيف الكهرومطيسي

مصدر الطاقة الرئيسي للصور المستخدمةاليوم هو طيف
الطاقة الكهرومغناطيسى EM

صحيح أن العين البشرية تستطيع كشف فقط المجال المرئي إلا أنه توجد حساسات قادرة على كشف باقي مجالات الطيف

الموحات الكهرومغناطيسية على أنها انتشار موجات جببية ذات أطوال موجية متفاوتة ، أو يمكن أن تكون على شكل تيار من الجسيمات عديمة الكتلة تتنقل في نمط موجي وتحرك بسرعة الضوء. يحتوي كل جسيم عديم الكتلة على كمية معينة أو حزمة من الطاقة

$$\lambda = 3 \times 10^8 / \text{freq} = 10 / (wn \times 100) = 1.24 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Energy Sources for Images

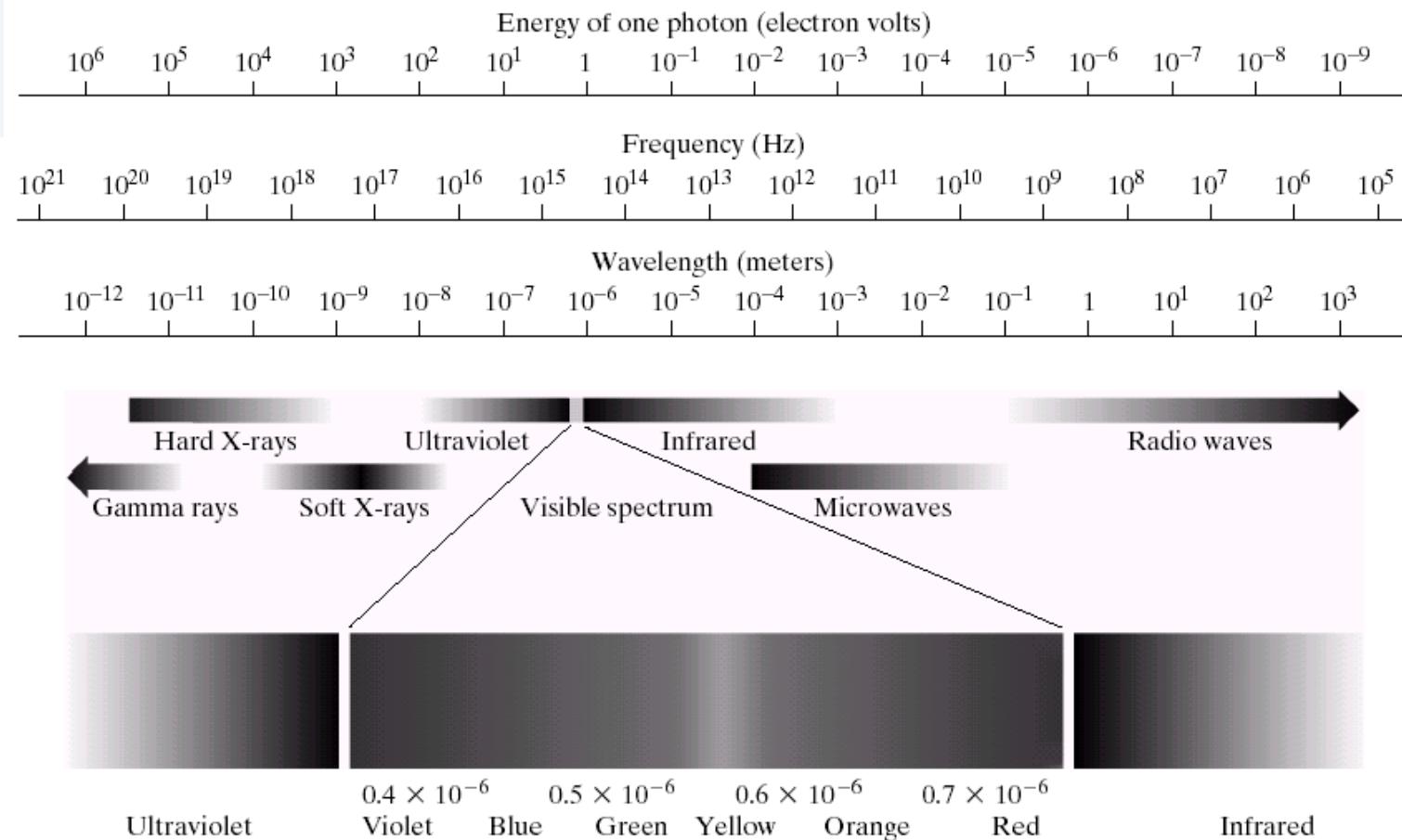
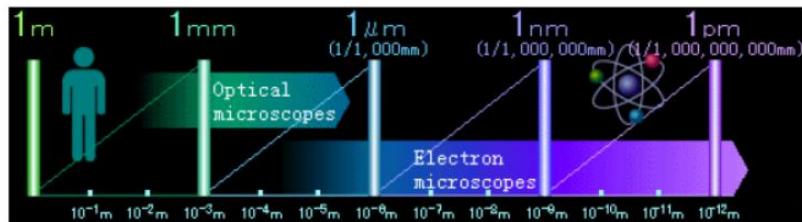


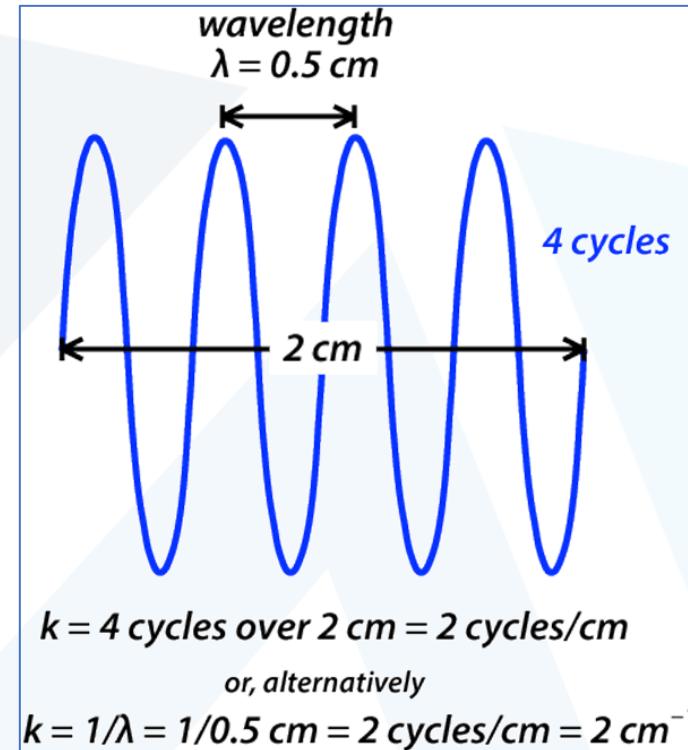
FIGURE 2.10 The electromagnetic spectrum. The visible spectrum is shown zoomed to facilitate explanation, but note that the visible spectrum is a rather narrow portion of the EM spectrum.

■ Typical size

- 1 light-year= 9.46×10^{15} meter
- the height of a person 1.8 meter
- Diameter of millet is 1 millimeter
- Diameter of red blood cell is 8 microns
- Wavelength of visible light is about 380-780 nanometers
- Diameter of hydrogen atom is 0.1 nanometers, while diameter of proton is 1.6×10^{-15} meter



JD lessons for international students
Introduction to M

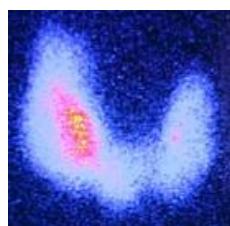
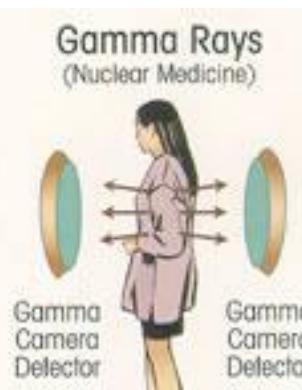


الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومغناطيسي صور أشعة غاما Gamma-ray



يعتبر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (يرمز لها اختصاراً PET من (Positron Emission Tomography) هي **تقنية تصوير في الطب النووي** تبين صور ثلاثة الأبعاد لبعض أعضاء الجسم وما قد يكون فيها من ورم سرطاني، كما يمكن بواسطتها تفقد مختلف العمليات الوظيفية في الجسم، مثل العمليات الحيوية للجهاز الهضمي.

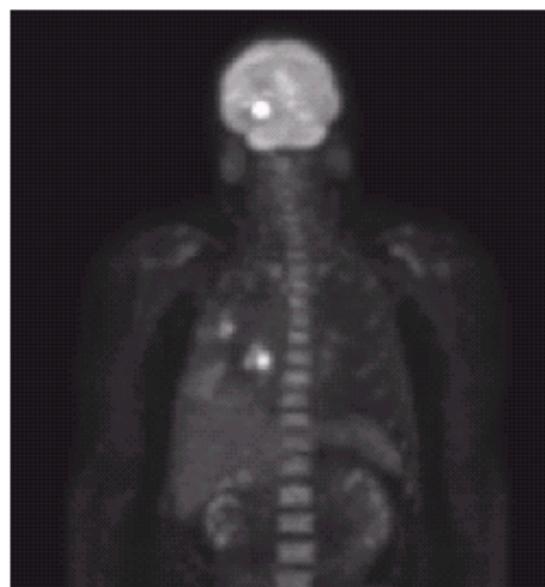
ويعمل الجهاز المصور على أساس اكتشاف أزواج من أشعة غاما المنبعثة بشكل غير مباشر من نظير مشع يكون مصدراً للبوزيترونات (إلكترونات موجبة الشحنة). يتم حقن المادة المشعة في جسم المريض بعد ربطه بجزيء حيوي فعال (مثل جزيء سكر)، فتتركز المادة المشعة بالعضو المراد فحصه، مثل الدماغ أو الكلى أو الكبد. ثم يتم تسجيل القياسات لأنشطة غاما الصادرة من العضو واستبناء صورة ثلاثة الأبعاد لها بواسطة الحاسوب.



الطب النووي

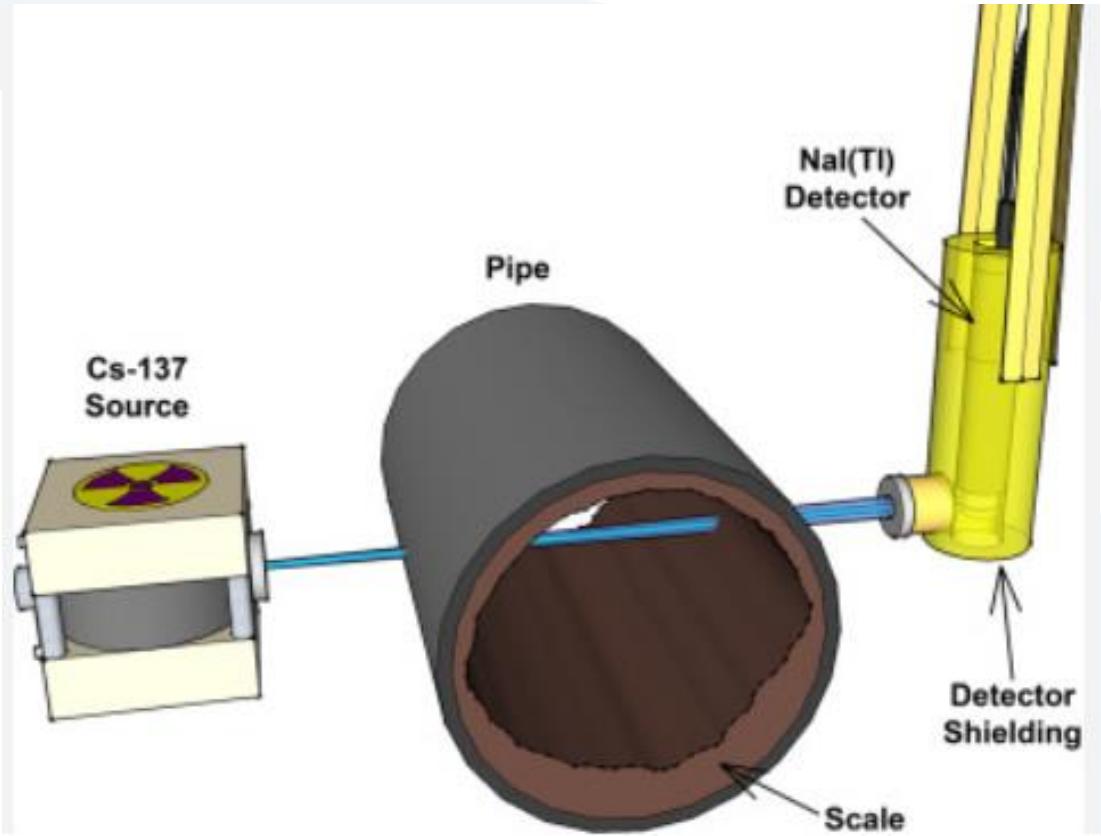
- أشعة غاما: أقصر طول موجة وأعلى طاقة (تردد)
- تنتج من الأجسام الأكثر طاقة وسخونة في الكون كالنجوم والانفجارات الكونية والمناطق المحيطة بالثقب الأسود على الأرض من التفجيرات النووية والبرق
- لا يمكن التقاطها وانعكاسها عن المرايا بسبب قصر طول موجتها فتمرير ذرات الكاشف لذلك تحوي كواشفها على كتل كристالية عالية الكثافة

Bone scan

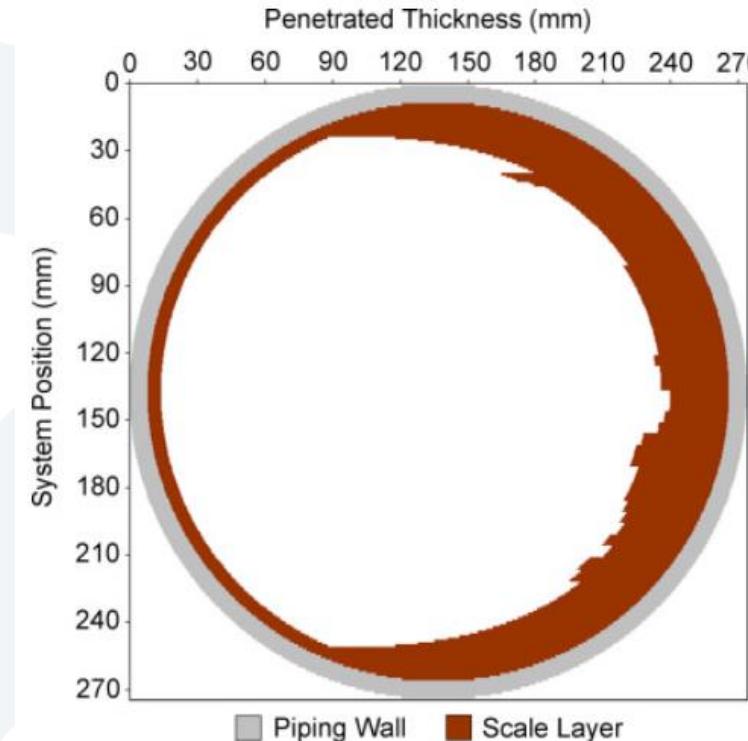


PET

فحص أنابيب البترول



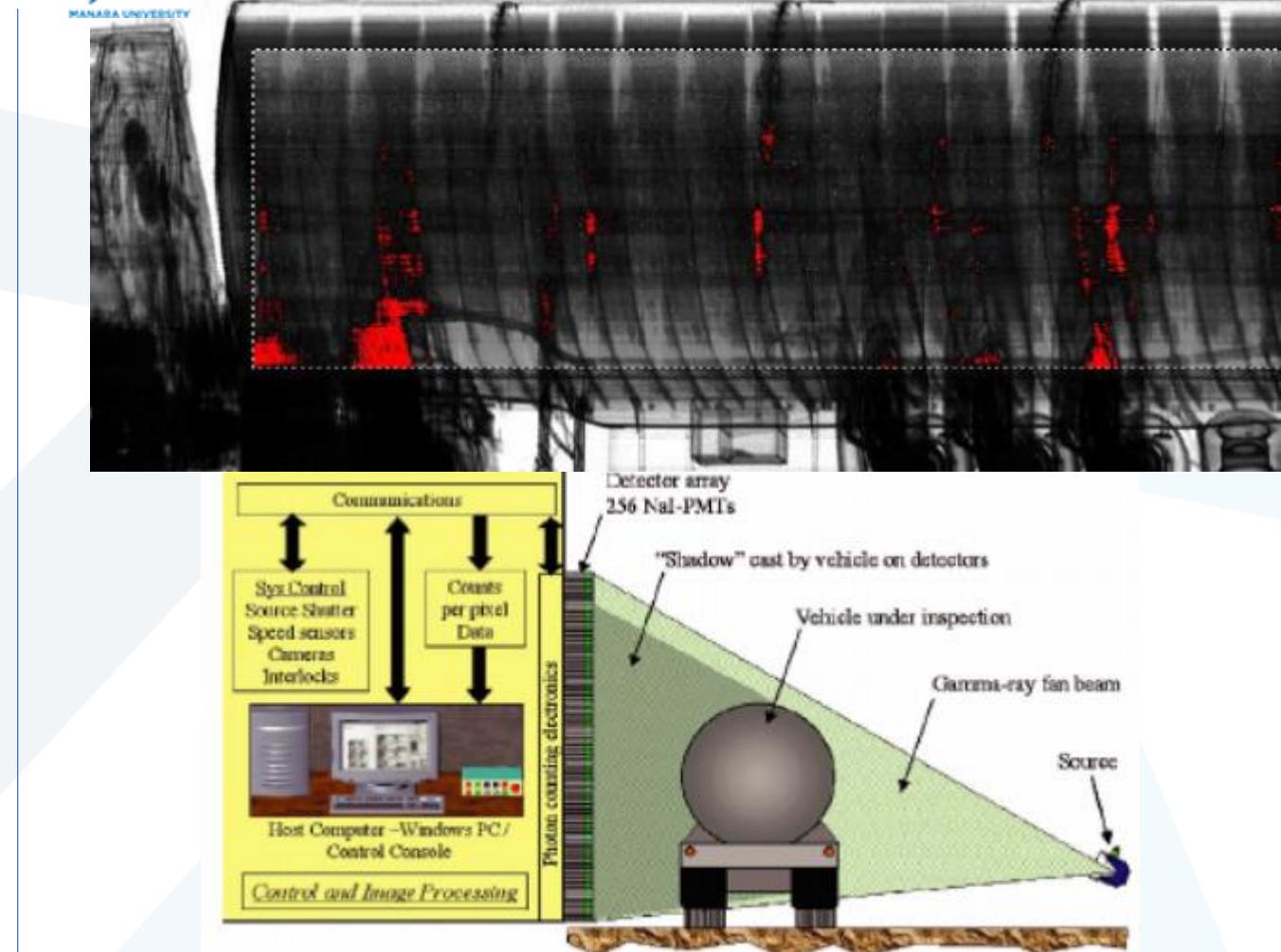
to detect and quantify the thickness of the scale layer inside the service pipelines.



Gamma transmission system for detection of scale in oil exploration pipelines

الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومطيسي صور أشعة غاما Gamma-ray

Use of gamma-ray intensity response to evaluate the shipment content



تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومطيسي

صور الأشعة السينية X-ray

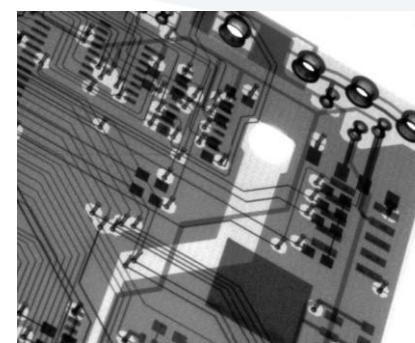
بإجراء عملية تسخين **للمهبط** (تأين حراري) تحدث عملية إصدار **للاكترونات** نتيجة مرور تيار كهربائي ذو **جهد مرتفع** (بين 25 و600 كيلوفولت). تسرع هذه الإلكترونات نحو **جهة المصعد**، حيث تصطدم مع المادة المكونة للمصعد، وتنتج جراء ذلك **الأشعة السينية**. يُصنع الهدف في أنبوب **كولدج** من عنصر مثل التنجستين أو الروديوم. أن انتقالات طاقة الإلكترون في ذرات هذه العناصر يمكن أن تولد فوتونات أشعة سينية إذا تحرّر منها إلكترون ذو مستوى طاقة منخفض.



التفتيش وفحص المسافرين
وحقائبهم

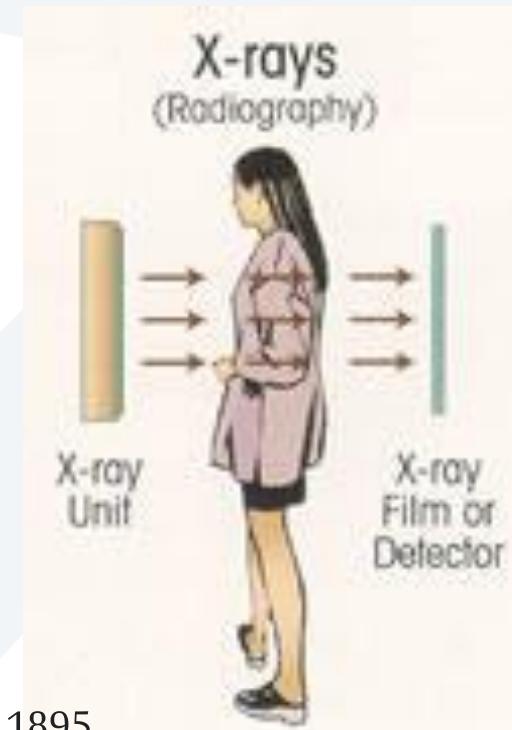
its name is X-radiation to signify an unknown type of radiation. 1895

بواسطة فيلهلم كونراد رونتن



PCB

في الصناعة للكشف الشقوق
في القوالب المعدنية وسلامة
الوصلات اللحامية وكفاءة
تركيب الدارات المطبوعة

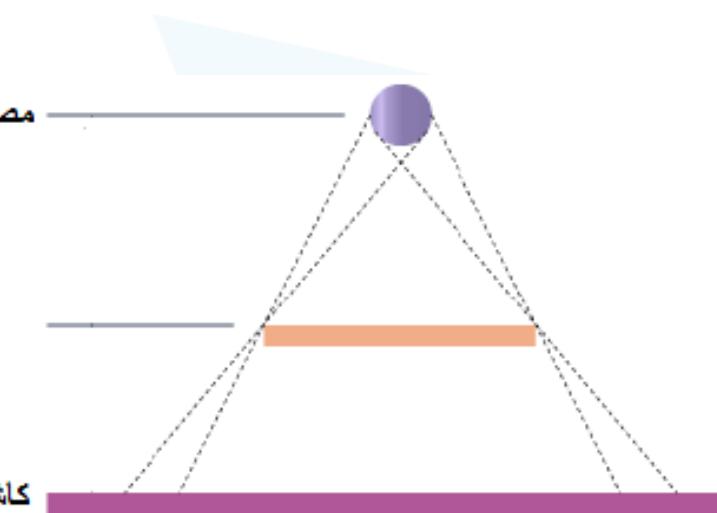


مصدر الأشعة
السينية

الكائن

كافش الأشعة

توليد صورة الأشعة السينية عن طريق الظل: تتولد
وتمر عبر الهواء دون تخميد حتى ترتطم بالكائن
فتتخدم بدرجات متفاوتة

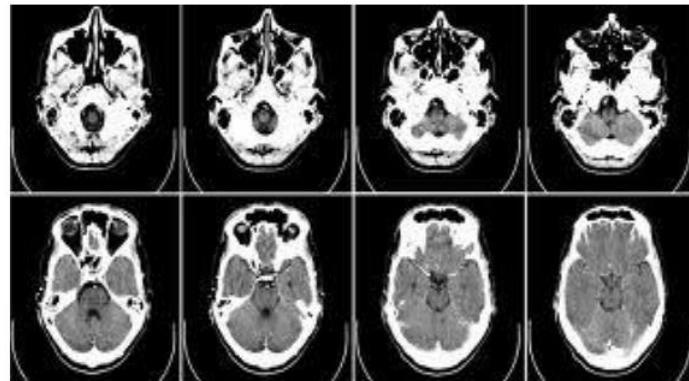


تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومطيسي

صور الأشعة السينية X-ray



Chest
X-Ray



Head CT

Angiogram
تصوير الأوعية الدموية

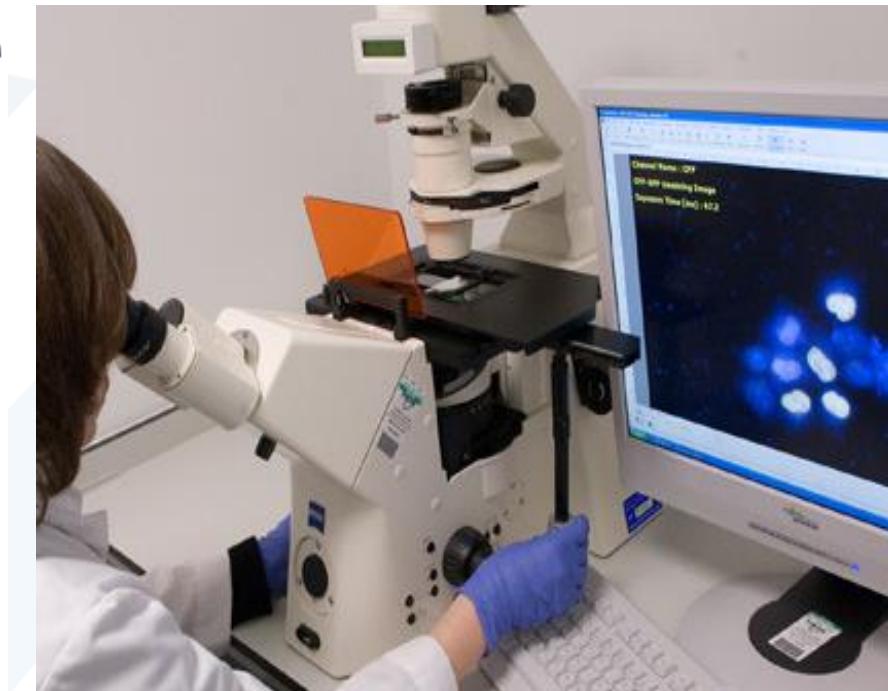
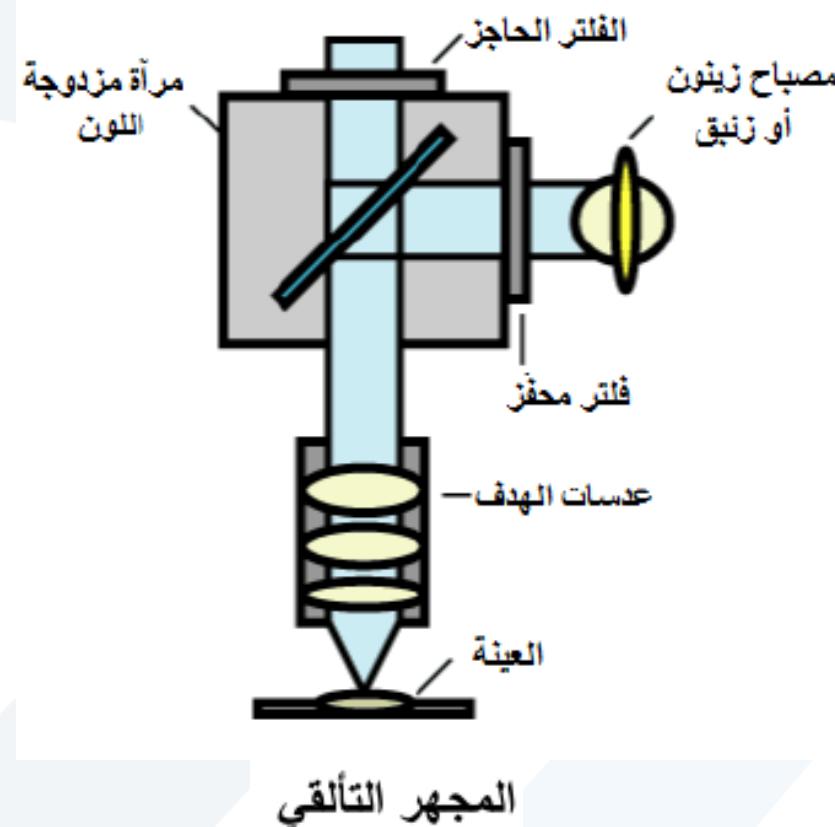


كمية الإشعاعات الناتجة من هذه الأجهزة تزيد عن الكمية الناتجة من الأشعة السينية بأكثر من ألف مرة. كلما ازدادت كمية الأشعة ازدادت دقة الصورة. يتم تغيير كمية الأشعة وفقاً لعمر، وزن، و الجنس المريض ووفقاً للعضو المراد تصويره. يرجح العلماء أن ما يقارب 5% من السرطانات في المستقبل سيكون سببها التصوير الطبي بكافة أنواعه.

- CT تستخدم في تكوين صورة ثلانية الأبعاد **لأعضاء** الجسم الداخلية. وت تكون عن طريق عدة صور ثنائية الأبعاد تلتقط حول محور ثابت للدوران.
- يتميز التصوير المقطعي المحوسب بوضوح عالي جداً للصورة ويفي بتفاصيل **العظم** بشكل متناهي الدقة بعكس تصوير الرنين المغناطيسي الذي يصور الأنسجة الرخوة بدقة عالية، وهذا الإجراء خالٍ من الألم.

تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف
الكهرومطيسي
صور الأشعة فوق البنفسجية Ultra-violet

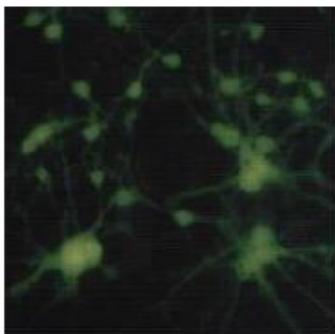
- Very hot objects emit UV radiation
- Ultraviolet radiation carries more energy and infrared radiation less energy than visible light
- shorter wavelengths (from 10 nm to 380 nm) are ultraviolet (UV)
- longer wavelengths (from 750 nm to 1 mm) are infrared (IR) radiation.



ويتم توليد الأشعة فوق البنفسجية في المجهر التالقي بوساطة مصباح من الزينون أو الزئنيق .

تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومطيسي

صور الأشعة فوق البنفسجية Ultra-violet



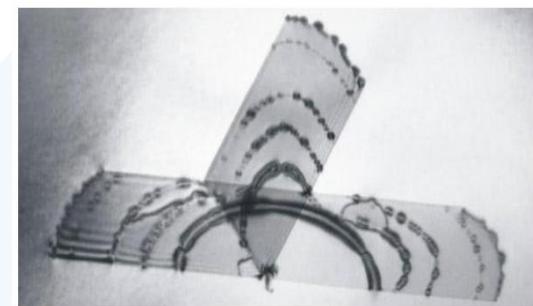
صور أشعة فوق البنفسجية لخلايا دماغية.



صورة لأرضية عليها آثار دماء ممسوحة صورت بالكاميرا العادية على اليسار وباستخدام الأشعة فوق البنفسجية على اليمين.

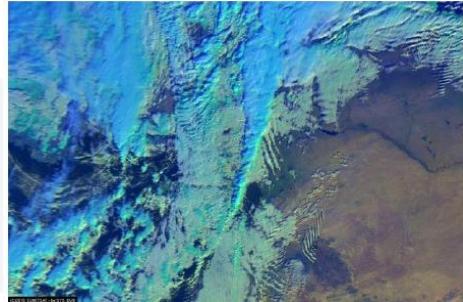


صورة لسطح من الذهب باستخدام التصوير العادي على اليسار وصورة الأشعة البنفسجية على اليمين

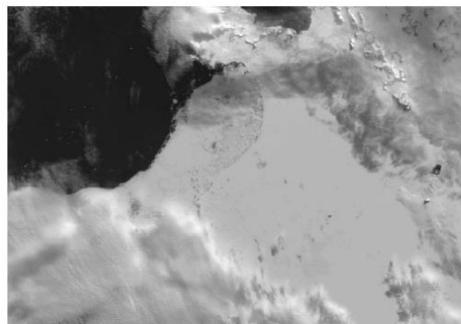


صورة بالأشعة فوق البنفسجية تظهر عيّاً في إحدى رقائق السيليكون.

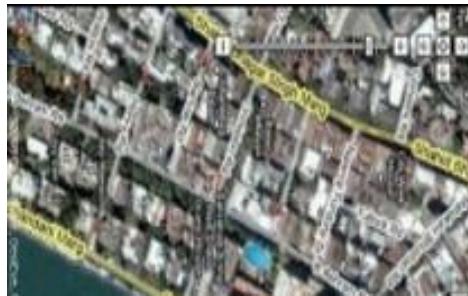
من تطبيقات التصوير في المجال المرئي



صور للغلاف الجوي والغيوم وخصائصها
(العاصفة زينة 2015)



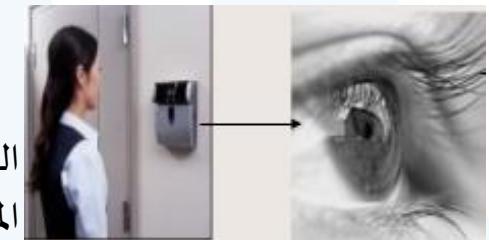
قياس الارتفاعات باستخدام الليزر (صورة
للقطب الجنوبي عام 2008)



الصور الجوية للمدن للأرض وتغيرات الغطاء النباتي والمائي



تعد الشمس المصدر الرئيسي للأشعة المرئية



التفتيش والفحص الآلي للمنتجات ونظم المحاسبة التجارية والتحقق من الفواتير وتنظيم
المستودعات

تطبيقات التعرف والتمييز (بصمة الاصبع، الوجه، بصمة العين)

Automated Visual Inspection

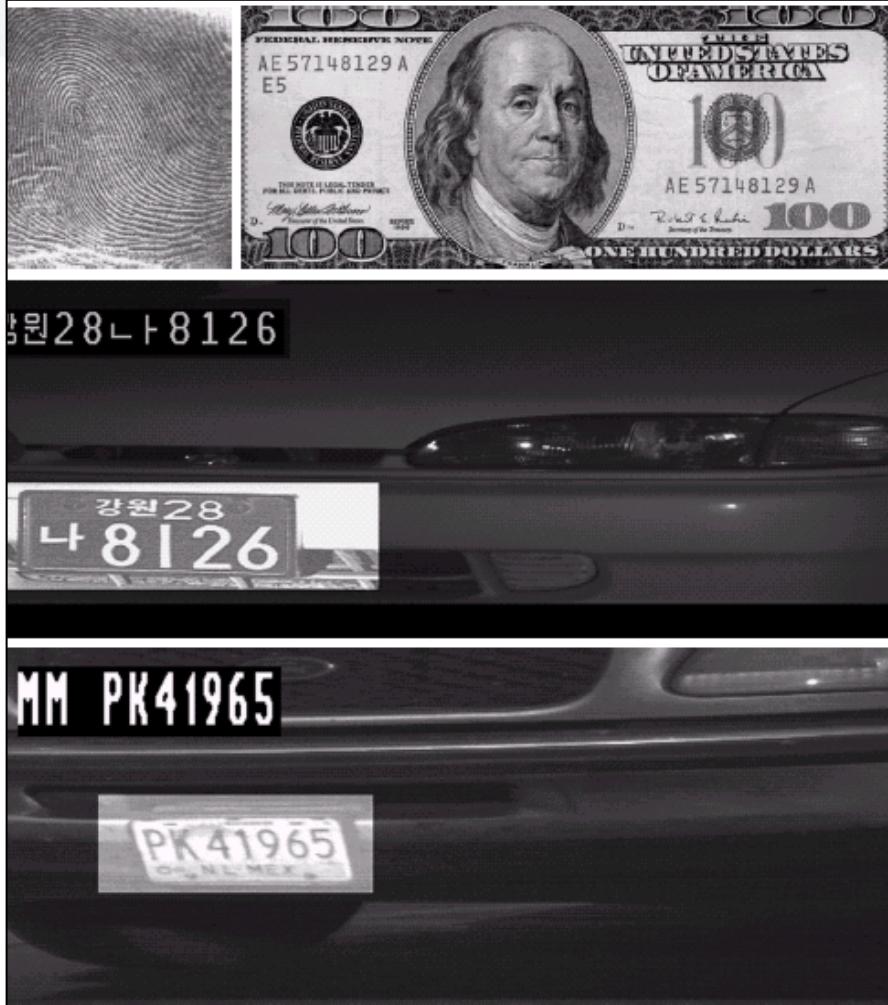
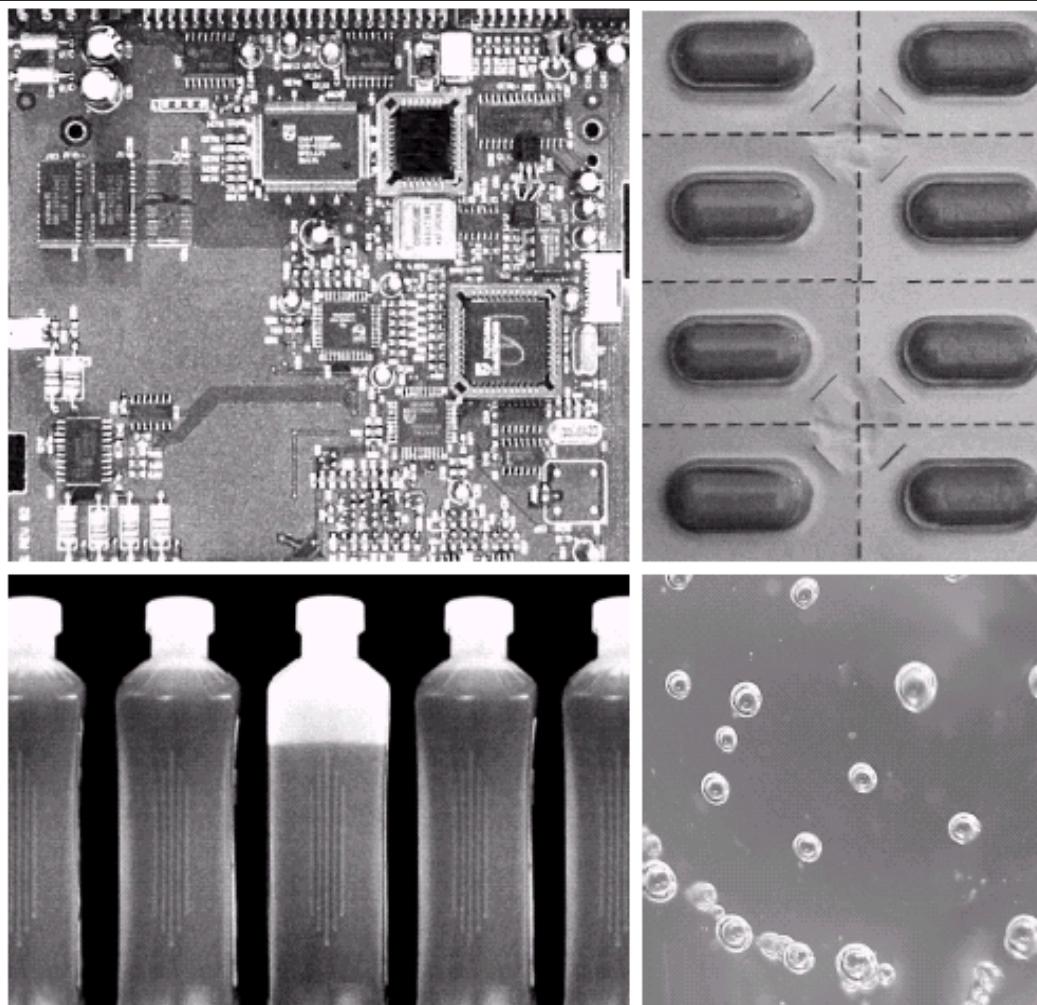


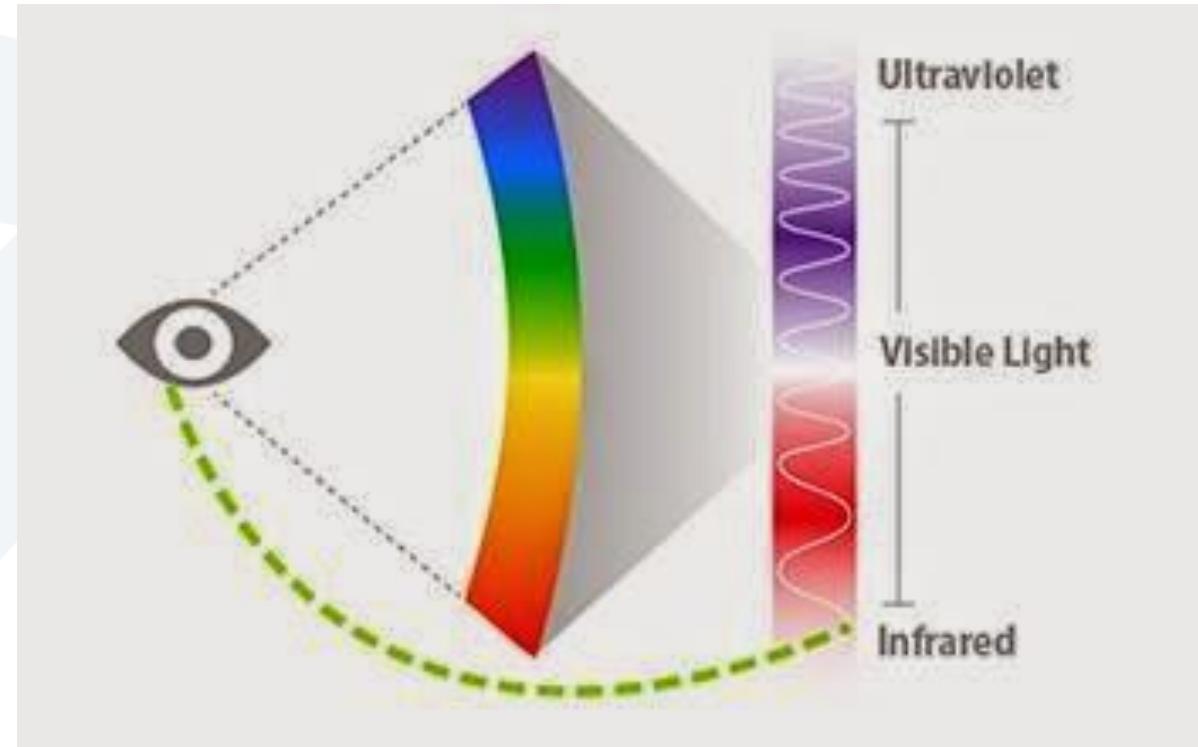
FIGURE 1.15
Some additional examples of imaging in the visual spectrum.
(a) Thumb print.
(b) Paper currency.
(c) and (d). Automated license plate reading. (Figure (a) courtesy of the National Institute of Standards and Technology. Figures (c) and (d) courtesy of Dr. Juan Herrera, Perceptics Corporation.)

FIGURE 1.14
Some examples of manufactured goods often checked using digital image processing.
(a) A circuit board controller.
(b) Packaged pills.
(c) Bottles.
(d) Bubbles in clear-plastic product.
(e) Cereal



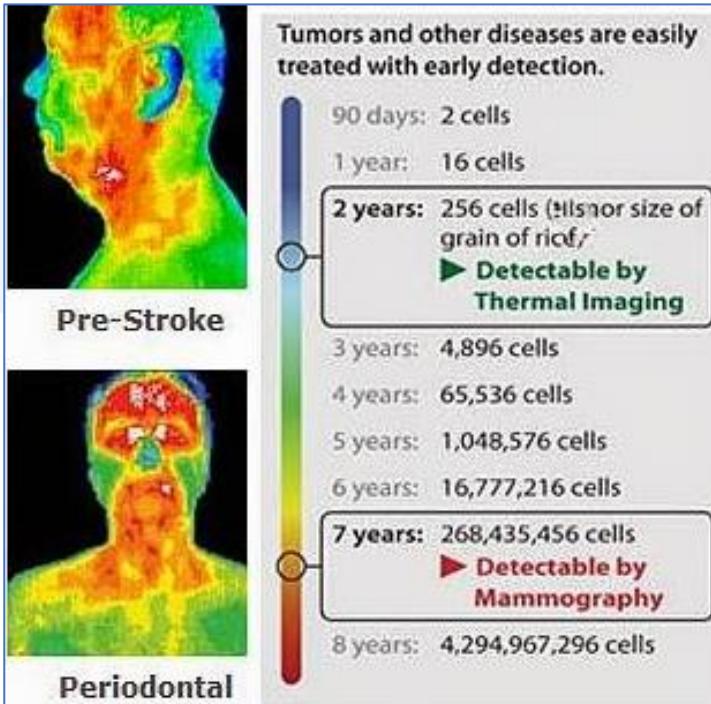
تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومطيسي صور الأشعة تحت الحمراء Infrared

- infrared radiation has less energy than visible light
- longer wavelengths (from 750 nm to 1 mm) are infrared (IR) radiation.



تتولد من جميع الأجسام الدافئة وتولد حرارة في أي جسم تصطدم به
تعمل معظم كواشفها في درجة حرارة منخفضة لمنع التداخل

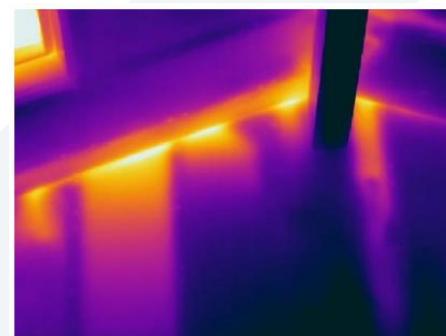
من تطبيقات التصوير بالأشعة تحت الحمراء thermography



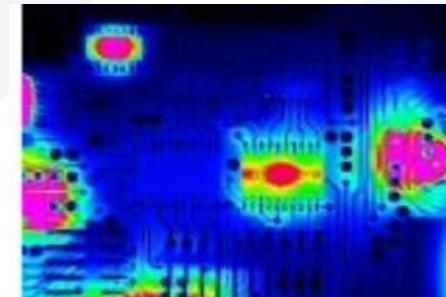
التحليل الطيفي ذو الأشعة تحت الحمراء لتحليل الأنسجة والخلايا في الخزعات لتشخيص مرض السرطان



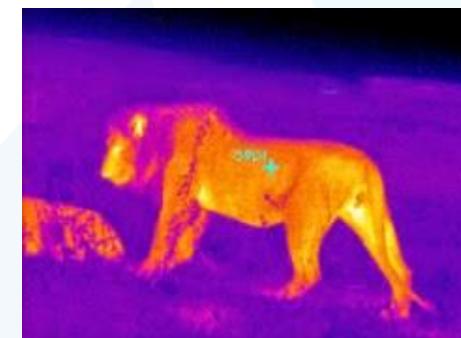
العزل الحراري في المباني (التكيف)



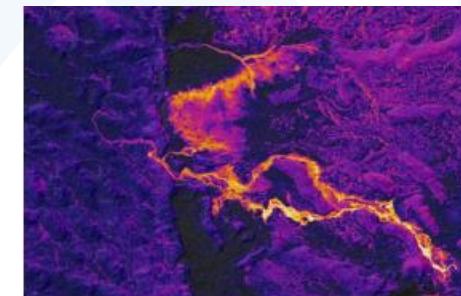
صور حرارية للدارات المطبوعة



التصوير الليلي

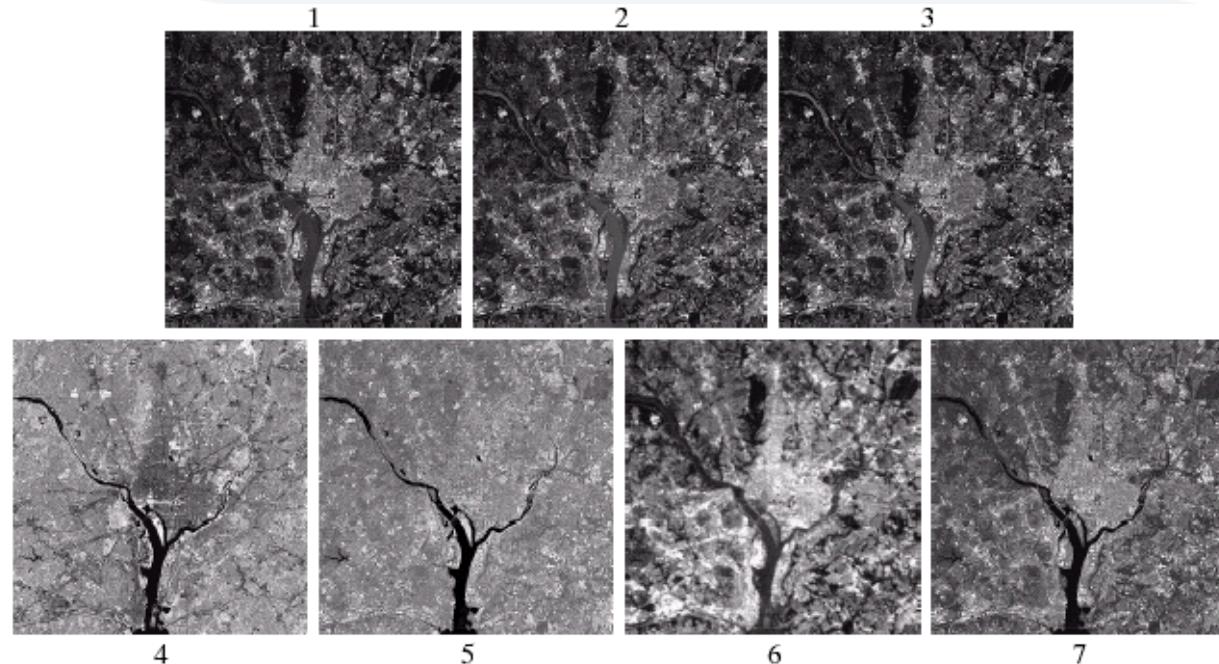


دراسة الانبعاثات الحرارية من الأجسام



رسم خرائط توزع اليابسة والماء والغطاء النباتي

Visible Light and Infrared

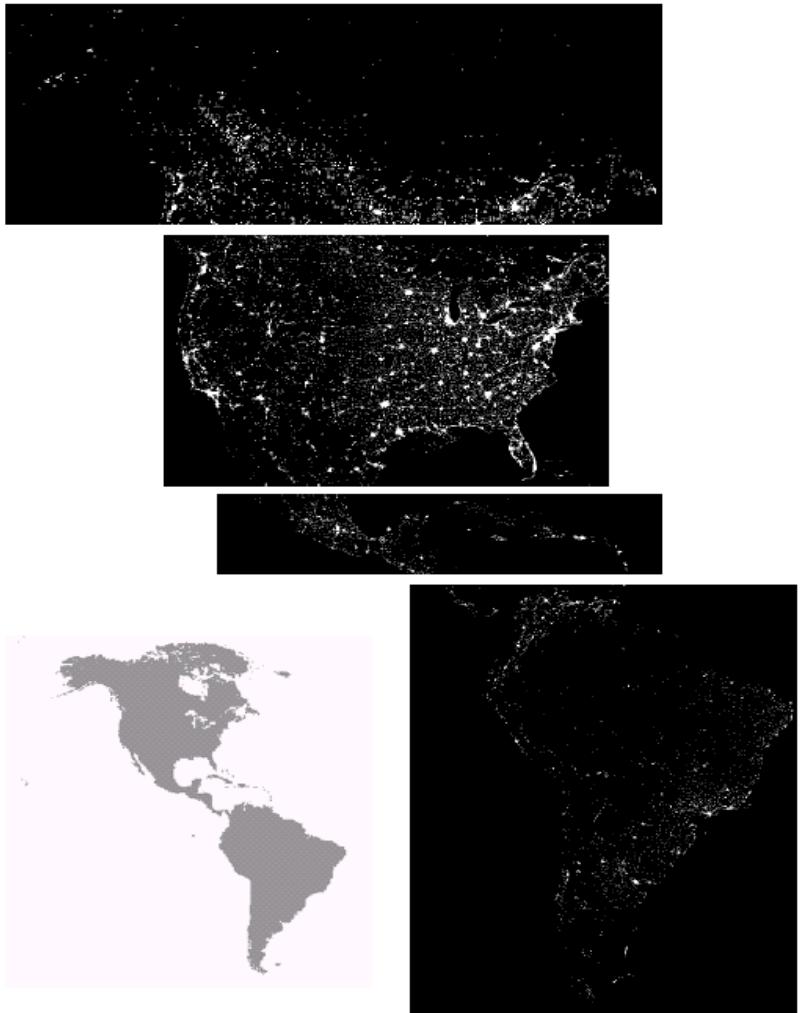


Washington
D.C.

Band No.	Name	Wavelength (μm)	Characteristics and Uses
1	Visible blue	0.45–0.52	Maximum water penetration
2	Visible green	0.52–0.60	Good for measuring plant vigor
3	Visible red	0.63–0.69	Vegetation discrimination
4	Near infrared	0.76–0.90	Biomass and shoreline mapping
5	Middle infrared	1.55–1.75	Moisture content of soil and vegetation
6	Thermal infrared	10.4–12.5	Soil moisture; thermal mapping
7	Middle infrared	2.08–2.35	Mineral mapping

Nighttime light of the world

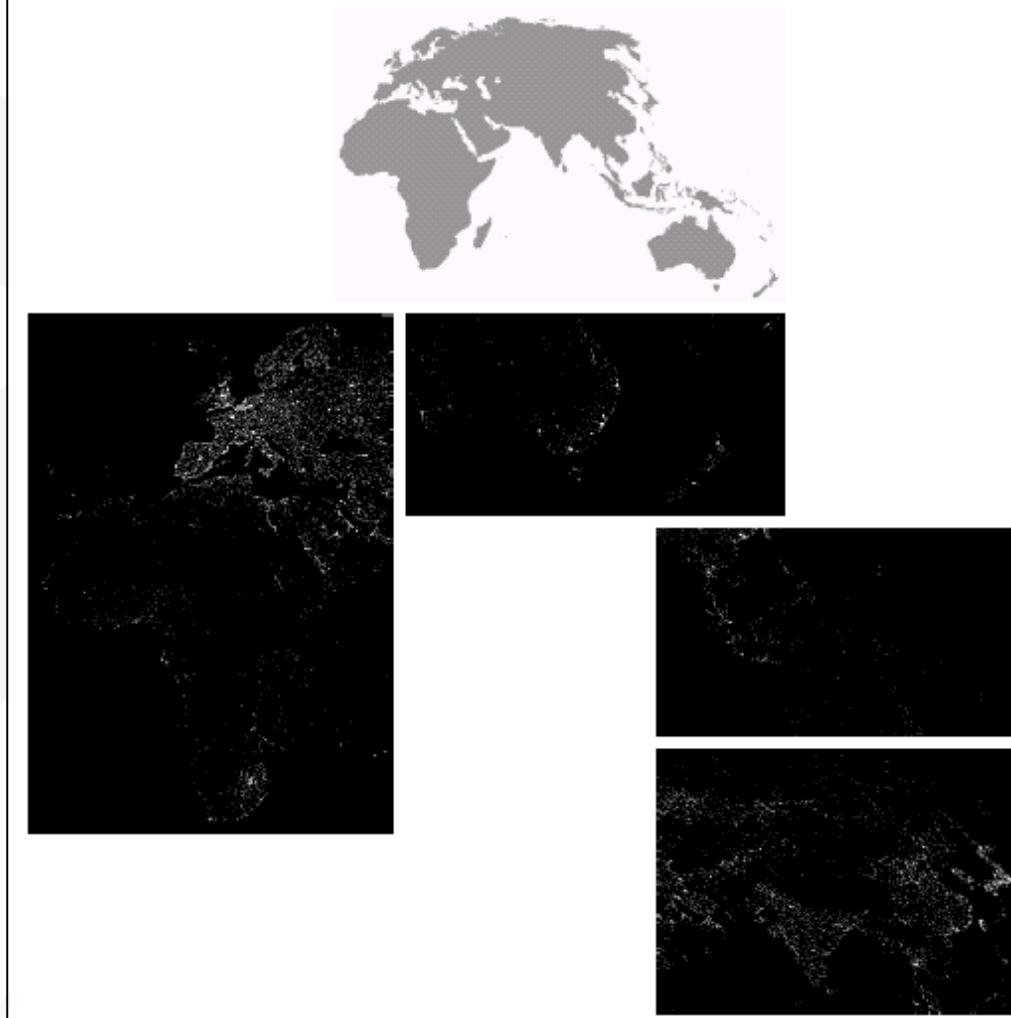
FIGURE 1.12
Infrared satellite
images of the
Americas. The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)



(Images from Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing, 2nd Edition.)

<https://manara.edu.sy/>

FIGURE 1.13
Infrared satellite
images of the
remaining
populated part of
the world. The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)



تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف

الكهرومطيسي صور الأشعة الدقيقة (الميكرويف)

يشتق اسم الميكرويف من الطاقة المستخدمة في طهي الطعام، وهي أفران الميكرويف التي تمر عبر الخلايا وجزيئات الطعام، فتكرار الموجات يتسبب في اهتزاز جزيئات الماء، وتولد هذه الحركة حرارة.

لا يقصد البادئة أن تشير إلى طول موجي في نطاق الميكرومتر. بدلاً من ذلك، يشير إلى أن الموجات الدقيقة "صغريرة" (لها أطوال موجية أقصر)، مقارنة بموجات الراديو 2.4GHz 1mm .

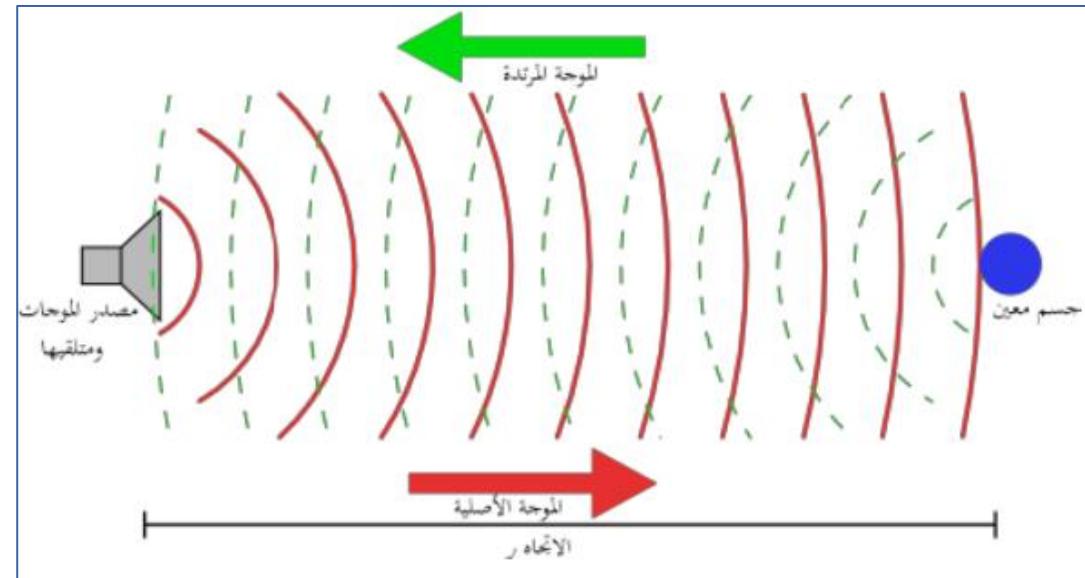
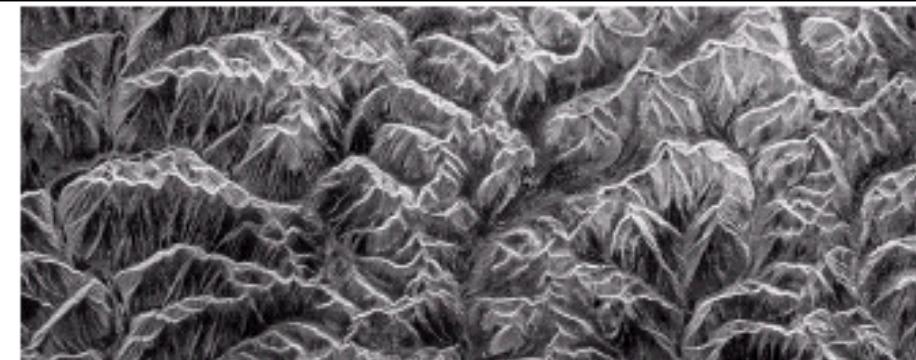
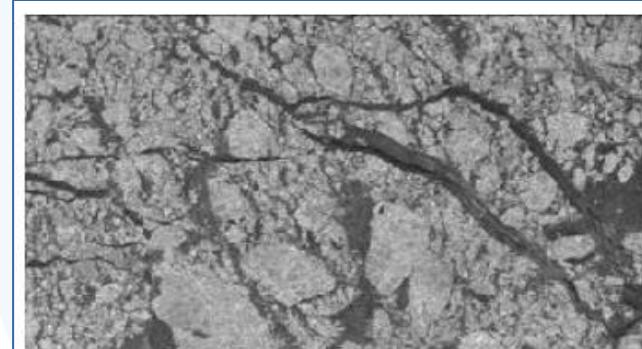


FIGURE 1.16
Spaceborne radar
image of
mountains in
southeast Tibet.
(Courtesy of
NASA.)



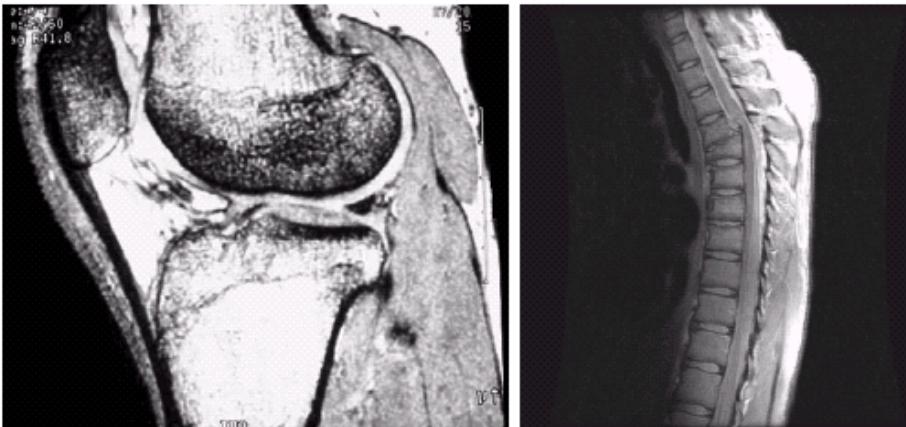
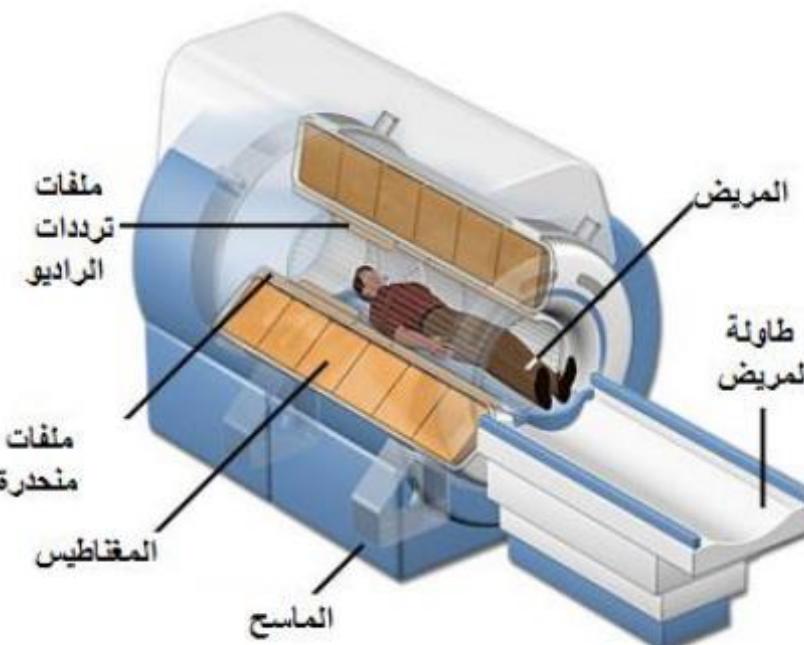
التطبيق السائد للتصوير في نطاق الموجات الدقيقة هو الرادار. الميزة الفريدة لرادار التصوير هي قدرته على جمع البيانات عبر أي منطقة تقريباً في أي وقت ، بغض النظر عن الطقس أو ظروف الإضاءة المحيطة. يستخدم هوائياً مرتبطاً بحاسوب رقمي بدلاً من عدسات الكاميرات وتعالج الإشارة الصادرة عنه للحصول على صور.

الجليد البحري في ألاسكا (المناطق الداكنة
مساحات البحر المغطاة بطبقة رقيقة من
الجليد أما المشرقة مساحات طافية من
الجبال الجليدية منذ سنوات)



تصنيف الصور الرقمية وفق مجالات الطيف الكهرومغناطيسي

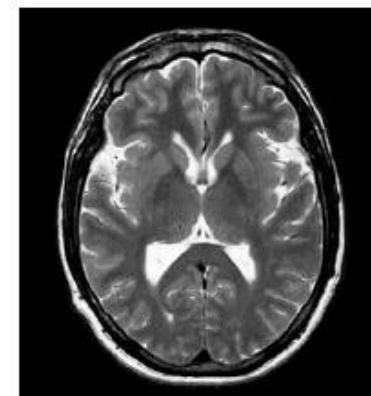
صور الأمواج الراديوية RADIOWAVE



a b

FIGURE 1.17 MRI images of a human (a) knee, and (b) spine. (Image (a) courtesy of Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, and (b) Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

MRIs use and send superconducting **magnet and radiofrequency waves** into the body. The magnetic field lines up atoms either in a north or south position with a few **atoms** that are unmatched (keep **spinning in a normal fashion**). When radiofrequency is added, the unmatched atoms **spin in an opposite direction**, and when the radiofrequency is turned off those unmatched atoms return to the normal position emitting energy. **The energy emitted sends a signal to the computer and the computer uses mathematical formulas to convert the signal into an image.**



- تعتمد على **الحقول المغناطيسية** Magnetic **والموجات الراديوية**.
- هي وسيلة تصوير طبية لتوضيح التغيرات المرضية في الأنسجة الحية

نهاية المحاضرة