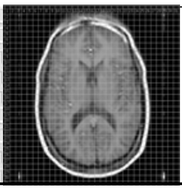
Digital Image Fundamentals



Titipong Keawlek
Department of Radiological Technology
Naresuan University

Digital Image Structure and Characteristics

Image Types
- Analog Images
- Digital Images

Digital Image Structure
- Pixels
- Pixel Bit Depth

Digital Image Detail
- Pixel Size
- Matrix size
- Image size (Field of view)
- The imaging modalities

Image Compression
- Image storage
- Image transmission and distribution

Levels of Compression
- Lossless
- Lossy

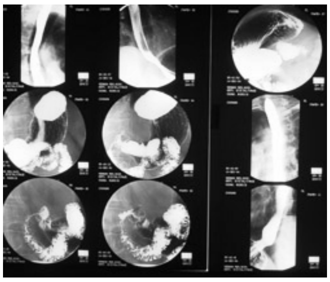
Compression Methods
- JPEG
- Other

Image Types

แบ่ง เป็น 2 ประเภท

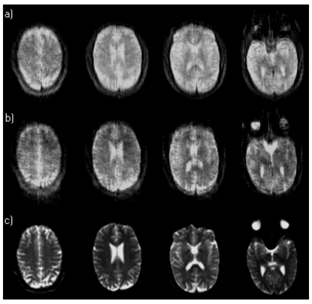
-Analog Image

-Digital Image



Digital image
or
Analog Image ?

Digital image
or
Analog Image ?



Digital image
or
Analog Image ?

Digital image
or
Analog Image ?

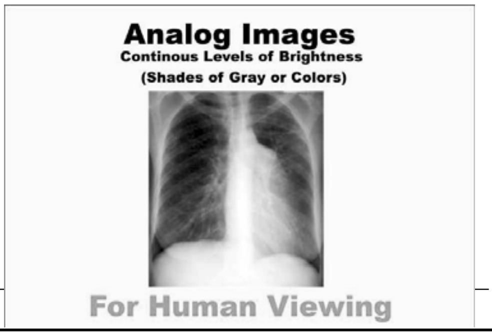
Digital image
or
Analog Image ?

Image Types

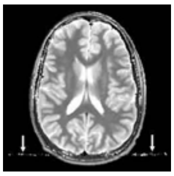
Analog Image

เป็นภาพที่เรียกว่า Continuous Levels of Brightness (Shades of Gray or Colors

Image Types



Analog Image



Analog Image

Gray Scale

Color

Monochrome : black and white

Image Types

Digital Image

ฟังก์ชันสองมิติ $f(x,y)$ โดยที่ x และ y เป็นพิกัดของภาพ และแอมพลิจูดของ f ที่พิกัด (x,y) ใดๆ

ภายในภาพคือค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) ที่ตำแหน่งนั้นๆ

Image Types

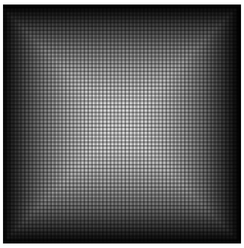
Digital Image

ภาพ $f(x,y)$ มีขนาด M แถวและ N คอลัมน์ และพิกัดของจุดกำเนิด (Origin) ของภาพคือที่ตำแหน่ง $(x,y) = (0,0)$

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Image Types

Digital Image



Matrix

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Image Types

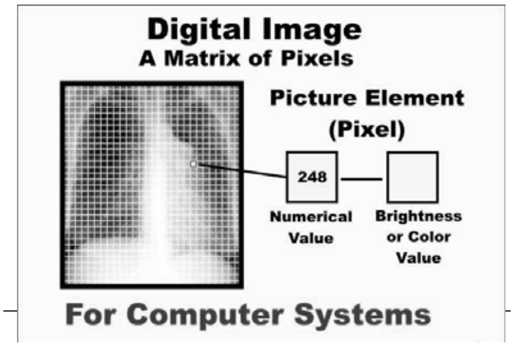
Digital Image

เป็นภาพที่เกิดจาก ค่าข้อมูล ที่มีความแตกต่างกัน ในแต่ละ Pixel ของภาพ

56	56	57	56
56	56	57	56
57	57	57	59
58	58	58	60

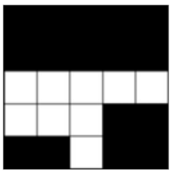
โดยภาพจะถูกแบ่งเป็น Matrix ซึ่งประกอบด้วย Pixel ขนาดเล็กๆ ที่มีค่าข้อมูลของภาพ ซึ่งอาจเป็นลักษณะ Brightness หรือ Colors บรรจุอยู่

Image Types



Digital Image

original



BW

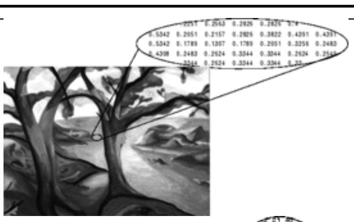
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
1	1	0	1	1

Gray scale

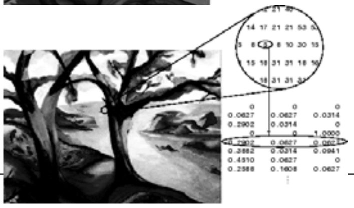
100	100	100	100	100
100	100	100	100	100
255	255	255	255	255
255	255	255	225	225
157	157	255	225	225

117 000 223	117 000 223	117 000 223	117 000 223	117 000 223
117 000 223	117 000 223	117 000 223	117 000 223	117 000 223
255 255 255	255 255 255	255 255 255	255 255 255	255 255 255
255 255 255	255 255 255	255 255 255	000 223 203	000 223 203
191 000 123	191 000 123	255 255 255	000 223 203	000 223 203

RGB



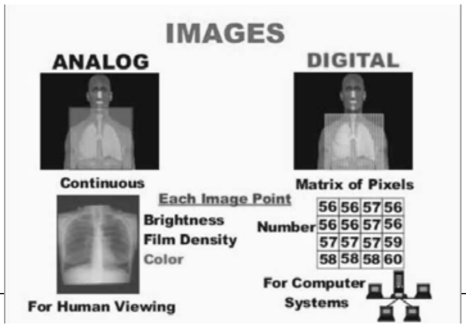
Gray scale



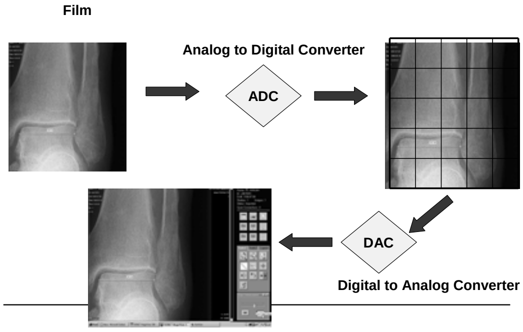
RGB

Image Types

Compare Analog & Digital Image



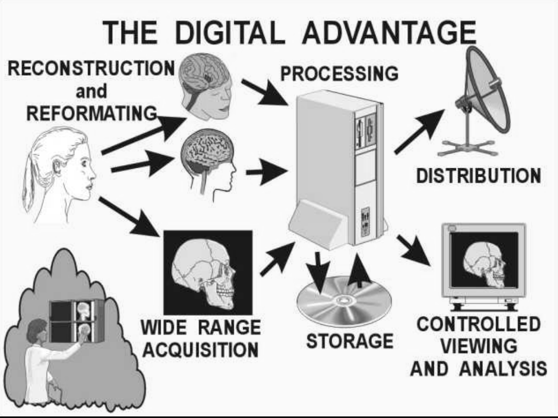
Converter



Digital Image Adventage

ข้อได้เปรียบของภาพ digital คือ สามารถ ที่จะ Reconstruction และ Reformatting ภาพได้

ยังสามารถ จัดเก็บข้อมูลภาพ ในหน่วยความจำสำรอง , ส่งถ่ายข้อมูล, แสดงภาพ และวิเคราะห์ ผ่านระบบเครือข่ายได้



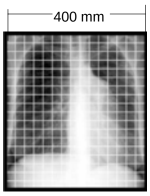
Digital Image Structure

Pixel = Picture Element

(a single point in a graphic image.)

$$\text{Pixel size} = \frac{\text{Image size}(\text{mm})}{\text{Matrix size}\,(\text{pixels})}$$

Digital Image Structure



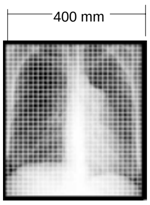
64 x 64 (Matrix resolution)

64 Matrix size

Pixel size = 400/ 64 mm

= 6.25 mm

Digital Image Structure



128 x 128 (Matrix resolution)

128 Matrix size

Pixel size = 400/ 128 mm

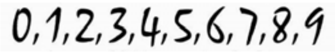
= 3.125 mm

Digital Image Structure

Pixel Bit Depth

ใน **Computer Number System** จะใช้ **Binary digits**

โดยปกติ มนุษย์ จะใช้เลขฐานสิบ (Ten Different digits)

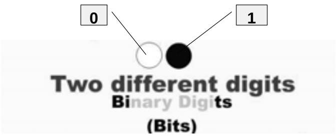


Digital Image Structure

แต่ Computer จะรับรู้ เฉพาะ เพียง 2 ตัวเลข

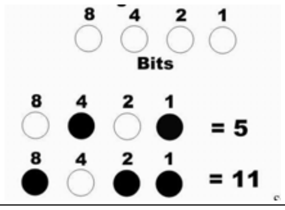
คือ 0 (ปิด) กับ 1 (เปิด)

ซึ่ง เรียกว่า bits



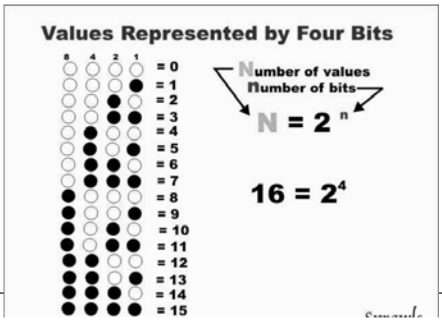
Digital Image Structure

Digit Values



4 bits

Digital Image Structure



Digital Image Structure

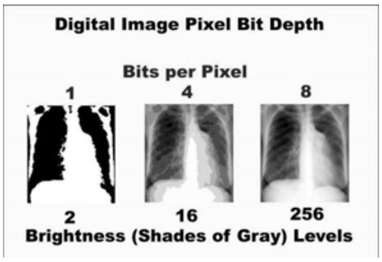
Pixel Bit Depth

คือ ความแตกต่าง ของ Pixel Brightness หรือ Colors

หาก ภาพเป็น 2 bits จะสามารถ ทำให้เกิด ความแตกต่าง บนภาพได้ 4 Shade of Gray หรือ Color

4 bits	16	Shade
8 bits	256	Shade
16 bits	65536	Shade (high Color)
24 bits	16 million	Shade (true colors)

Digital Image Structure



ในภาพ digital จำนวน Bits per Pixel จะทำให้เกิด ความแตกต่างบนภาพ

Digital Image Detail

ปัจจัยที่มีผล ต่อภาพ Digital ได้แก่

Pixel size

Matrix size

Image size (FOV)

The image modalities

Digital Image Detail

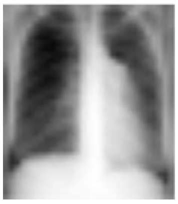
Effect of Pixel size

Small Size

ขนาด Pixel size ขนาดเล็ก จะทำให้ภาพ มีความคมชัด

Digital Image Detail

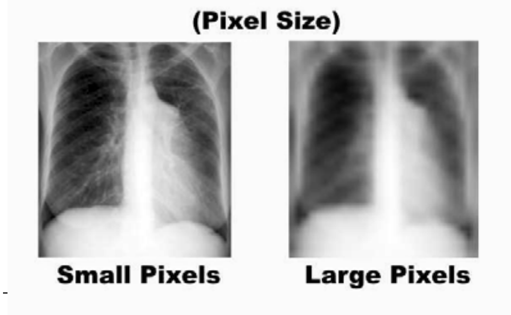
Effect of Pixel size



Large Pixels

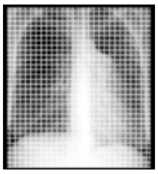
ขนาด Pixel size ใหญ่ ภาพ จะมีลักษณะ Blurring

Digital Image Detail



Digital Image Detail

Effect of Matrix size



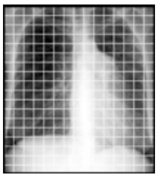
Large matrix

Small Pixel size

ขนาด Matrix ใหญ่ จะทำให้ ขนาด Pixel size เล็กลง ทำให้เห็น รายละเอียดในภาพ ที่มีขนาดเล็กๆ ได้ชัดเจน

Digital Image Detail

Effect of Matrix size



Small matrix

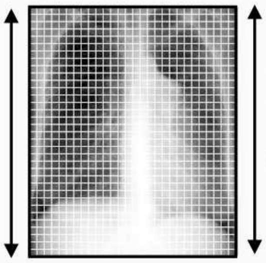
Large Pixel size

รายละเอียด เล็กๆ ที่อยู่บนภาพ จะไม่สามารถ มองเห็นได้

Digital Image Detail

Pixel Size

Image Size (mm)



Matrix Size (pixels)

$$\text{Pixel Size} = \frac{\text{Image Size (mm)}}{\text{Matrix Size (pixels)}}$$

Digital Image Detail

หากให้ ขนาดภาพเท่ากัน เช่น 400 mm

Matrix size **เพิ่ม**

Pixel size **ลดลง**

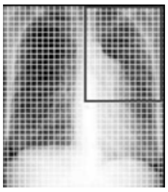
เช่น ขนาดภาพ (Image size) 400 mm

64 x64	**Matrix size**	**pixel size**	**6.25 mm**
128 x128	**Matrix size**	**pixel size**	**3.125 mm**

Digital Image Detail

Effect of Image Size (FOV)

Field of View : FOV

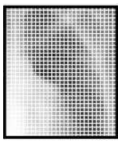


FOV ของภาพขนาดใหญ่ → Large pixel

Digital Image Detail

Effect of Image Size (FOV)

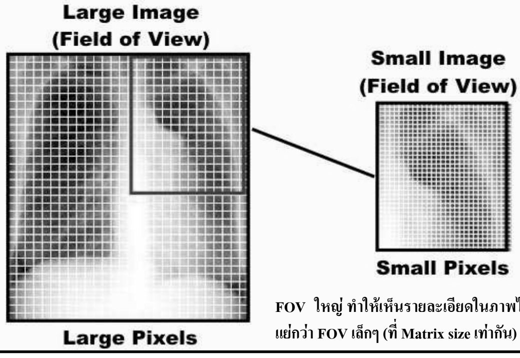
Field of View : FOV



FOV ของภาพขนาดเล็ก → Small pixel

Digital Image Detail

Effect of Image Size



FOV ใหญ่ ทำให้เห็นรายละเอียดในภาพได้แย่กว่า FOV เล็กๆ (ที่ Matrix size เท่ากัน)

Digital Image Detail

ความสามารถ ของเครื่องมือ ในการสร้างภาพที่ต่างกัน จะทำให้ ภาพที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน

เช่น

Film

Scanner

→ **Computer** →

Monitor

Digital Image Detail

CR :Computed Radiography

→ **Computer** →

Monitor

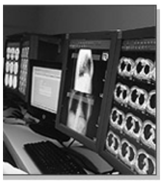


Image Compression

Image Storage

ในการสร้างภาพ digital ในระบบเครือข่าย จำเป็นจะต้องมีแหล่งเก็บข้อมูล 2 ส่วน คือ หน่วยเก็บข้อมูลหลัก และหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง เพื่อประโยชน์ ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

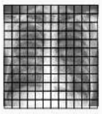
หากหน่วยเก็บข้อมูลหลักเกิดความเสียหาย ข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองจะถูกนำมาใช้แทน

และหน่วยเก็บข้อมูลภาพ และ**ต้องมีความจุ สูง** เพราะ ภาพ **digital จะมีขนาดใหญ่**

Numerical Size

Bits or Bytes (8 bits)

Number of Pixels



Bits per Pixel
8 - 16 bits
1 - 2 bytes

Matrix		**Megabytes**
128 x 128 =	16384	**0.016 - 0.032**
256 X 256 =	65536	**0.06 - 0.12**
512 x 512 =	262144	**0.25 - 0.5**
1024 x 1024 =	1048576	**1 - 2**
2048 x 2048 =	4194304	**4 - 8**

Image Compression

Image transmission and Distribution

ในการส่งถ่ายข้อมูลภาพขนาดใหญ่ ทำให้เกิดความไม่สะดวก ใช้เวลาส่งถ่ายนาน

ฉะนั้น จึงต้องทำการมีการบีบอัดข้อมูล เพื่อให้ ประหยัดพื้นที่เก็บข้อมูล และลดเวลาในการส่งถ่ายข้อมูลด้วย

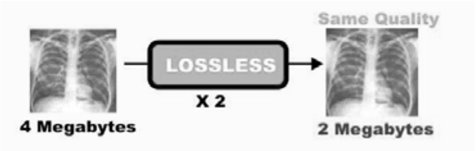
Level of compression

ระดับของการบีบอัดข้อมูลภาพมี 2 แบบ คือ

-Lossless

-Lossy

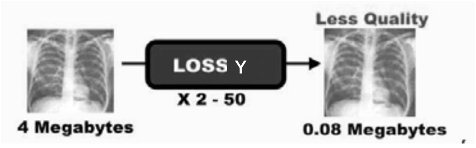
Level of compression



เป็นการบีบอัด ข้อมูล ภาพให้มีขนาดข้อมูลภาพ เล็กลง ครึ่งหนึ่ง ของข้อมูลภาพเดิม แต่ยังคงคุณภาพของภาพเหมือนเดิม

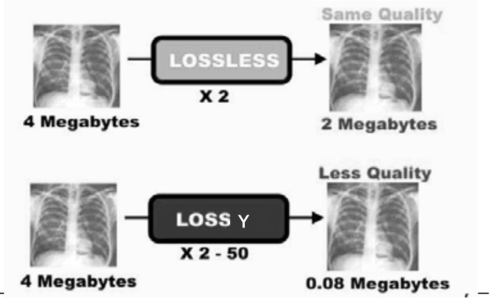
Level of compression

Lossy



เป็นการบีบอัดข้อมูลภาพ ให้เล็กลง 2- 50 เท่า ของขนาดข้อมูลภาพ เดิม คุณภาพของภาพลดลงตามขนาดการลดลงของการบีบอัดข้อมูลภาพด้วย

Level of compression

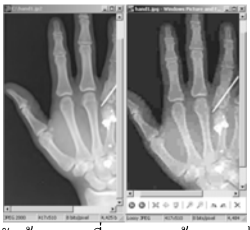


Compression Method

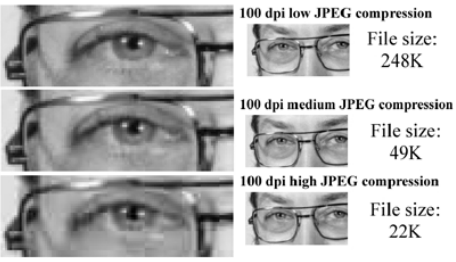
วิธีการบีบอัดข้อมูลภาพ แบ่งตามชนิดไฟล์ ได้ดังนี้

Joint Photographic Experts Group

JPEG



JPEG : การบีบอัด ข้อมูลภาพที่สามารถลดข้อมูลภาพได้ถึง 1/12 ของ ข้อมูลเดิม แต่เมื่อขยายภาพ จะมีลักษณะแตก ไม่คมชัด

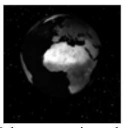


Compression Method

TIFF : Tagged Image File Format

TIFF : เป็นข้อมูลภาพที่ได้จากการสแกน ภาพถ่าย มีความคมชัดสูง

(lossless)



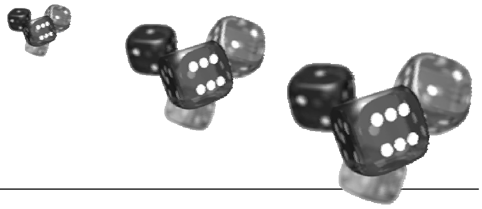
GIF (**Graphics Interchange Format**)

GIF: เป็นการบีบอัดข้อมูลภาพ 8 bits ในการใช้งานด้าน Telecommunicated

(lossless)

PNG (Portable Network Graphics)

PNG : เป็น การบีบอัดแบบ lossless บีบอัดได้ดีกว่า GIF และ TIFF

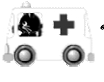


JPG VS PNG

Lossy **Lossless**

เปรียบเทียบคุณสมบัติ

Format	Full name	File extension	Application
JPEG	Joint Photographic Experts Group	.jpg, .jpeg (containers: .jfif, .jfi)	Photographic images. Supported by most web browsers.
TIFF	Tagged Image File Format	.tiff, .tif	Document scanning and imaging format, also functions as a container.
GIF	Graphics Interchange Format	.gif	Supported by most web browsers. Supports transparency and animation.
PNG	Portable Network Graphics	.png	W3C endorsed replacement for GIF. Supported by most web browsers.



THE END