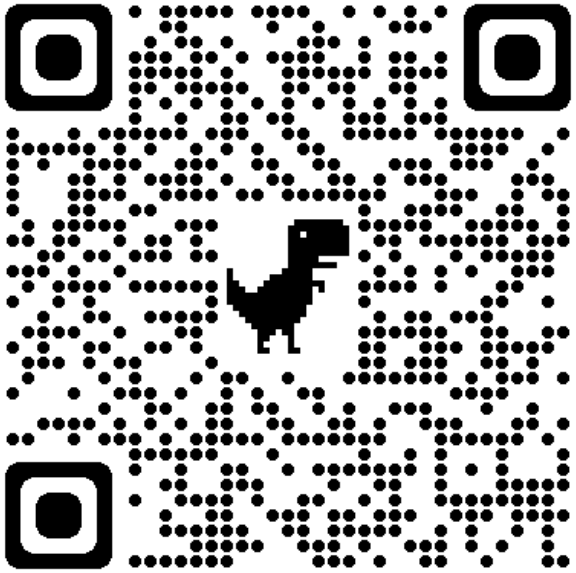
Basic knowledge of medical computer and applications & PACS

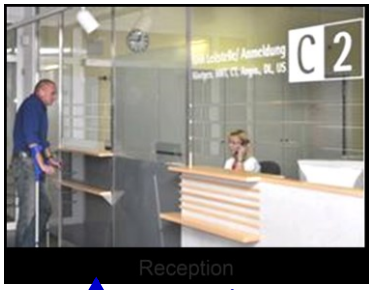
Residents in Radiology 2023

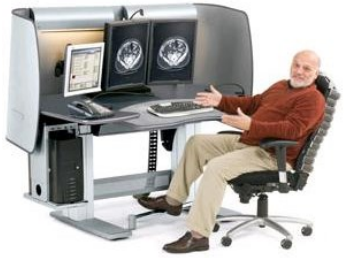
รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

Download PDF



https://yudthaphon.com/material




Diagnostic workstation

Ward / OR

HIS

RIS

Film Digitizer

PACS server

Storage

Backup

Hospital

Modality

Modality workstation

QC/Post-processing Workstation

Remote reporting

Film Printer

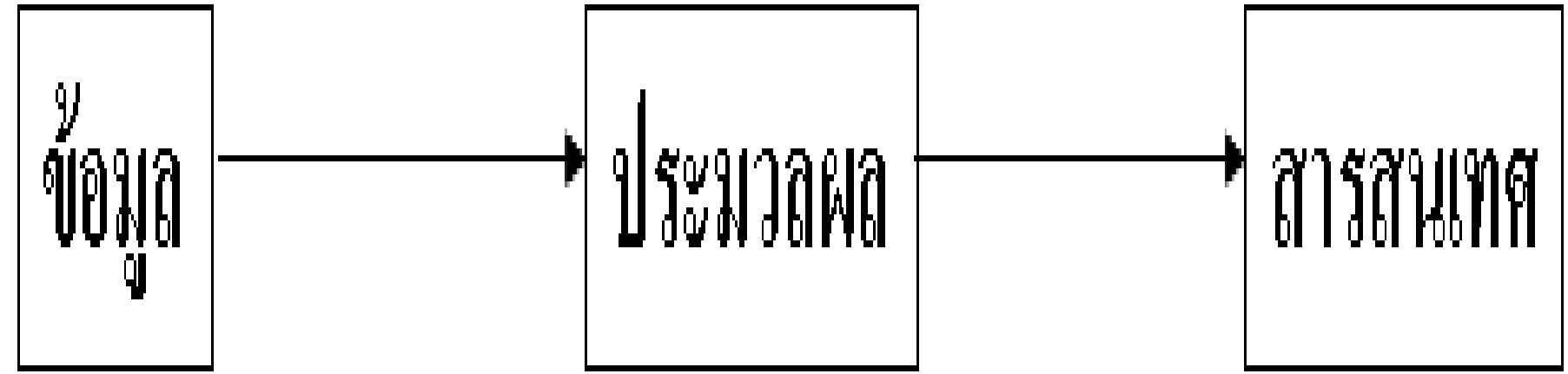
Basics Concepts of Information System

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

แนวคิดเกี่ยวกับสารสนเทศ

- ข้อมูล คืออะไร?
  - ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่แทนด้วยตัวเลข ภาษา สัญลักษณ์ ภาพ เสียงที่ยังไม่มีการปรุงแต่งหรือประมวลผล
  - ตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่ไม่เป็นตัวเลข เช่น ชื่อ ที่อยู่

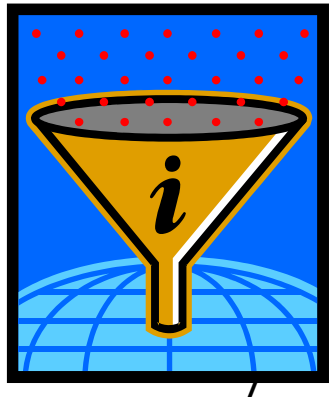
แนวคิดเกี่ยวกับสารสนเทศ



input **Process** **Output**

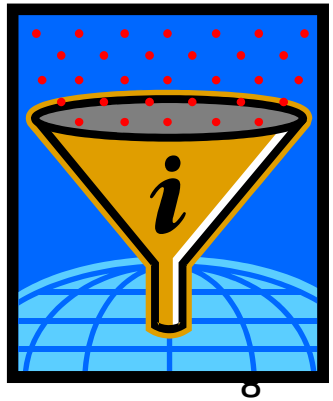
ระบบคืออะไร

- ระบบ (System)
  - กลุ่ม หรือ ส่วนประกอบย่อยต่างๆ ที่การทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด
  - ระบบประกอบด้วย
    - การนำเข้า (Input)
    - การประมวลผล (Process)
    - ผลลัพธ์ (Output)
    - การควบคุมย้อนกลับ (Feedback)



ระบบสารสนเทศ

- **ระบบสารสนเทศ** (Information System)
  - เป็นระบบที่มีการรวบรวม บันทึก ประมวลผล แจกจ่าย สารสนเทศ
  - เพื่อใช้ในการ วางแผน ความคุม จัดการ และสนันสนุนการตัดสินใจ



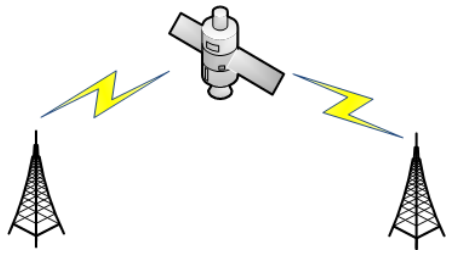
องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ

- ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น แป้นพิมพ์ จอภาพ เครื่องพิมพ์ เครื่องอ่านบาร์โค้ด

- ซอฟแวร์ (Software) หรือโปรแกรม (Program) เพื่อคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน

- ข้อมูล (Data) ข้อเท็จจริงในรูปแบบ ตัวเลข ตัวอักษร ภาพ เสียง

- การสื่อสารและเครือข่าย (Telecommunication) เป็นการเชื่อมต่อกันของคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยผ่านสื่อต่างๆ เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ WIFI



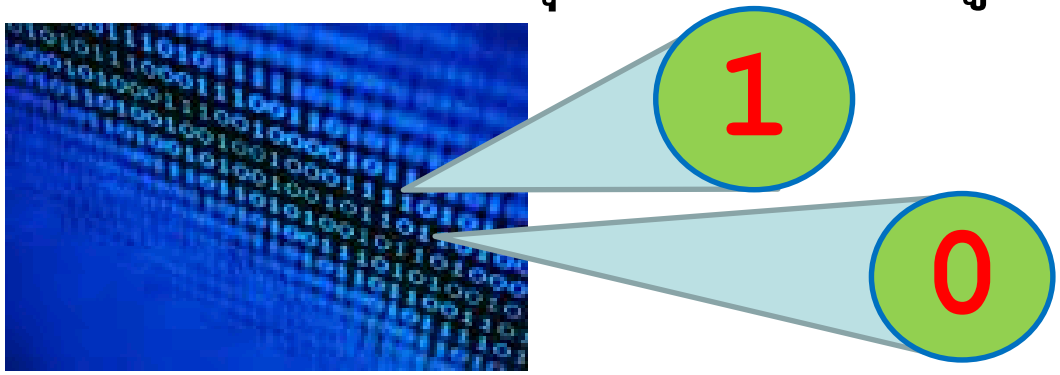
องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ

- กระบวนการทำงาน (Procedure) เป็นกฎหรือข้อปฏิบัติในการใช้งานโปรแกรมฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์และการทำงานกับข้อมูลโดยทั่วไปเป็นเอกสารคู่มือในการทำงาน หรือคู่มือการใช้งาน

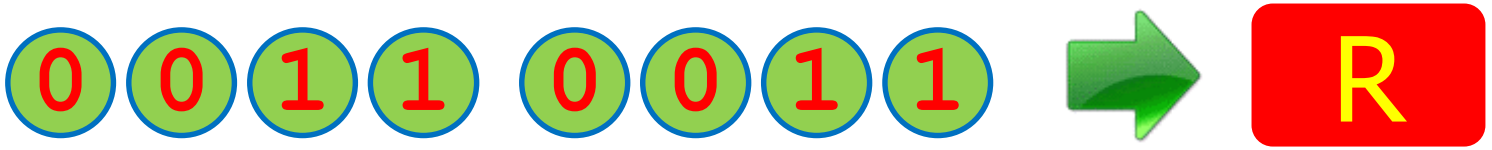
- บุคลากร (People) เป็นบุคคลที่จัดการควบคุม สั่งงาน ใช้งานคอมพิวเตอร์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาจเป็นผู้ใช้ (User) ผู้ดูแลระบบ (System Administrator) ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ (Programmer)

ลักษณะการเก็บข้อมูล

- โครงสร้างข้อมูล
  - บิต (Bit): หน่วยเล็กที่สุดของการเก็บข้อมูล (0,1)



  - ไบต์ (Byte): ประกอบด้วยบิตหลายบิตมาเรียงต่อกัน เช่น นำ 8 บิตมาเรียงกันเป็น 1 ไบต์ เป็นตัวอักษร



ลักษณะการเก็บข้อมูล

- โครงสร้างข้อมูล
  - เขตข้อมูล (Field): เป็นการนำตัวอักษรมาเรียงกันหลายๆ ตัวอักษรเช่น เป็น ชื่อ

P E T E R

  - ระเบียนข้อมูล (Record): เป็นกลุ่มของเขตข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ระเบียนข้อมูลพนักงานประกอบด้วย ชื่อ ที่อยู่ อีเมล์เป็นต้น

PETER	124 Fireview Rd. Los Angeles, CA 90033	peter@hotmail.com

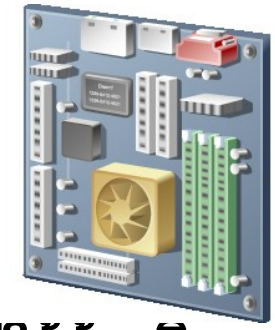
  - ไฟล์ (File): เป็นกลุ่มของระเบียนที่สัมพันธ์กันที่ถูกจัดเก็บไว้ด้วยกัน เช่น ไฟล์พนักงาน

PETER	124 Fireview Rd. Los Angeles, CA 90033	peter@hotmail.com
NANCY	355 View St. Honolulu, HI 96817	nancy@gmail.com

Computer Hardware & Software

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

Computer Hardware

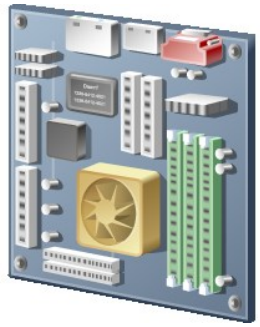


- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือ คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ เป็นคำที่ใช้อ้างอิงถึง ส่วนที่จับต้องได้ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่รวมถึงข้อมูล, ระบบการคำนวณ, และซอฟต์แวร์

- การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะมีพื้นฐานหลัก 4 ส่วนคือ

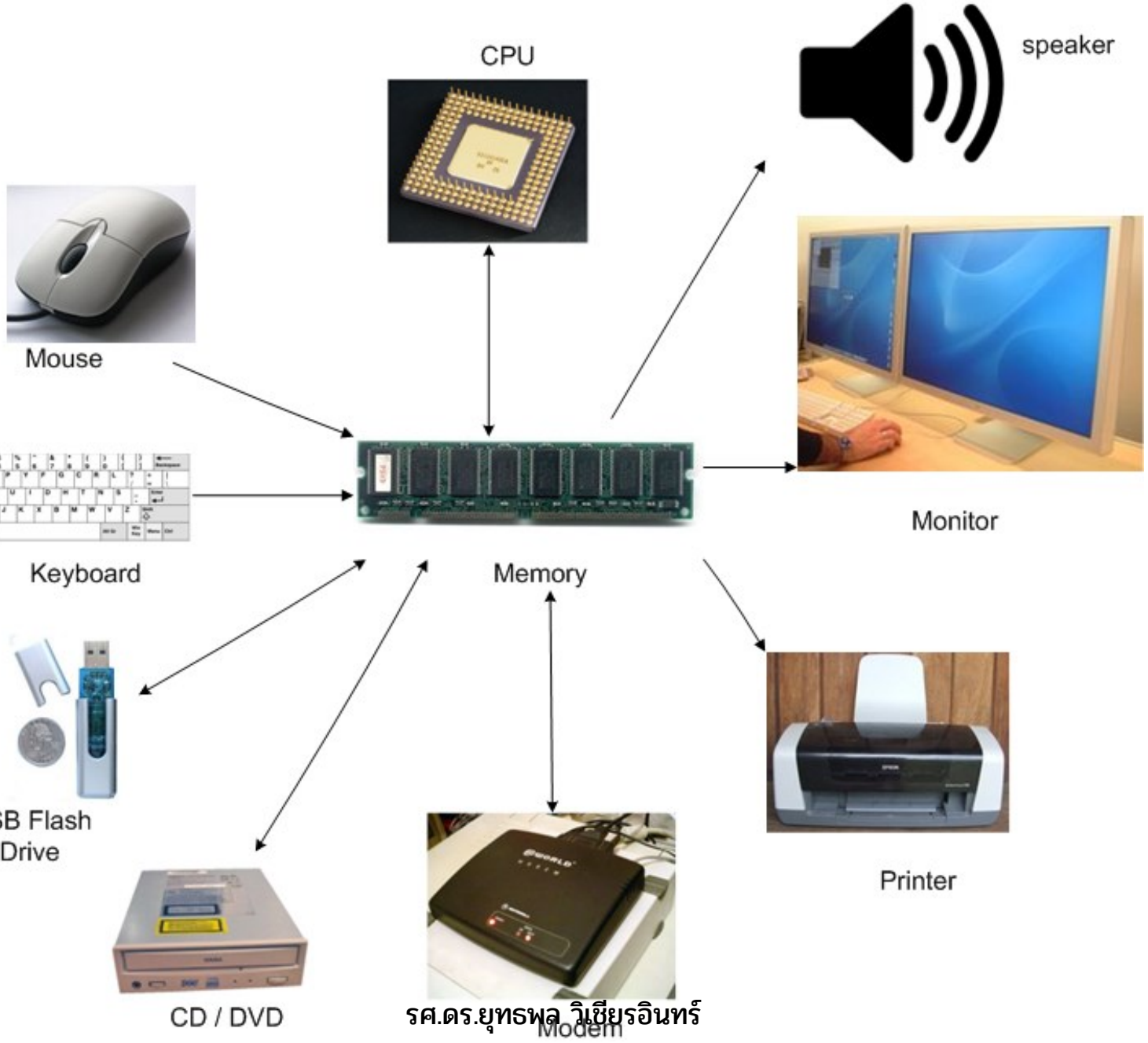
1. ส่วนรับข้อมูล (Input)
   - จะทำหน้าที่รับข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ แป้นพิมพ์ (Keyboard) เมาส์ (Mouse) สแกนเนอร์ (Scanner) ไมโครโฟน (Microphone) กล้องดิจิตัล (Digital Camera)
2. ส่วนประมวลผล (Process)
   - เมื่อคอมพิวเตอร์รับข้อมูลมาแล้ว ข้อมูลจะถูกส่งไปประมวลผลโดยหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)
   - หากข้อมูลมีขนาดใหญ่ไม่สามารถประมวลผลได้ในครั้งเดียว จะถูกนำไปเก็บไว้ชั่วคราวในหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งมีความเร็วสูงในการอ่านเพื่อรอการประมวลผลจาก CPU

Computer Hardware

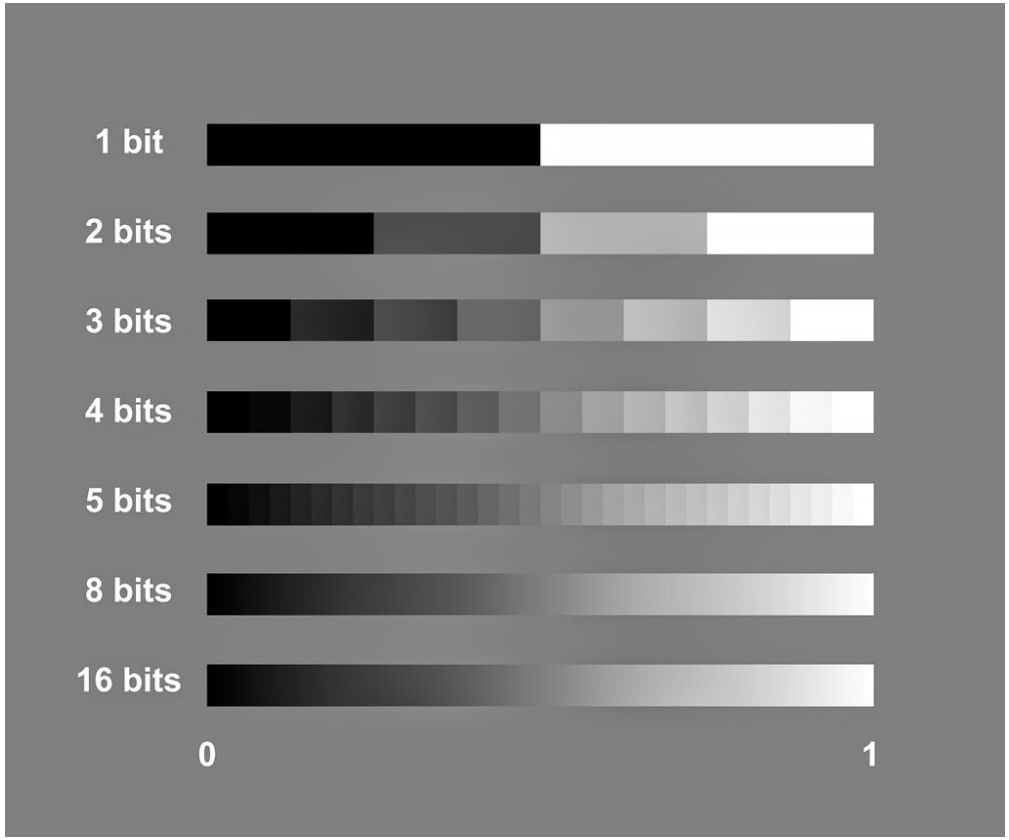


3. ส่วนแสดงผล (Output)
   - ใช้ในการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผล ผลที่ได้อาจเป็นข้อความทางจอภาพ (Monitor) รายงานพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer) เสียงออกทางลำโพง (Speaker)
4. ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Storage)
   - เราสามารถจัดเก็บข้อมูลลงในอุปกรณ์เก็บข้อมูล เช่น ฮาร์ดไดร์ฟ (Hard drive), CD-ROM, USB Flash Drive

   - Speaker? -Film Printer?
   - Digitizer? -Zip Drive? -MO?


CPU
speaker
Mouse
Monitor
Keyboard
Memory
USB Flash Drive
Printer
CD / DVD
Modem

Bit Depth



2^1 = 2

2^2 = 4

2^3 = 8

2^4 = 16

2^5 = 32

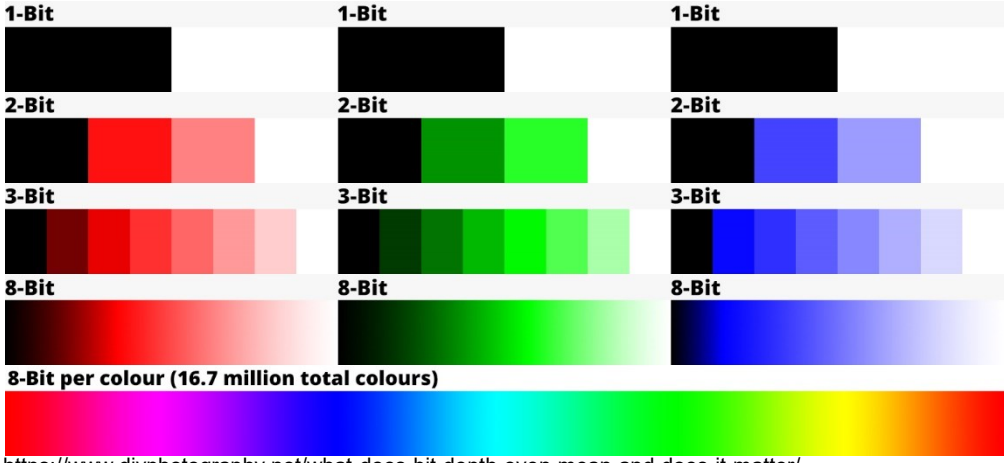
2^8 = 256

2^10 = 1024

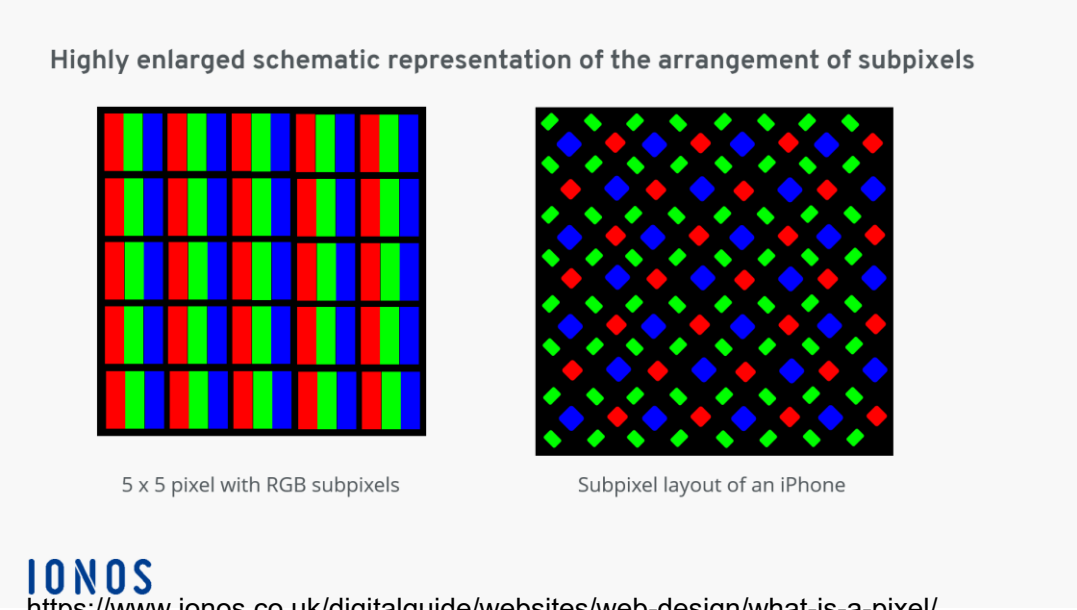
2^12 = 4096

2^16 = 65,535

https://www.the-working-man.org/2014/12/



https://www.diyphotography.net/what-does-bit-depth-even-mean-and-does-it-matter/



https://www.ionos.co.uk/digitalguide/websites/web-design/what-is-a-pixel/

Imaging Physics

Medical Imaging Displays and Their Use in Image Interpretation

George C. Kagadis, Alisa Walz-Flannigan, Elizabeth A. Krupinski, Paul G. Nagy, Konstantinos Katsanos, Athanasios Diamantopoulos, Steve G. Langer

Author Affiliations

Published Online: Jan 1 2013 | https://doi.org/10.1148/rg.331125096

Display Properties	3-MP PACS Display	8-MP Large-Screen Display
No. of MPs	3	3
Pixel size (mm)	0.211	0.324
Native resolution (width × height [pixels])	1536 × 2048	3840 × 2160
Viewing distance (cm) required to achieve equal pixel size projected onto the retina	76*	116
Typical viewing distance (cm)	70–80	120–160
Size of a lesion (mm) when the entire image is viewed from a typical viewing distance†	3* (14)	5.7 (17.8)
Spatial frequency of a 3-mm lesion at a typical viewing distance (log[cycles/degree])	2.1	2.1
Maximum luminance (cd/m²)‡	400	300
Minimum luminance (cd/m²)	1.0	0.3
Realized contrast ratio in 25-lux reading room lighting	358	147

https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.331125096

Video Card & Connection

- VGA: เป็นการ์ดแสดงผล ที่ ใช้ระบบ Analog
- Video Graphics Array (VGA)
- ใช้โดย IBM ในปี 1987

Computing Concepts

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

ระบบเลขฐานสอง

- ระบบเลขฐานสอง ระบบไบนารี (Binary System) เป็นการแทนค่าใดๆ โดยใช้ ค่า 0 หรือ 1 (เลขฐานสิบ ใช้ 0 ถึง 9)
- หน่วยที่เล็กที่สุดเรียก บิต bit (Binary Digit)
- สามารถนำ บิต มาเรียงต่อกันได้ให้เกิดค่าใหม่
- การคำนวณในเลขฐานสอง

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	ค่าที่ได้ในเลขฐานสิบ
128	64	32	16	8	4	2	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	255
0	0	0	0	0	0	0	1	1
						1	0	2
					1	1	1	7
				1	0	0	1	9

คำเรียกขนาดของข้อมูล

- 2 bits: crumb, quad, quarter, tayste, tydbit
- 4 bits: nibble นิบเบิล
- **8 bits บิต = 1 byte ไบต์**
- 32 bits: word เวิร์ด (on a 32-bit machine)
- 64 bits: double word ดับเบิลเวิร์ด(on a 32-bit machine)
- เครื่องแบบ 32 bit คือเครื่องที่ใช้กันปัจจุบัน (Intel Pentium)
- Window ออกรุ่น 64-bit (Intel Xeon ซีออน)

ขนาดที่เก็บได้ของข้อมูล

- เก็บตัวพยัญชนะภาษาไทย (44 ตัว) จะใช้ขนาดกี่บิต
- เก็บตัวพยัญชนะภาษาอังกฤษ (26 ตัว) จะใช้ขนาดกี่บิต
- เก็บเลข 0-8 จะใช้ขนาดกี่บิต
- Unicode (UTF-8) ใช้ 16 บิต (2 Byte) เก็บตัวอักษร
- ASCII ใช้ 8 บิต (1 Byte) เก็บตัวอักษร

จำนวนบิต (Bits)	ค่าที่เป็นไปได้ (Range)
8	0 - 255
16	0 - 65,535
32	0 - 3.4^{38} (7 ตำแหน่ง)
64	0 - 1.7^{308} (15 ตำแหน่ง)

คำนำหน้าหน่วยวัดแบบ SI

SI prefixes

1000^n	10^n	Prefix	Symbol	Short scale	Long scale	Decimal equivalent in SI writing style
1000^8	10^{24}	yotta-	Y	Septillion	Quadrillion	1 000 000 000 000 000 000 000 000
1000^7	10^{21}	zetta-	Z	Sextillion	Trilliard (thousand trillion)	1 000 000 000 000 000 000 000
1000^6	10^{18}	exa-	E	Quintillion	Trillion	1 000 000 000 000 000 000
1000^5	10^{15}	peta-	P	Quadrillion	Billiard (thousand billion)	1 000 000 000 000 000
1000^4	10^{12}	tera-	T	Trillion	Billion	1 000 000 000 000
1000^3	10^9	giga-	G	Billion	Milliard (thousand million)	1 000 000 000
1000^2	10^6	mega-	M	Million		1 000 000
1000^1	10^3	kilo-	k	Thousand		1 000
$1000^{2/3}$	10^2	hecto-	h	Hundred		100
$1000^{1/3}$	10^1	deca-	da	Ten		10
1000^0	10^0	*(none)*	*(none)*	One		1
$1000^{-1/3}$	10^{-1}	deci-	d	Tenth		0.1
$1000^{-2/3}$	10^{-2}	centi-	c	Hundredth		0.01
1000^{-1}	10^{-3}	milli-	m	Thousandth		0.001
1000^{-2}	10^{-6}	micro-	μ	Millionth		0.000 001
1000^{-3}	10^{-9}	nano-	n	Billionth	Milliardth	0.000 000 001
1000^{-4}	10^{-12}	pico-	p	Trillionth	Billionth	0.000 000 000 001
1000^{-5}	10^{-15}	femto-	f	Quadrillionth	Billiardth	0.000 000 000 000 001
1000^{-6}	10^{-18}	atto-	a	Quintillionth	Trillionth	0.000 000 000 000 000 001
1000^{-7}	10^{-21}	zepto-	z	Sextillionth	Trilliardth	0.000 000 000 000 000 000 001
1000^{-8}	10^{-24}	yocto-	y	Septillionth	Quadrillionth	0.000 000 000 000 000 000 000 001

Binary prefix

- หน่วยที่ใช้ทางคอมพิวเตอร์
- K = Kilo กิโล = 2^{10} = 1 024
- M = Mega เมกกะ = 2^{20} = 1 048 576
- G = Giga กิกกะ = 2^{30} = 1 073 741 824
- T = Tera เทรา = 2^{40} = 1 099 511 627 776
- P = Peta พีตา = 2^{50} = 1 125 899 906 842 624

Legacy Units	
Unit	**Value**
KB	2^{10} Bytes = 1024 Bytes
MB	2^{20} Bytes = 1024 KB
GB	2^{30} Bytes = 1024 MB
TB	2^{40} Bytes = 1024 GB

=1024 x 1024 Bytes

=1024 x 1024 x 1024 Bytes

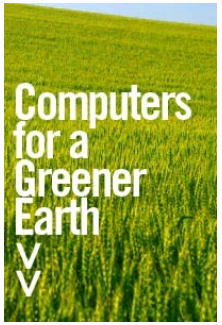
=1024 x 1024 x 1024 x 1024 Bytes

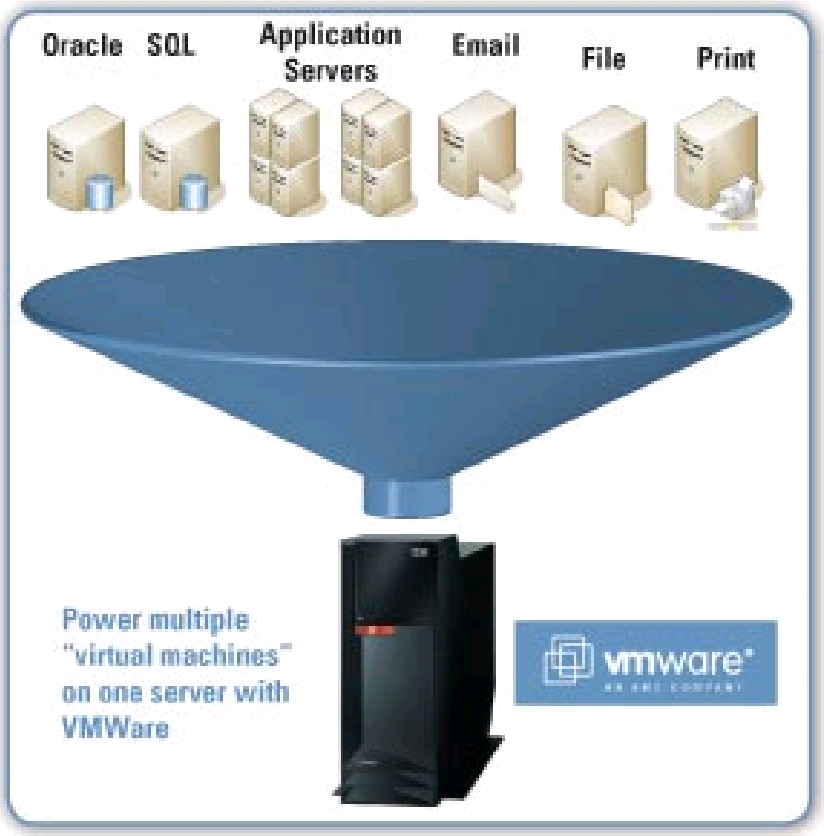
จำนวนบิตและค่าที่ได้

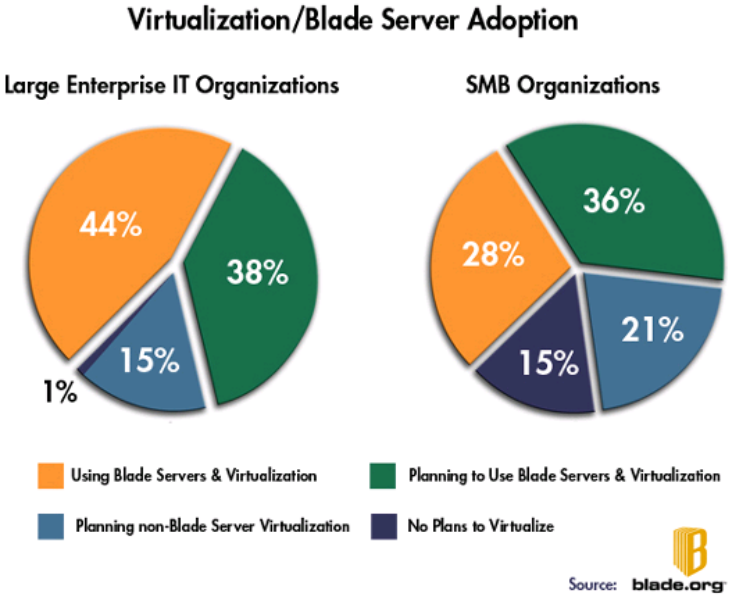
2^7	7 บิต	128
2^8	8 บิต	256
2^9	9 บิต	512
2^10	10 บิต	1024
2^11	11 บิต	2048
2^12	12 บิต	4096
2^13	13 บิต	8192
2^14	14 บิต	16384
2^15	15 บิต	32768
2^16	16 บิต	65536

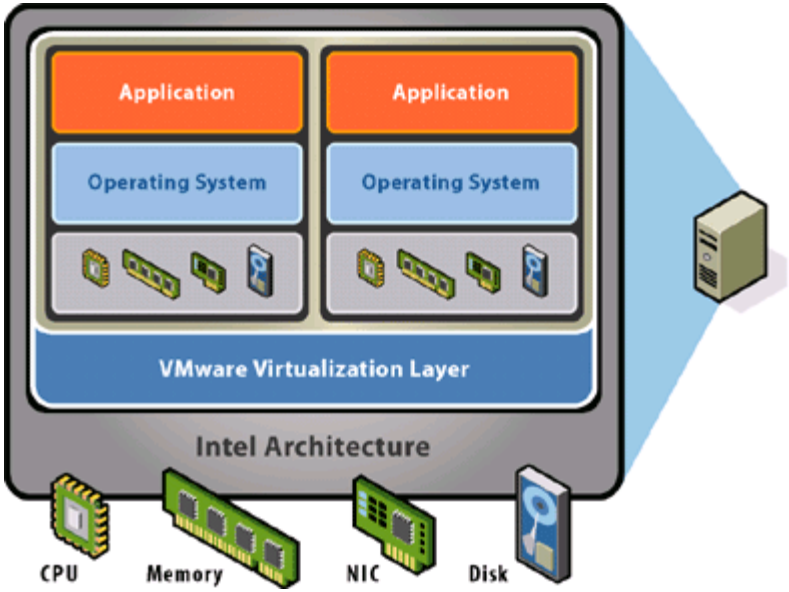
Virtualization

- ระบบจำลองเสมือนจริง หรือเวอร์ชวลไลเซชันเทคโนโลยี (Virtualization Technology: VT)
- ใช้งานทรัพยากรเครื่อง SERVER ที่มีอยู่ในองค์กรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อและดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์
- ทำให้ระบบปฏิบัติการหลายๆ ระบบทำงานได้พร้อมกันอยู่บนฮาร์ดแวร์ หรืออยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกันได้
- ประหยัดพลังงาน ลดโลกร้อน




Oracle
SQL
Application Servers
Email
File
Print
Power multiple "virtual machines" on one server with VMWare
vmware


Virtualization/Blade Server Adoption
Large Enterprise IT Organizations
SMB Organizations
44%
38%
15%
1%
36%
28%
21%
15%
Using Blade Servers & Virtualization
Planning to Use Blade Servers & Virtualization
Planning non-Blade Server Virtualization
No Plans to Virtualize
Source: blade.org


Application
Application
Operating System
Operating System
VMware Virtualization Layer
Intel Architecture
CPU
Memory
NIC
Disk

Cloud Computing

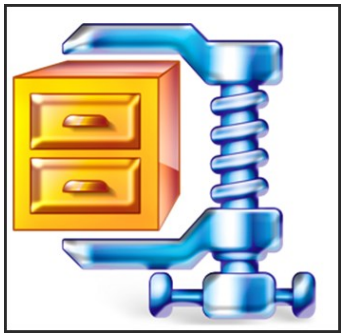
- Cloud computing เป็นเทรนด์ใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจ
- คอมพิวเตอร์ที่ทำงานร่วมกัน เชื่อมโยงและแบ่งกันประมวลผล
- คอมพิวเตอร์ที่ร่วมประมวลผลหลายๆ เครื่องไม่จำเป็นต้องตั้งอยู่บริเวณเดียวกัน แต่เชื่อมต่อกันผ่านระบบเครือข่าย
- คอมพิวเตอร์ที่ประมวลผลในกลุ่ม (Cloud) อาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้มีระบบปฏิบัติการและทรัพยากรเหมือนกัน
- ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ว่า เบื้องหลังนั้นระบบจะทำงานกันอย่างไร

http://www.ecommerce-magazine.com/

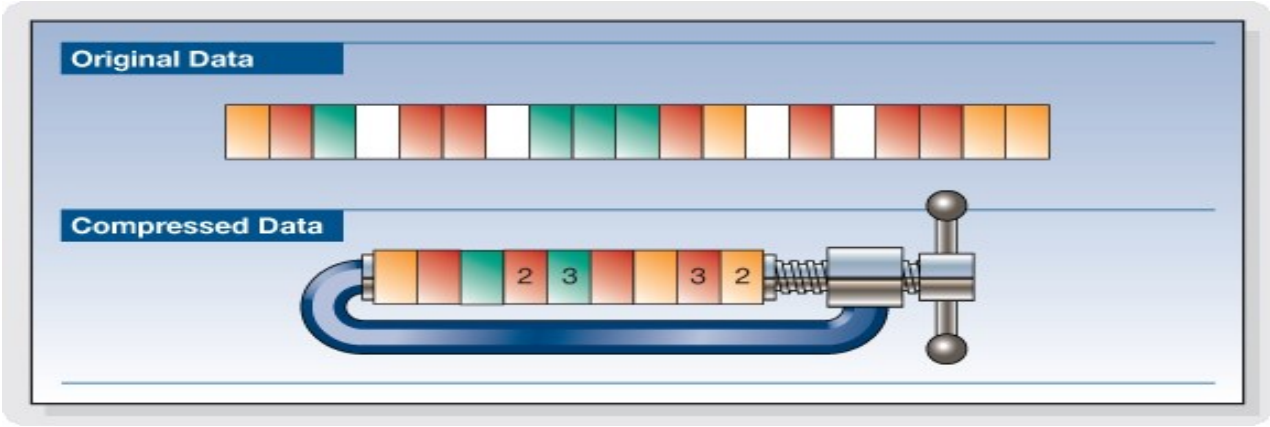
Data Compression Technology

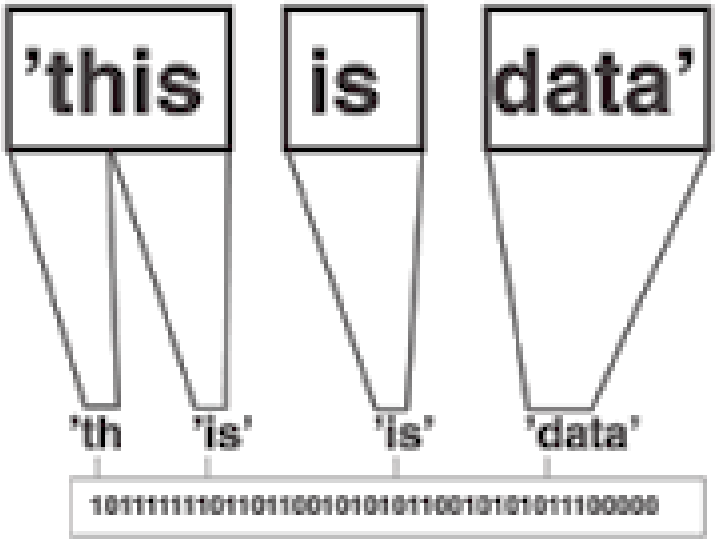
รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

Data Compression



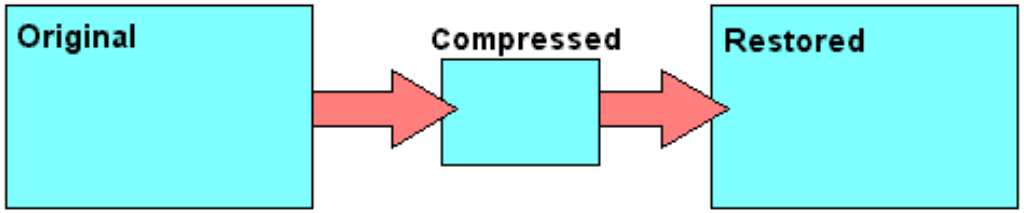
- ดาต้าคอมเพรสชั่น (Data Compression) เป็นการลดขนาดข้อมูลลงเพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล
- การบีบอัดภาพ (Image Compression) ส่วนของภาพที่เราไม่สามารถมองเห็นได้จะถูกกำจัดออกไปเพื่อให้ขนาดของไฟล์ภาพลดลง ในกรณี
- การบีบอัดเสียง (Voice Compression) ส่วนของเสียงที่เราไม่ได้ยินจะถูกกำจัดออกไปเพื่อให้ขนาดของไฟล์เสียงลดลง (Lossy)



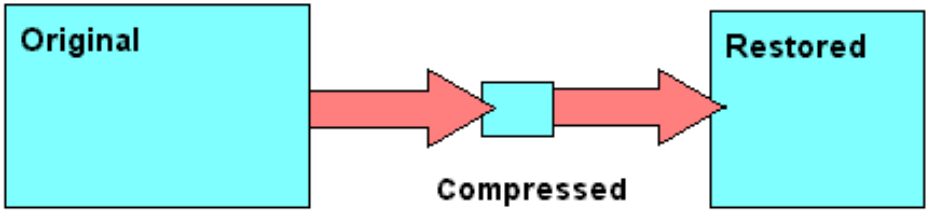


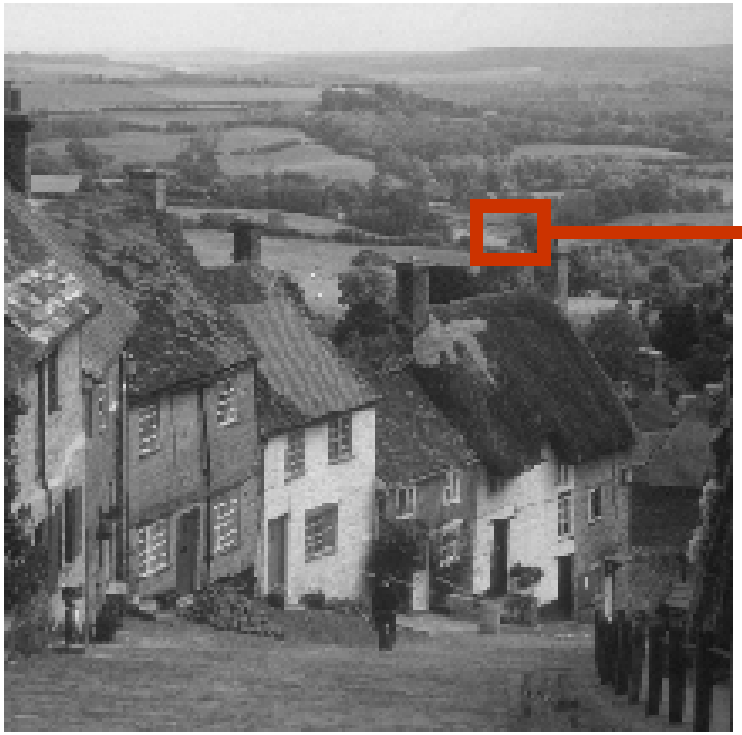
From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.

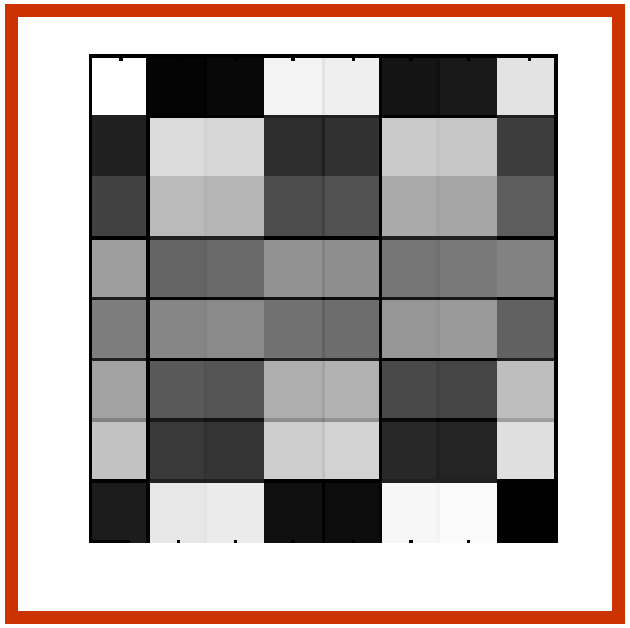
LOSSLESS



LOSSY







$$\begin{bmatrix} 64 & 2 & 3 & 61 & 60 & 6 & 7 & 57 \\ 9 & 55 & 54 & 12 & 13 & 51 & 50 & 16 \\ 17 & 47 & 46 & 20 & 21 & 43 & 42 & 24 \\ 40 & 26 & 27 & 37 & 36 & 30 & 31 & 33 \\ 32 & 34 & 35 & 29 & 28 & 38 & 39 & 25 \\ 41 & 23 & 22 & 44 & 45 & 19 & 18 & 48 \\ 49 & 15 & 14 & 52 & 53 & 11 & 10 & 56 \\ 8 & 58 & 59 & 5 & 4 & 62 & 63 & 1 \end{bmatrix}$$

Images are comprised of pixels represented by numbers

มาตรฐานการบีบอัดข้อมูล Lossy or Lossless?

- Lossy: เป็นการบีบอัดข้อมูล (โดยใช้กรรมวิธีทางคณิตศาสตร์)ที่ทำให้ข้อมูลที่ได้มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับต้นฉบับ (200:1) (คุณภาพของข้อมูลลดลง)
- JPEG- High/Low
- JPEG2000
  - บีบอัดดีกว่า JPG
  - เลือกค่าได้ ว่าจะบีบอีดเท่าไร
  - เป็นทั้ง Lossy/Lossless
- MPEG (MP3 เสียง, MP4 วิดีโอ)

Low Compression (84% less information than PNG, 9.37 KiB)

High Compression (98% less information than PNG, 1.14 KiB)

การบีบอัดข้อมูล Data Compression

- Lossless: เป็นการบีบอัดข้อมูล(โดยใช้กรรมวิธีทางคณิตศาสตร์) ที่ทำให้ข้อมูลที่ได้มีคุณภาพ*เทียบเคียง* กับข้อมูลต้นฉบับ (5:1)
- นิยมใช้กับข้อมูลที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำ เช่นทางการแพทย์

วิธีการที่ใช้

- Run-length encoding - ใช้ใน PCX คล้ายกับ BMP, TGA, TIFF
- WWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWBBBWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWW
- แทนด้วย 12WB12W3B24WB14W
- Entropy coding: แทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ใหม่ ข้อมูลชุดไหนใช้มาก แทนด้วยสัญลักษณ์ที่ขนาดเล็กที่สุด ใช้การสร้างตารางเปรียบเทียบข้อมูลโดยใช้ชุดข้อมูลเดิมมากำหนดค่าใหม่ให้สั้นลง
  - Adaptive dictionary algorithms such as LZW - used in GIF and TIFF
  - Deflation - ใช้ใน PNG, MNG and TIFF

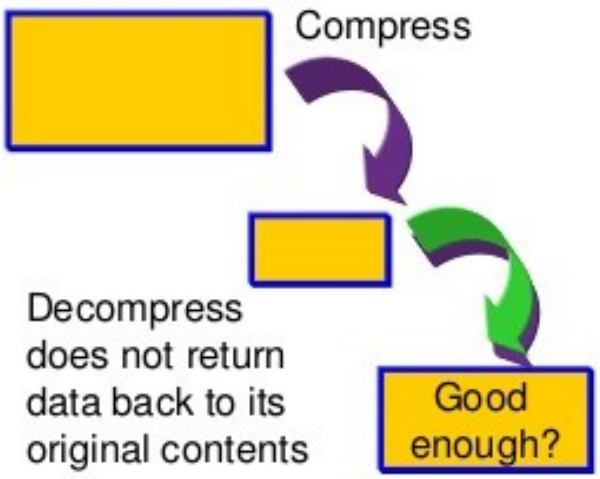
Char	Freq	Code
space	7	111
a	4	010
e	4	000
f	3	1101
h	2	1010
i	2	1000
m	2	0111
n	2	0010
s	2	1011
t	2	0110
l	1	11001
o	1	00110
p	1	10011
r	1	11000
u	1	00111
x	1	10010

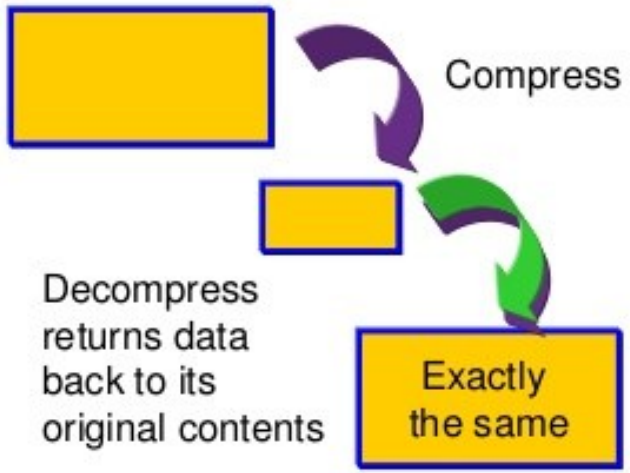
Huffman coding

- Huffman coding is an encoding algorithm used for lossless data compression.
- The term refers to the use of a variable-length code table for encoding a source symbol.
- Create a table for encoding.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding

Char	Freq	Code
space	7	111
a	4	010
e	4	000
f	3	1101
h	2	1010
i	2	1000
m	2	0111
n	2	0010
s	2	1011
t	2	0110
l	1	11001
o	1	00110
p	1	10011
r	1	11000
u	1	00111
x	1	10010

Lossy vs. Lossless Methods





- **Lossy**
  - Used with music, photos, video, medical images, scanned documents, fax machines
- **Lossless**
  - Used with databases, emails, spreadsheets, office documents, source code

#IBMEDGE © 2012 IBM Corporation

Edge2012

JPEG

- The name "JPEG" stands for
- Joint Photographic Experts Group, the name of the committee that created the standard.
- Best on photographs and paintings of realistic scenes with smooth variations of tone and color.
- The compression method is usually lossy, but JPEG lossless is also available (not widely support)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Lossless_JPEG

JPEG 2000

- JPEG 2000 includes a lossless mode based on a special integer wavelet filter.
- JPEG 2000 is a wavelet-based image compression standard.
- It was created by the Joint Photographic Experts Group committee in the year 2000.
- The standardized filename extension is .jp2

Introduction to Data Communication

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

การสื่อสารคืออะไร

- การสนทนาพูดคุยเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์
- มักประกอบด้วยคู่สนทนาตั้งแต่สองคนขึ้นไป
- ตัวกลางนำเสียง?
- สิ่งรบกวนตามธรรมชาติ?

การสื่อสารคืออะไร

- การสื่อสารในระบบอิเล็คทรอนิกส์จะเป็นกระบวนการถ่ายโอนข้อมูลหรือสารสนเทศจากต้นทาง (Source) ไปยังปลายทาง (Destination)
- การสื่อสารส่วนใหญ่จะคำนึงถึงระยะทาง (Distance) ด้วย
- ระหว่างต้นทางและปลายทางเช่นใน ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโทรศัพท์ คลื่นวิทยุ วิทยุโทรทัศน์
- แนวโน้มเทคโนโลยีการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นไม่หยุดยั้งทำให้ลดข้อจำกัดด้านระยะทาง (Geographic locations)

การสื่อสารคืออะไร

- ความหมายของการสื่อสารข้อมูล Data Communication คือ:
  - “การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองอุปกรณ์ขึ้นไป (Source & Destination) ผ่านตัวกลางในการสื่อสาร (Transmission Media)”
  - การสื่อสารระยะใกล้เป็นการสื่อสารแบบโลคอล (Local) อาจเป็นการสื่อสารแบบ Face-to-Face
  - การสื่อสารระยะไกลเป็นการสื่อสารแบบรีโมต (Remote) ที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีโทรคมนาคม (Telecommunication) เข้ามาช่วย

Typical Communication Method

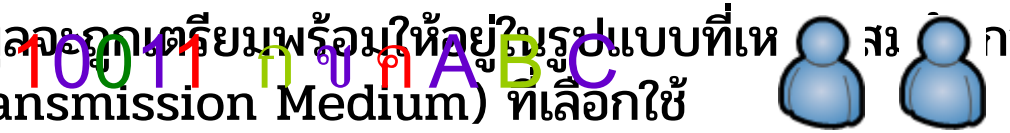
- โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งการสื่อสารได้เป็น 2 วิธีคือ
  - การสื่อสารในระยะใกล้ (Local)
    - อดีต: การพูด แสดงท่าทาง การส่งเอกสาร
    - ปัจจุบัน: สิ่งพิมพ์อิเล็คทรอนิกส์ USB drive, CD-ROM
  - การสื่อสารระยะไกล (Remote)
    - อดีต: จดหมายไปรษณีย์ โทรศัพท์ โทรทัศน์
    - ปัจจุบัน: e-mail, SMS, VDO conference, IM (Internet Messaging)

Data Communication Component

- ข้อมูล (Message)
- ผู้ส่ง (Sender/Source)
- ผู้รับ (Receiver/Destination)
- ตัวกลาง (Transmission Medium)
- กระบวนการส่ง (Protocol)

ข้อมูล (Message)

- ข้อมูลที่อาจประกอบด้วยข้อความ ตัวเลข ภาพ เสียง หรือเป็นสื่อประสม (Multimedia)
- ข้อมูลจะถูกเตรียมพร้อมให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการส่งไปยังตัวกลางนำส่ง (Transmission Medium) ที่เลือกใช้



  - สัญญาณไฟฟ้า
  - แสง

ผู้ส่ง/ผู้รับ

- ผู้ส่ง (Sender/Source)

  - เป็นต้นทางที่จะทำการส่งข้อมูล ข่าวสาร
  - เช่นอาจเป็น PC Computer เครื่องโทรศัพท์ กล้องวิดีโอ

- ผู้รับ (Receiver/Destination)
  - เป็นปลายทางที่จะทำการรับข้อมูล ข่าวสาร

ตัวกลาง (Transmission Medium)

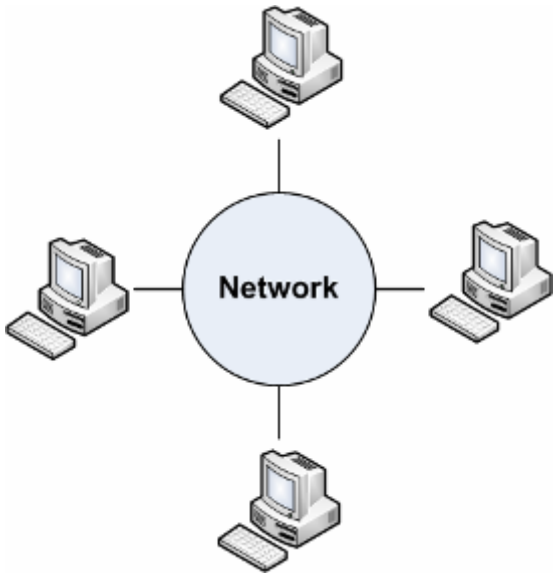
- ตัวกลางในการส่งในที่นี้หมายถึง เส้นทางที่สามารถนำข้อมูลที่ต้องการรับหรือส่งไปยังจุดหมายปลายทางได้
- ตัวกลางมีทั้งแบบ
  - ใช้สายสัญญาณคือ สายเคเบิล สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair) สาย Fiber Optics เป็นต้น
  - ไร้สายเช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ ระบบดาวเทียมเป็นต้น

กระบวนการส่ง (โปรโตคอล Protocol)

- เป็นกฎเกณฑ์ ระเบียบ หรือข้อปฏิบัติต่างๆ ที่กำหนดขึ้นมาเป็นข้อตกลงที่ใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดบทบาท หน้าที่ ในการสื่อสารข้อมูลให้ถูกต้องตรงกัน
- บทบาทสำคัญก็เพื่อให้ทั้งผู้รับและผู้ส่งสามารถได้ข้อมูลครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ในการสื่อสารข้อมูล
  - ตัวอย่างเช่น การพูดโทรศัพท์ ส่ง email

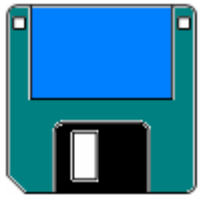
Computer Network

- เป็นการนำกลุ่มของคอมพิวเตอร์ (2 ขึ้นไป) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มาเชื่อมต่อกัน เป็นเครือข่าย โดยมีตัวกลาง (wire/wireless) เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกัน
- ใช้ทรัพยากรร่วมกัน

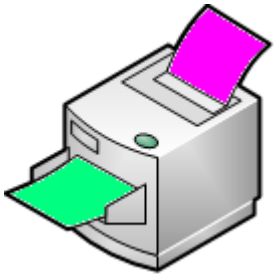


ประโยชน์ของระบบเครือข่าย

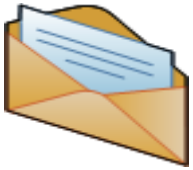
- การใช้ทรัพยากรร่วมกัน
  - เช่นโปรแกรม ข้อมูล



- ช่วยลดต้นทุน
  - ใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงร่วมกัน
  - เช่น Color Laser Printer



- ความสะดวกในการสื่อสาร
  - ความสะดวกในการแจกจ่ายข้อมูล ส่งข้อความ e-mail
  - สามารถรวมข้อมูลไว้ส่วนกลาง สะดวกในการจัดการบริหาร



Network Performance

- Performance Criteria
  - สมถรรนะ (Performance)
  - ความน่าเชื่อถือ (Reliability)
  - ความปลอดภัย (Security)

Performance Criteria

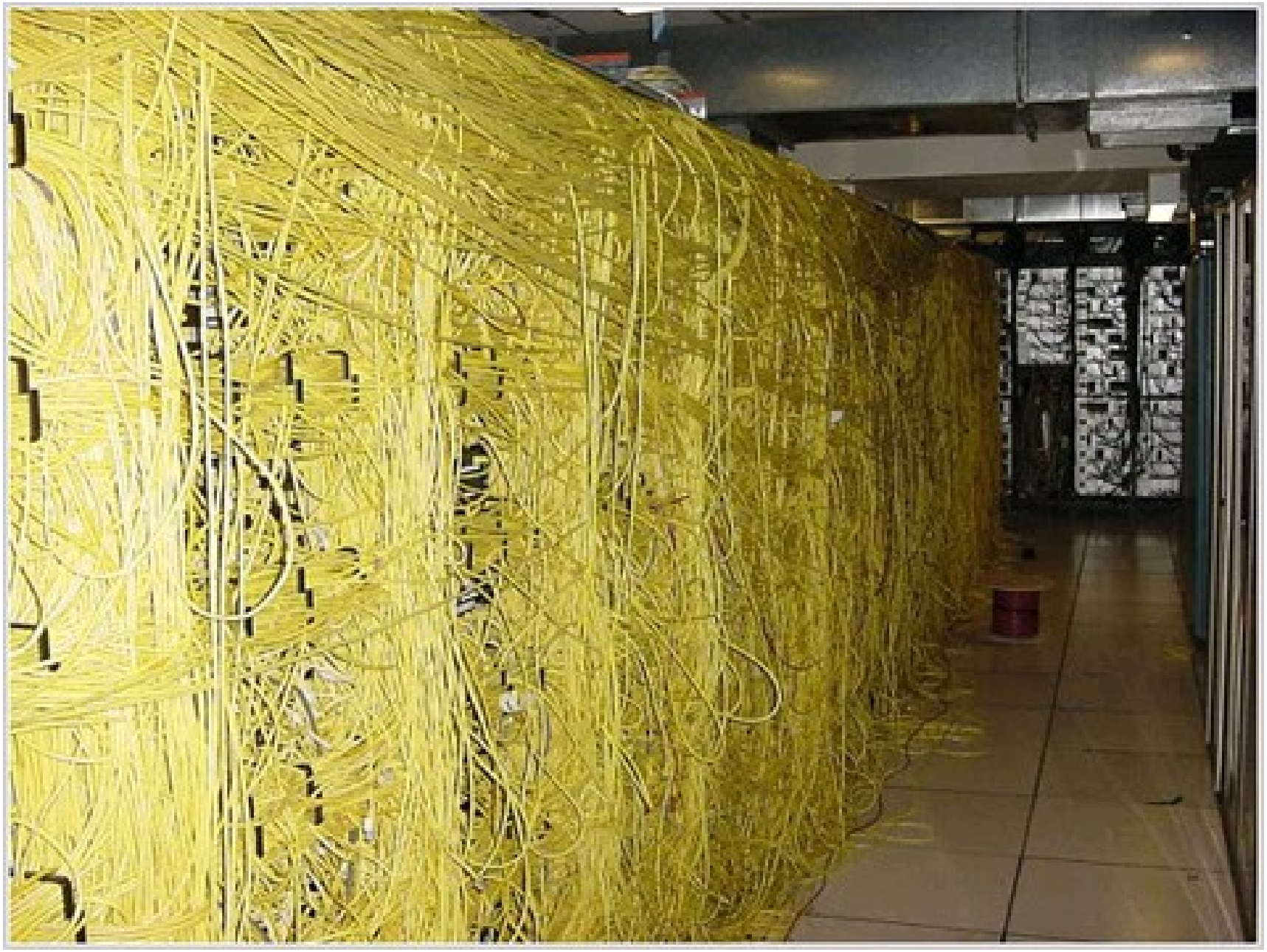
- สมรรถนะ (Performance)
  - สามารถประเมินได้หลายทาง ส่วนใหญ่จะใช้เวลาที่ใช้ส่งข้อมูล (Transit Time) และเวลาที่ใช้ในการร้องขอจนกระทั่งมีการตอบรับ (Response Time)
  - ปัจจัยที่สำคัญ
    - จำนวนผู้ใช้งาน ส่งผลต่อความหนาแน่นของการจราจรในระบบ
    - ชนิดของตัวกลาง Transmission Speed ไม่เท่ากัน
      - Twisted Pair: 10-100 **Mbps**, recently 1Gbps
      - Fiber optics: up to 4Gbps
    - ระบบ Hardware
    - ระบบ Software

Performance Criteria

- ความน่าเชื่อถือ (Reliability)
  - มักจะประเมินจากความถี่ของความล้มเหลวในการรับส่งข้อมูล
    - ความถี่ของความล้มเหลว
    - ระยะเวลาในการกู้คืนในกรณีระบบล้มเหลว: ระบบสำรองข้อ
    - ความคงทนต่อความล้มเหลว: ควรมีระบบป้องกันภัยเช่น ระ ดับเพลิงแบบแก๊สเฉื่อย

Performance Criteria

- ความปลอดภัย (Security)
  - มักจะประเมินจากการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลและการป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์
    - การป้องกันการเข้าถึงข้อมูล:
      - การป้องกันทางด้านกายภาพเช่นระบบล็อคห้องหรือเครื่อง
      - การป้องกันด้วย Policy เช่นการตั้ง Password, user right authenticat
    - การป้องกันไวรัสคอมพิวเตอร์
      - Virus computer, Malware
      - ใช้ Virus Scanner Software, Malware Protection
      - เช่น AVG Free Virus Scanner, Free Spybot S&D

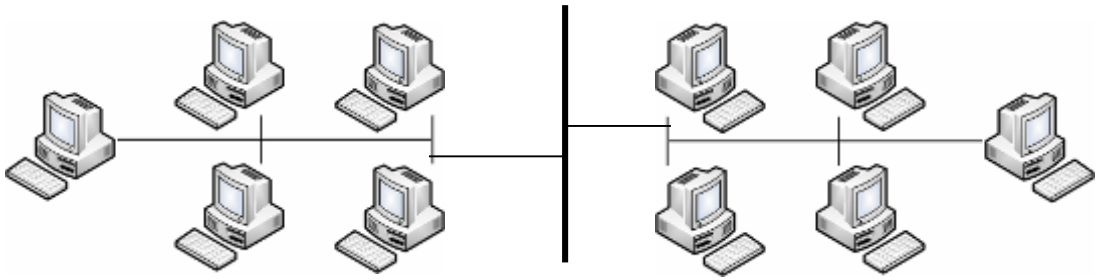


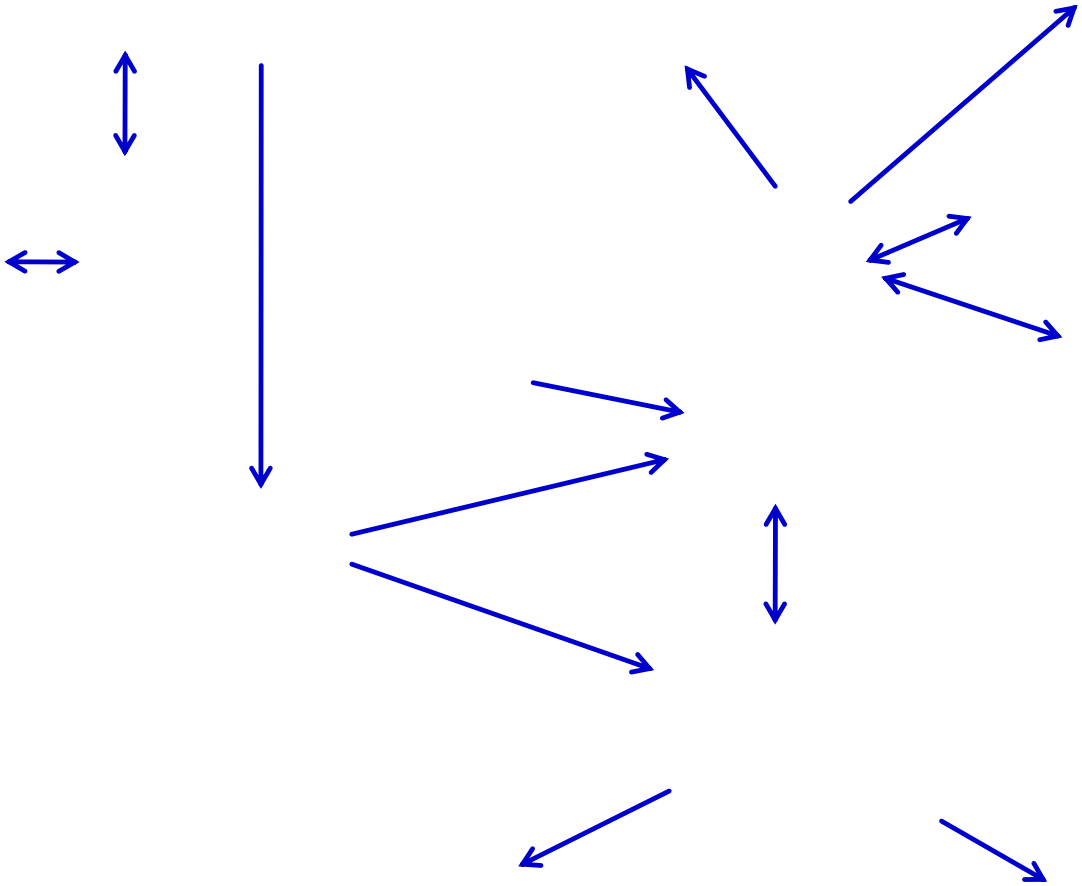
Network Categories

- ปัจจุบันระบบเครือข่ายมักมีการแบ่งตามขนาดภูมิศาสตร์ (Geographic Area)
- เครือข่ายระดับท้องถิ่น (LAN)
- เครือข่ายระดับเมือง (MAN)
- เครือข่ายระดับจังหวัดหรือประเทศ (WAN)
- แตกต่างกันตามวัฤประสงค์

LAN

- Local Area Network
- ครอบคลุมภายใต้พื้นที่และระยะทางที่จำกัด
  - ภายในสำนักงาน
  - บ้าน
- เพื่อแบ่งการใช้งานทรัพยากรร่วมกัน เช่น เครื่องพิมพ์





Network Interface Card

- เป็นการ์ดสำหรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถติดต่อกับระบบเครือข่ายได้
- มีเลขที่อยู่ที่แน่นอน (Physical MAC address) ซึ่งระบุมาจากโรงงาน ใช้ในการอ้างอิง
- ตัวเลขแมคแอดเดรส มีขนาด 2^{48}
- อ้างอิงได้ 281,474,976,710,656 ค่าที่ไม่ซ้ำกัน
- IEEE ได้มีข้อกำหนดให้ MAC address ไม่ซ้ำกัน โดยผู้ผลิตต้องตรวจสอบกับ IEEE ก่อน

USB 3.0 3-Port Hub With
Gigabit Ethernet Adapter

AX201NGW M.2:CNVIo2
Intel Model: AX201NGW
Made in China
Wi-Fi 6
AX
802.11
BT5.0
2.4GHz
574M
5GHz
2400M

2.4G 5.0G
NO CD Needed

Best M.2 WiFi Card

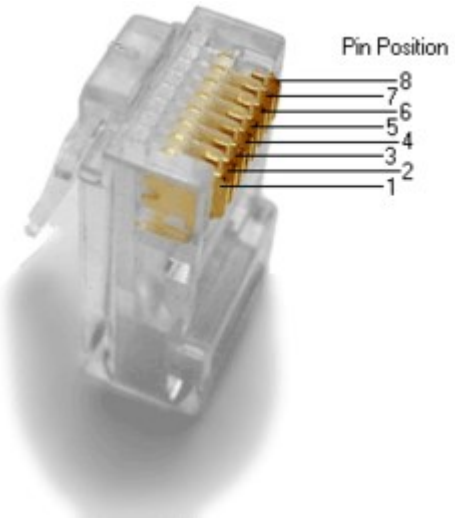
Wire Category

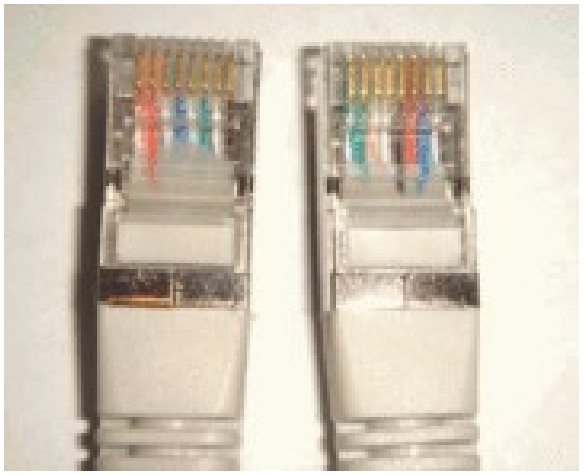
Category	Maximum Speed	Max. Length	Frequency	SHIELDING	Application
CAT 1	Up to 1Mbps(Carry only Voice)	--	1MHz	Unshielded	Old telephone cabling
CAT 2	Up to 4Mbps	--	4MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 3	Up to 10Mbps	100m	16MHz	Unshielded	Token Ring & 10BASE-T Network
CAT 4	Up to 16Mbps	100m	20MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 5	Up to 100Mbps	100m	100MHz	Unshielded	Ethernet, Fast ethernet and Token Ring
CAT 5e	Up to 1Gbps	100m	100MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet & Gigabit ethernet
CAT 6	Up to 10Gbps	100m	250MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 6a	Up to 10Gbps	100m	500MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 7	Up to 10Gbps	100m	600MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(100 meter)
CAT 8	Up to 40Gbps	100m	2000MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 25G-40G Ethernet(30 meter)

https://forum.huawei.com/enterprise/en/utp-cables-1-basic-information/thread/779689-100181?page=2

Transmission Media

- Cable: Category 6 (CAT6)
- ใช้ใน Ethernet LAN (หัวต่อแบบ RJ-45)

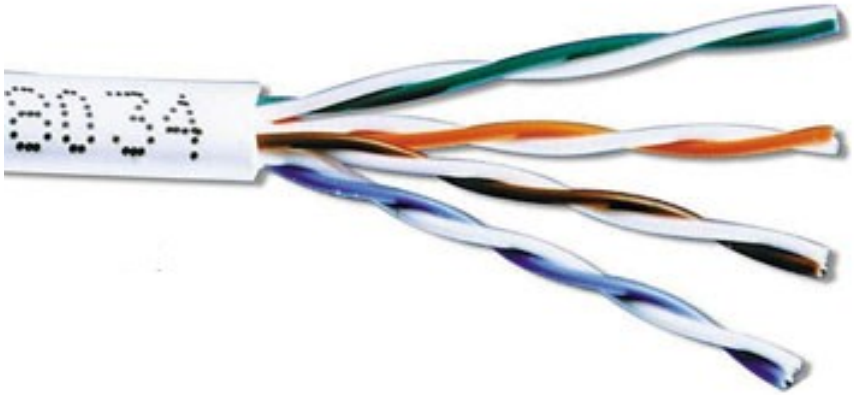




UTP/STP

Shielded twisted pair (STP)

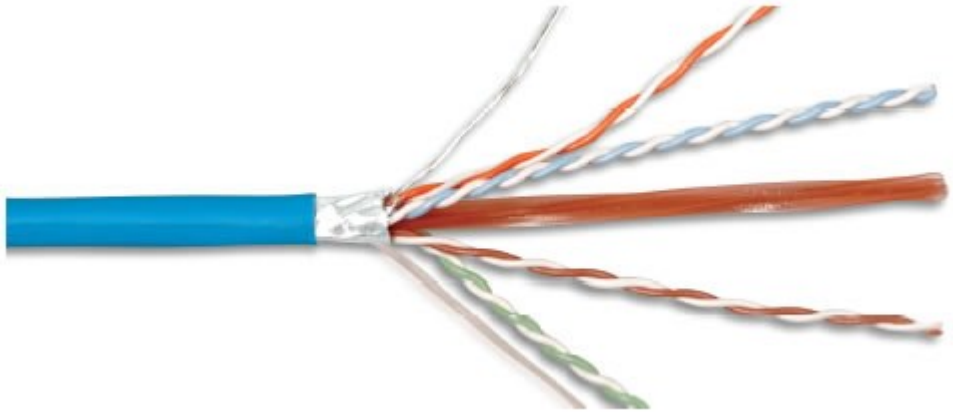
Unshielded twisted pair (UTP)



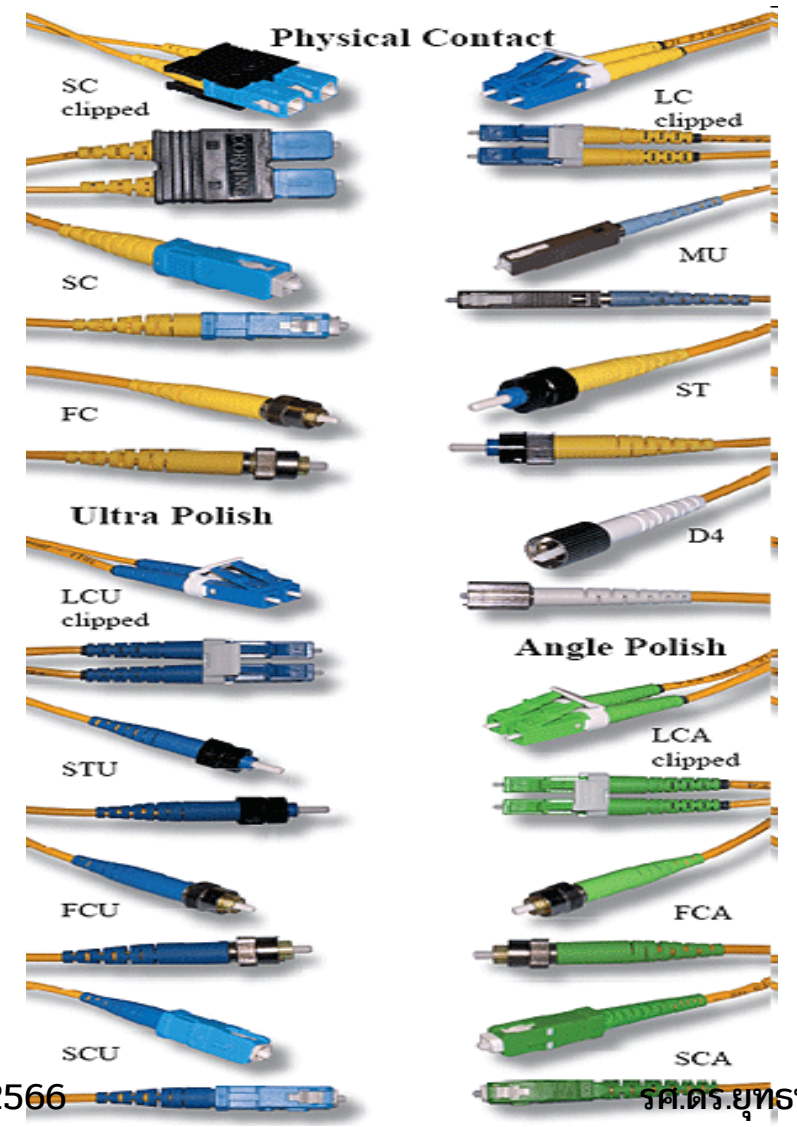
Source: http://networking.jobstown.net/images/utp%20and%20stp.jpg

Transmission Media

- 4 สายตีเกลียวหุ้มเป็นเส้นเดียวกัน
- Shield-Twisted Pairs แบบมีฉนวนกั้น
- Unshield-Twisted Pairs แบบไม่มีฉนวนกั้น

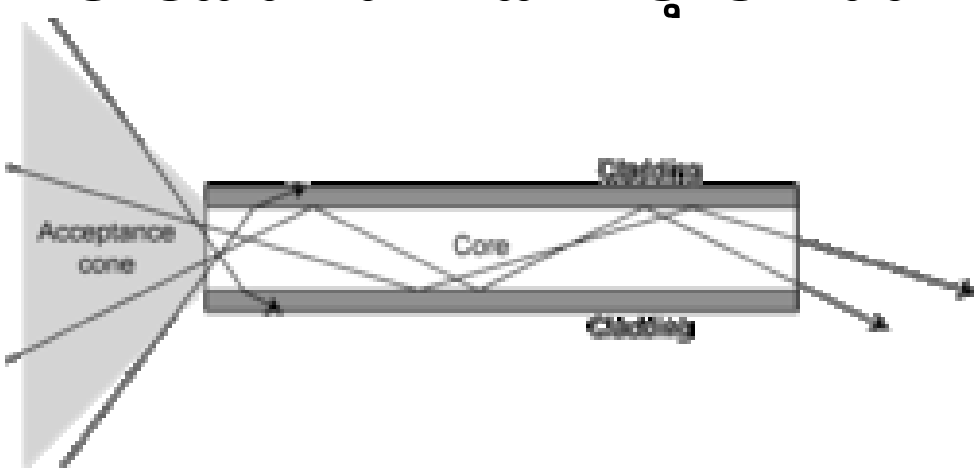


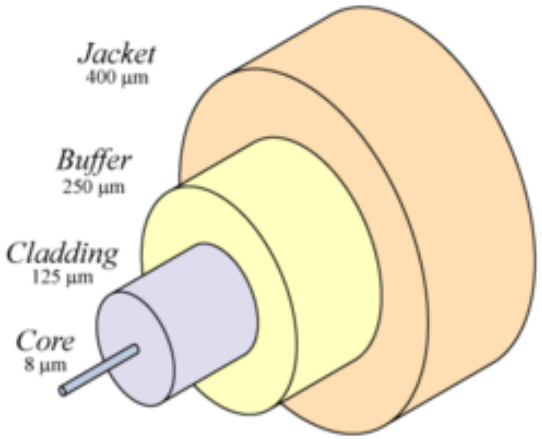
Fiber Optic Cable



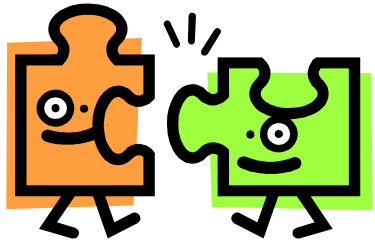
Transmission Media

- Fiber Optic ใช้หลักการสะท้อนของแสงภายในเส้นใยแสง
- แสงมีความเร็วสูงมาก สามารถถ่ายโอนข้อมูลรวดเร็ว
- ส่วนใหญ่ใช้เชื่อมระหว่าง HUB/HUB, Switch/Switch หรือเดินสายระหว่างตึก
- พับงอไม่ได้ ราคาแพง ยุ่งยากในการต่อเชื่อมสาย





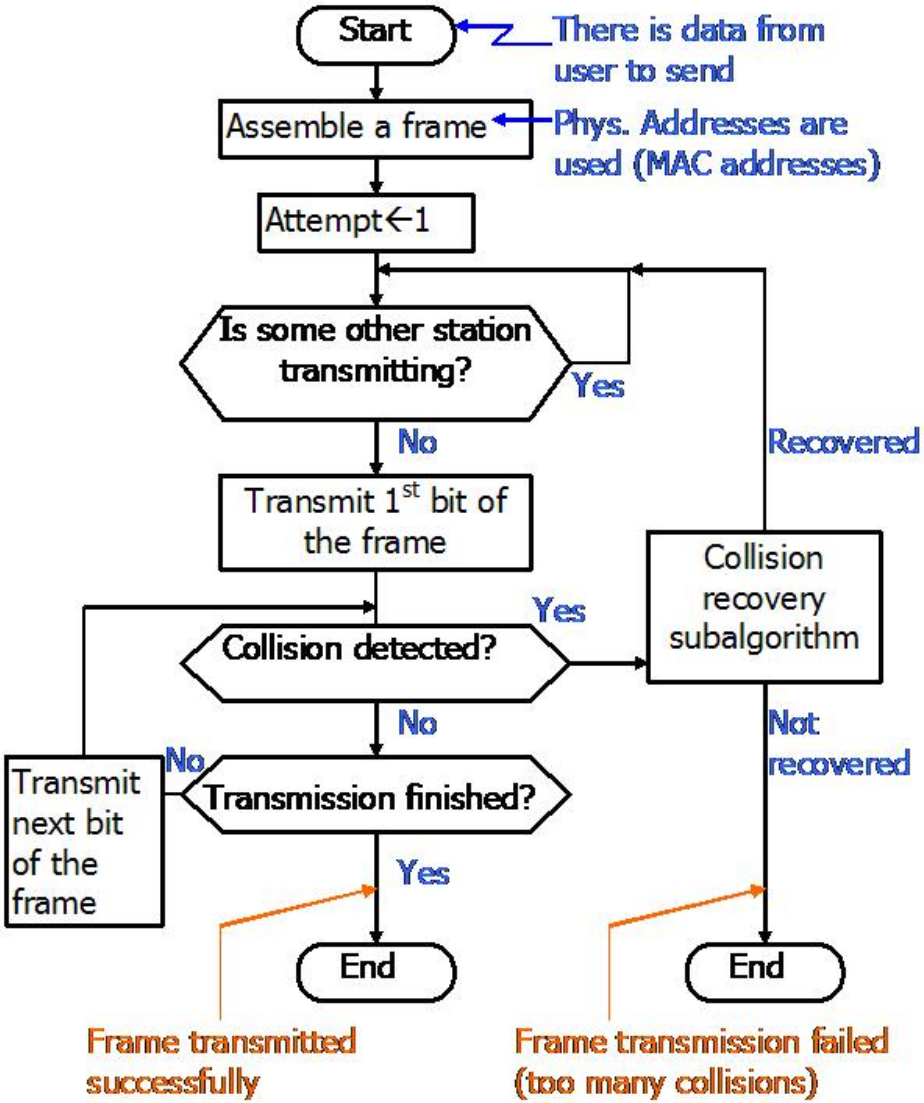
Ethernet LAN

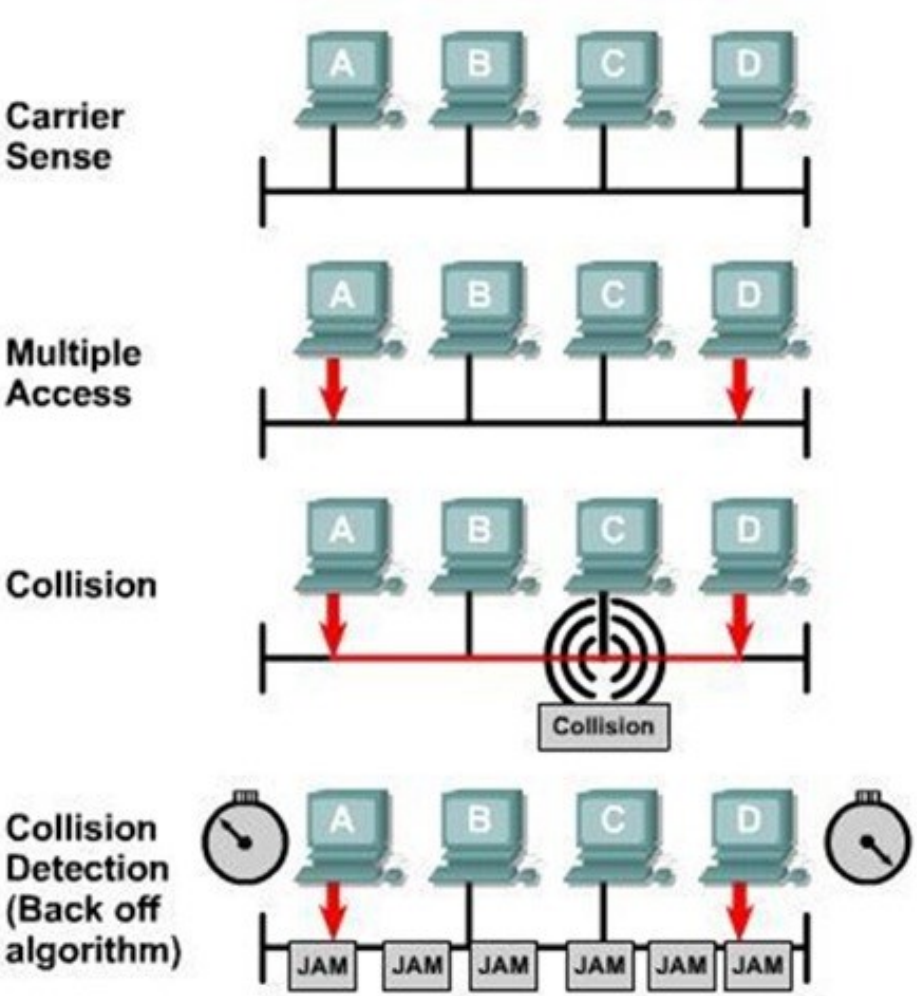


- รับส่งข้อมูลโดยใช้เฟรม (Frame Based)
- ทำการกระจายข้อมูลไปยังทุกๆ เครื่องที่ต่ออยู่ (Broadcasting)
- คล้ายกับสถานีวิทยุ โทรทัศน์
- ปัญหาคือ ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในเครือข่าย ทำการส่งข้อมูล พร้อมกัน จะทำอย่างไร...

Ethernet LAN

- ทำอย่างไรเมื่อมีการใช้หลายๆ เครื่องพร้อมกัน??
- ใช้เทคนิค Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD)
  - Carrier Sense = ตรวจสอบตัวนำพาสัญญาณ
  - Multiple Access = การเข้าถึงพร้อมกันหลาย เครื่อง
  - Collision Detection = ตรวจจับการชนกัน

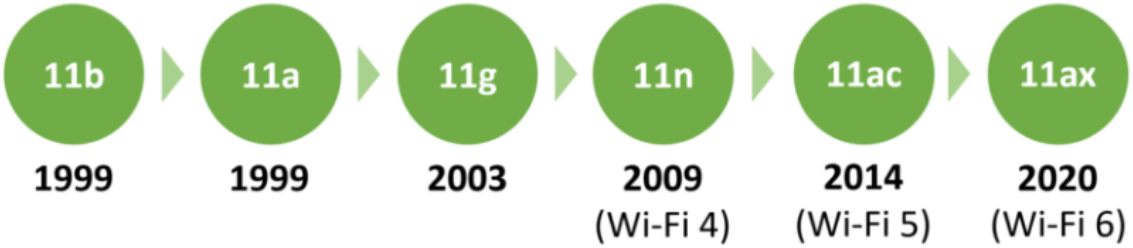

Start
There is data from user to send
Assemble a frame
Phys. Addresses are used (MAC addresses)
Attempt←1
Is some other station transmitting?
Yes
No
Recovered
Transmit 1st bit of the frame
Collision recovery subalgorithm
Yes
Collision detected?
No
Not recovered
No
Transmit next bit of the frame
Transmission finished?
Yes
End
End
Frame transmitted successfully
Frame transmission failed (too many collisions)


Carrier Sense
Multiple Access
Collision
Collision
Collision Detection (Back off algorithm)
A
B
C
D
JAM
JAM
JAM
JAM
JAM
JAM

Gigabit Ethernet

- ปรับปรุงมาจาก Fast Ethernet
- ใช้สาย Fiber Optic เป็นหลัก
- ความเร็วอยู่ระหว่าง 1Gbps – 10Gbps
- ออกแบบมาเพื่อรองรับเครือข่ายแบบ
  - LAN
  - WAN
  - MAN

Wireless Category



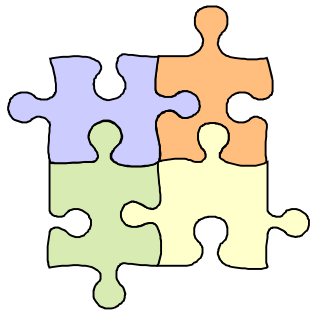
STANDARD		DATE	FREQUENCY (GHZ)	MAXIMUM DATA RATE
WiFi 1	802.11b	1999	2.4	11 Mbps
WiFi 2	802.11a	1999	5.0	54 Mbps
WiFi 3	802.11g	2003	2.4	54 Mbps
WiFi 4	802.11n	2009	2.4 / 5.0	600 Mbps
WiFi 5	802.11ac (Wave 1) 802.11ac (Wave 2)	2013 2015	5.0 5.0	1.73 Gbps 3.46 Gbps
WiFi 6	802.11ax	2020	2.4 / 5.0/ 6.0	9.60 Gbps

https://www.juve-patent.com/sponsored/wi-fi-6-key-innovations-and-their-contributors-part-1/

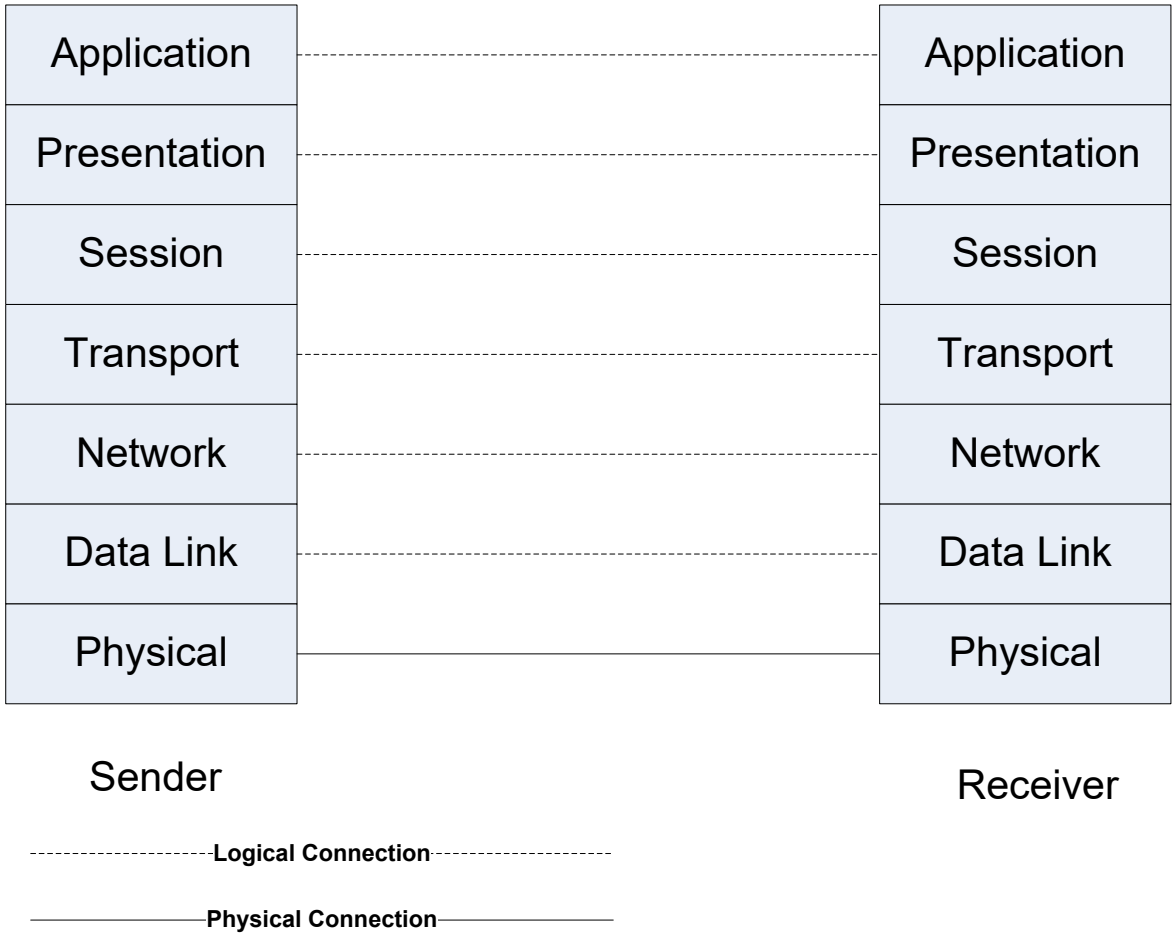
OSI Model

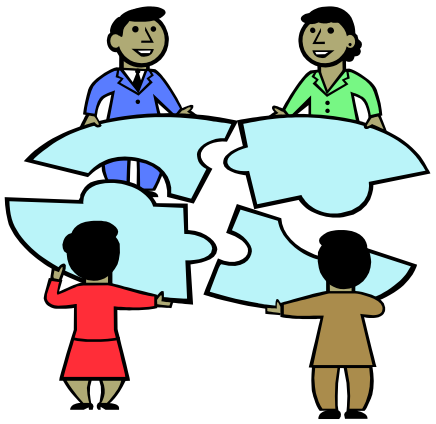
- Open System Interconnection: เป็นระบบเปิด สามารถให้ระบบที่แตกต่างกันสื่อสารกันได้
- มี 7 ชั้น (7 Layers) แยกย่อยตามระดับการใช้งาน

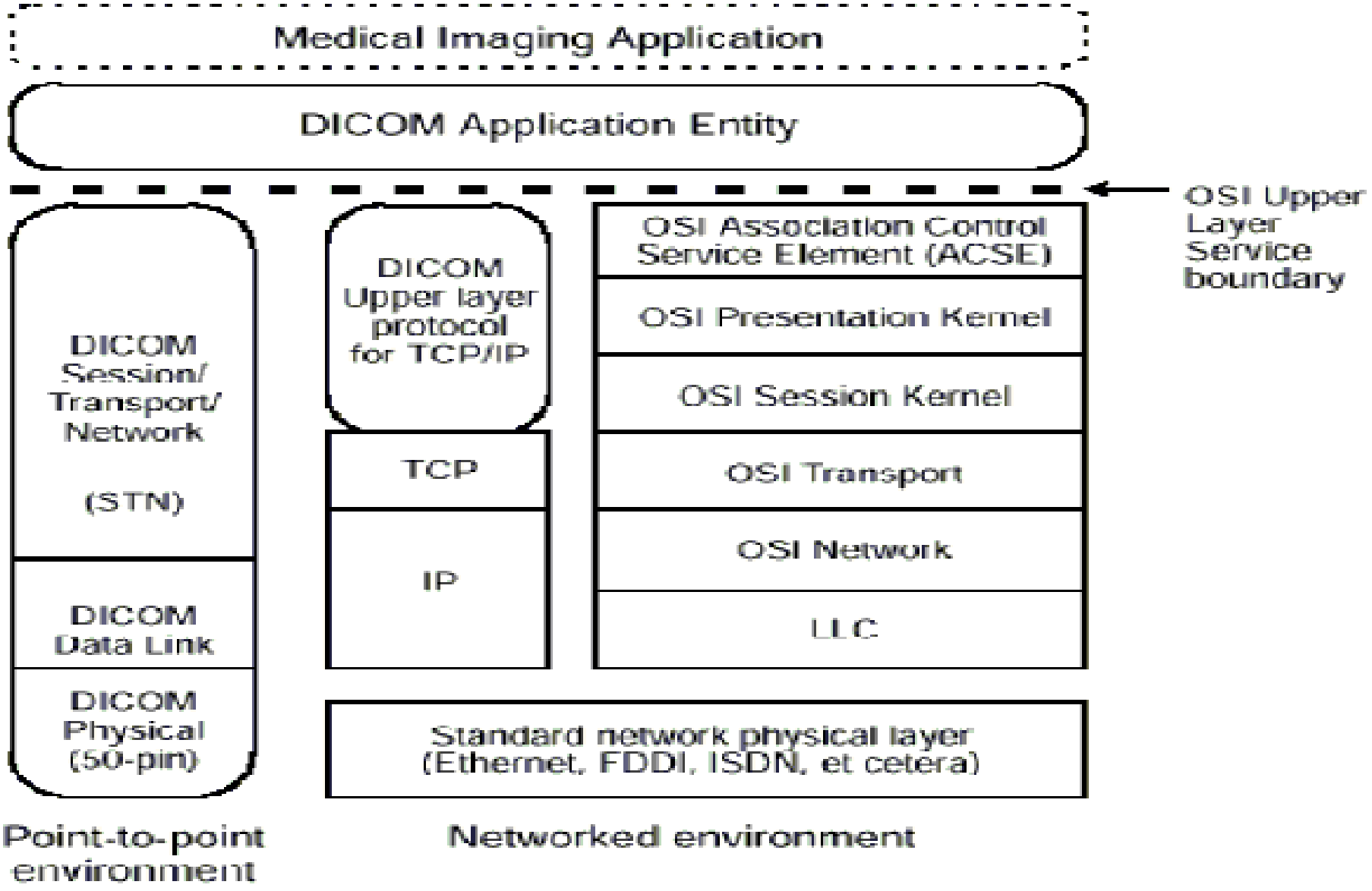
7. Application Layer (DICOM)
6. Presentation Layer (DICOM)
5. Session Layer (DICOM)
4. Transport Layer (TCP)
3. Network Layer (IP)
2. Data Link Layer (Network Access)
1. Physical Layer (Network Access)

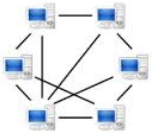


OSI Model


Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical
Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical
Sender
Receiver
Logical Connection
Physical Connection



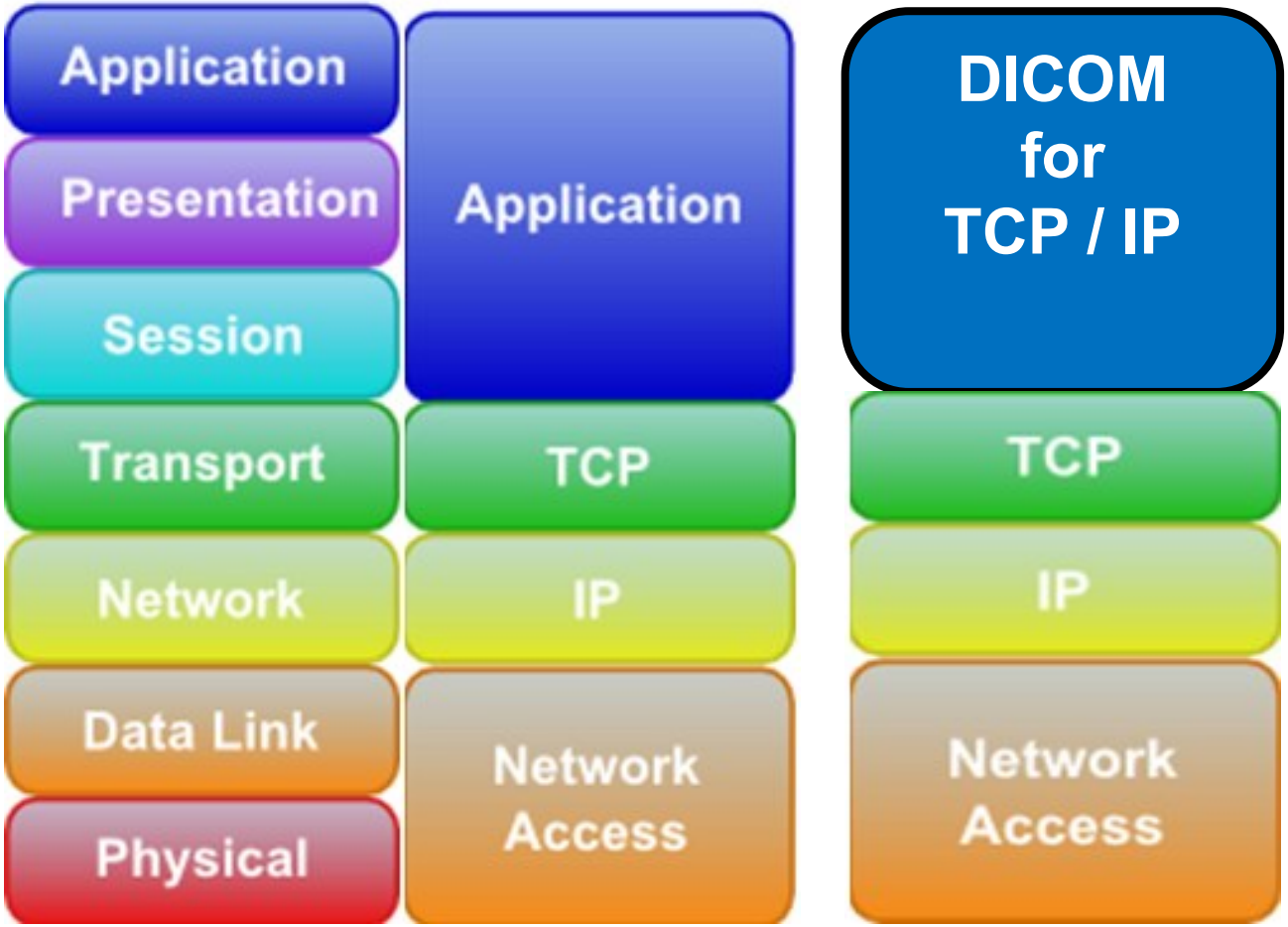

Medical Imaging Application
DICOM Application Entity
OSI Upper Layer Service boundary
DICOM Sessinn/ Transport/ Network (STN)
DICOM Data Link
DICOM Physical (50-pin)
DICOM Upper layer protocol for TCP/IP
TCP
IP
OSI Association Control Service Element (ACSE)
OSI Presentation Kernel
OSI Session Kernel
OSI Transport
OSI Network
LLC
Standard network physical layer (Ethernet, FDDI, ISDN, et cetera)
Point-to-point environment
Networked environment



Medical Software

OSI TCP/IP

DICOM AE Title



DICOM

P2P

Data link
Cable
(50 pins)

TCP/IP Data Encapsulation

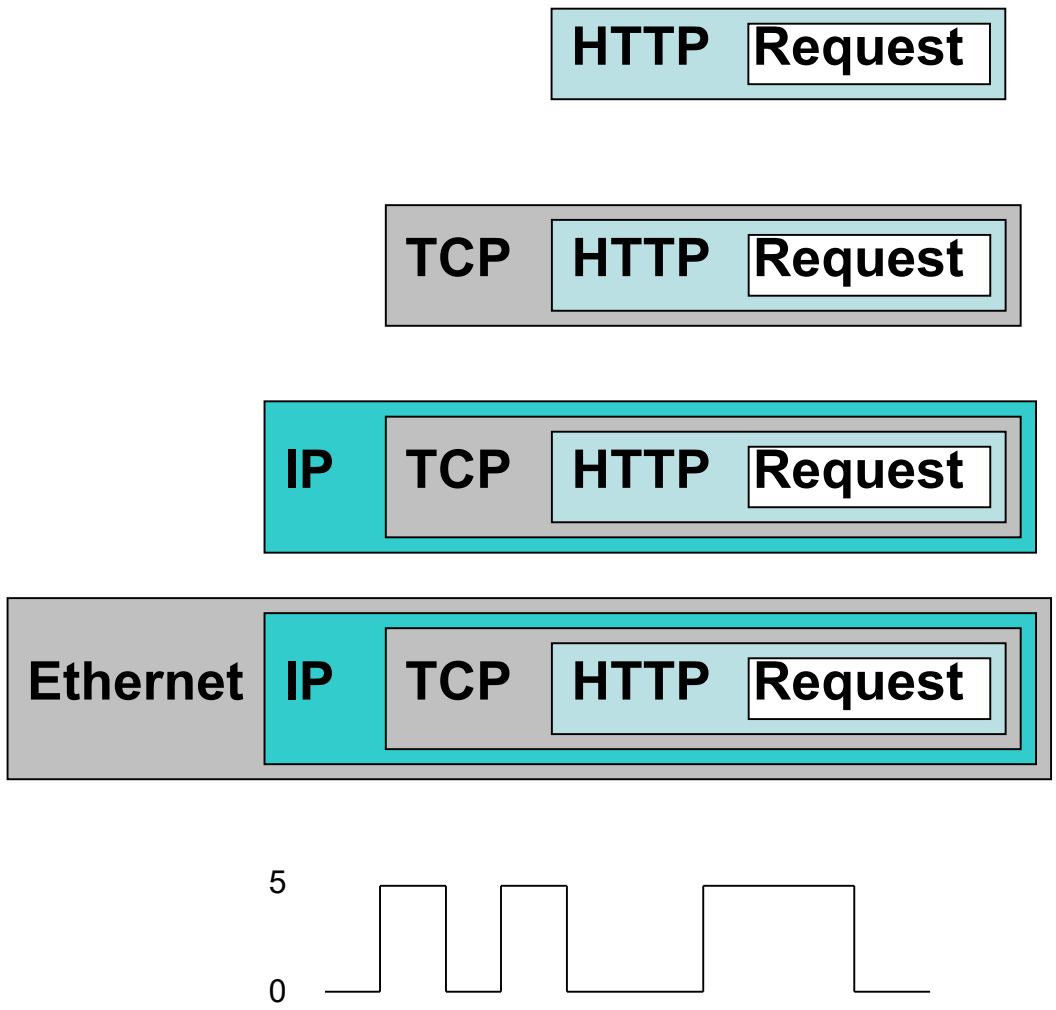
Application

Transport

Network

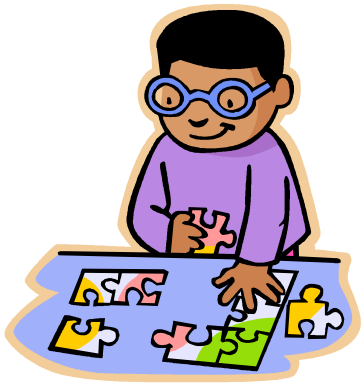
Data Link

Physical



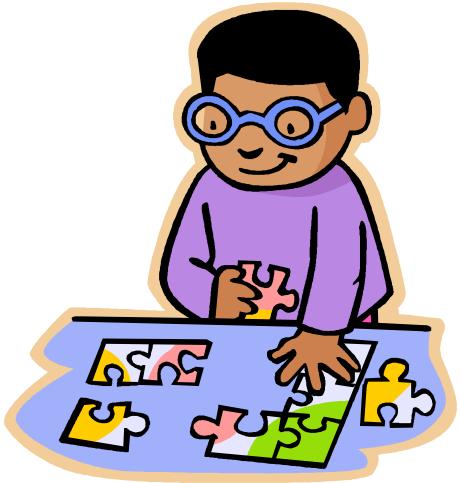
IP

- IP: Network Layer (3)
- แบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า Packet
- แต่ละ Packet มีเลขที่ IP Address กำกับของผู้ส่งและผู้รับ 32 bits
- ตัวอย่าง IP address เช่น
  - 66.94.234.13 (www.yahoo.com)
  - 64.233.167.99 (www.google.com)
- IPv6 – 128 bits –แก้ปัญหา IP หมด



TCP

- TCP/IP ทำงานร่วมกัน
- TCP: Transport Layer (4)
  - ทำหน้าที่จัดการส่งข้อมูลโดย
    - สร้าง Connection เพื่อการติดต่อ
    - การโอนถ่ายข้อมูล
    - การยกเลิกการติดต่อ
  - อาศัย Port number ในการรับส่ง
  - HTML 80, FTP 21, POP3 110
  - DICOM 104, 11112

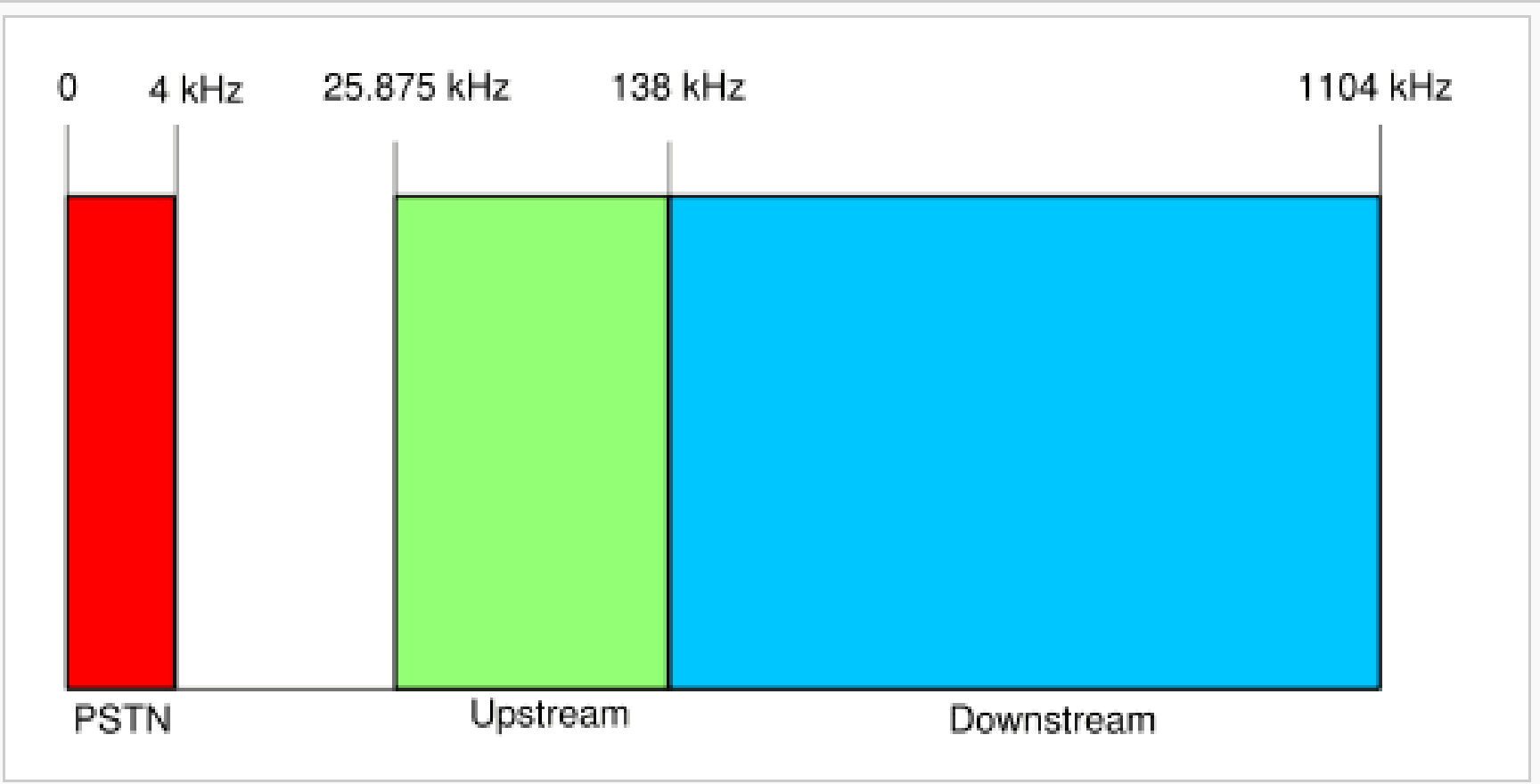


Internet Connection

- การใช้งานตามบ้าน ที่ทำงานขนาดเล็ก
  - ADSL: (Asymmetric Digital Subscriber Line)
  - ส่งข้อมูลแบบความเร็วสูง 'Broadband'

  - แบ่งช่องสัญญาณเป็น 2 Lanes
    - สัญญาณเสียง (PSTN)
    - สัญญาณข้อมูล
      - Upstream (Upload)
      - Downstream (Download)

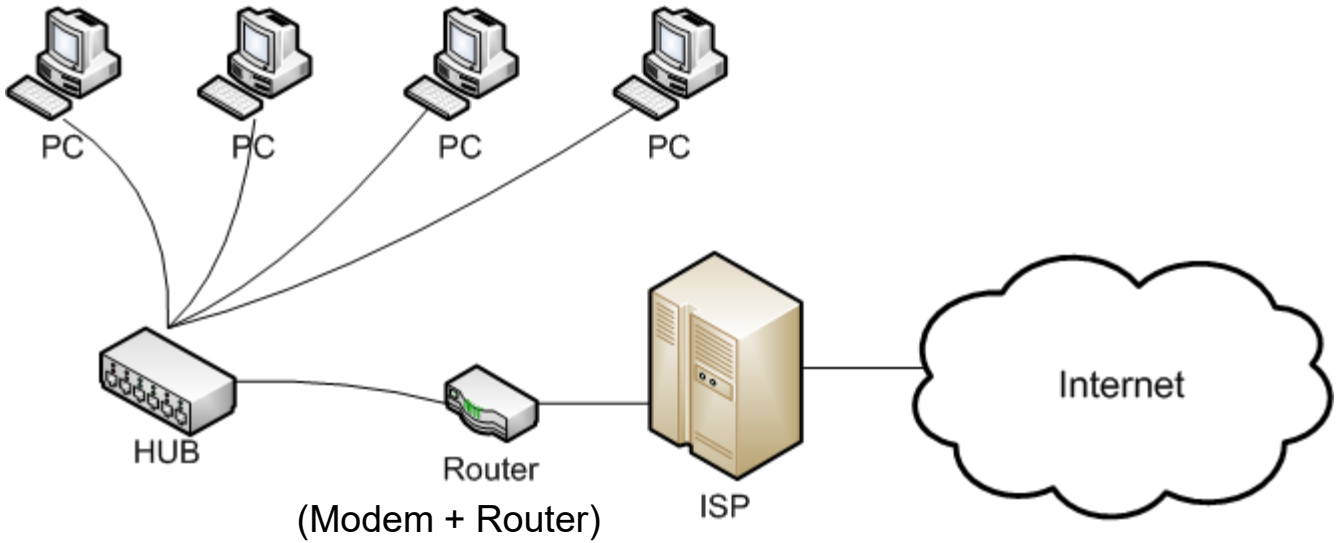
- แบบองค์กร แพงกว่า เร็วกว่า (10,000+ บาท ต่อเดือน)
  - มองแพ็กเก็ต ทุกซองเป็น EMS



Frequency plan for ADSL. The red area is the frequency range used by normal voice telephony, the green and blue areas are used for ADSL.

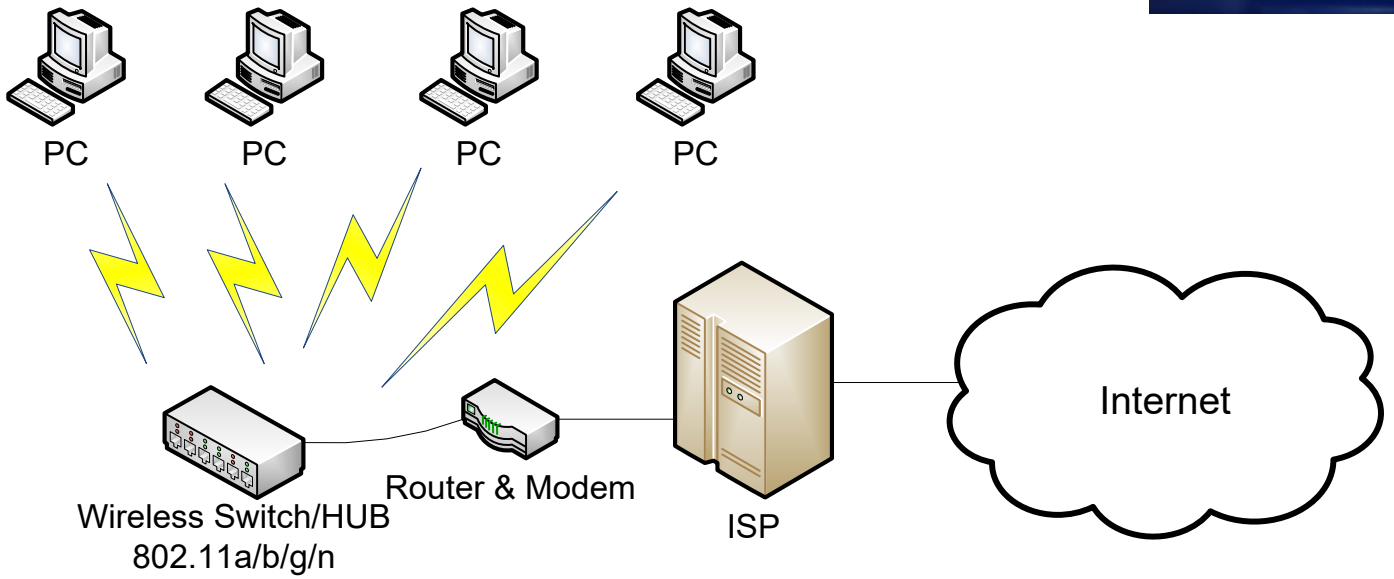
Internet Connection

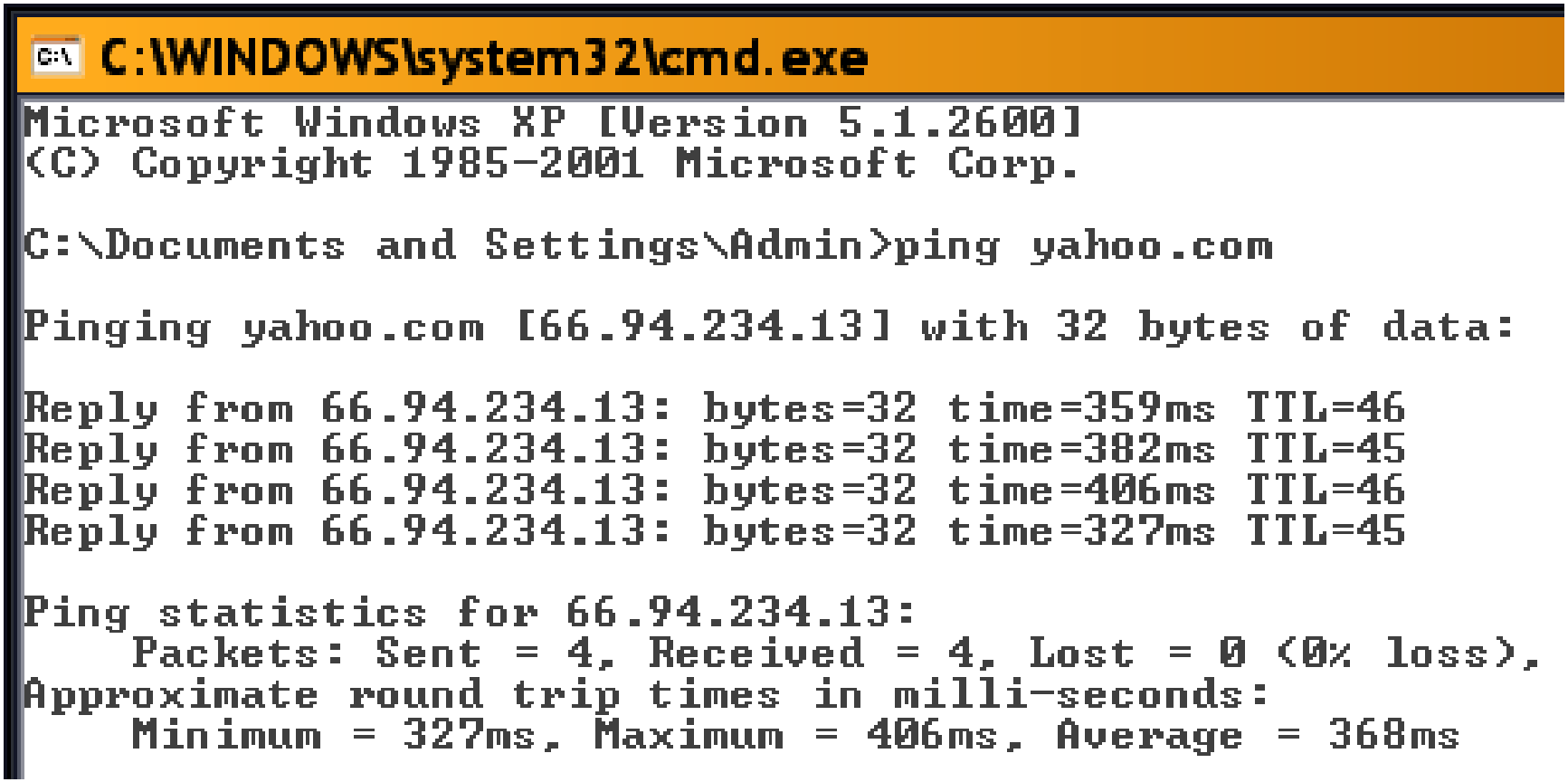
- LAN to Internet Configuration
- เป็นการเชื่อมต่อเครือข่าย LAN เข้ากับ Internet



Internet Connection

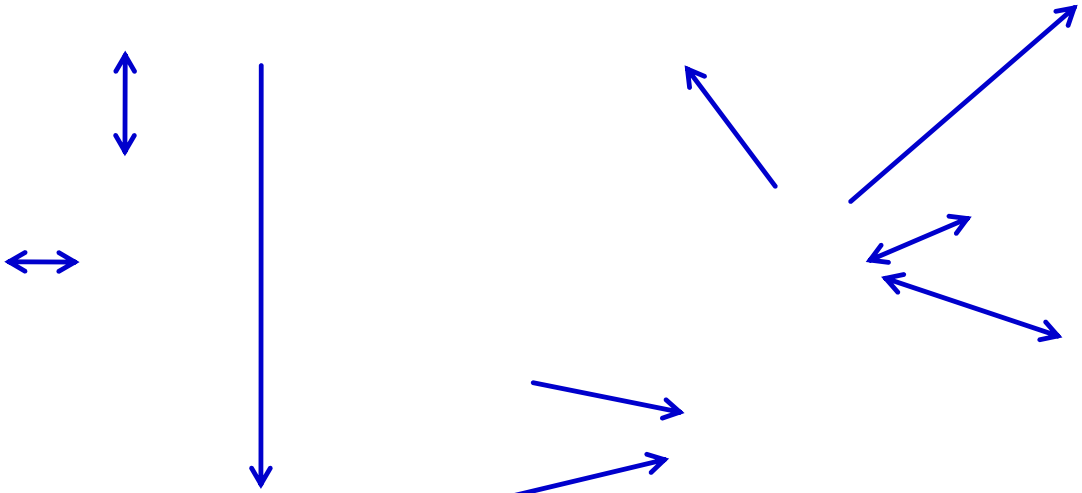
- Wireless Configuration
  - Wireless Card
  - Wireless Switch/Hub/Router




C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\Admin>ping yahoo.com
Pinging yahoo.com [66.94.234.13] with 32 bytes of data:
Reply from 66.94.234.13: bytes=32 time=359ms TTL=46
Reply from 66.94.234.13: bytes=32 time=382ms TTL=45
Reply from 66.94.234.13: bytes=32 time=406ms TTL=46
Reply from 66.94.234.13: bytes=32 time=327ms TTL=45
Ping statistics for 66.94.234.13:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 327ms, Maximum = 406ms, Average = 368ms

Introduction to DICOM standard

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th



History of DICOM

- พัฒนาโดย National Electrical Manufacturers Association (NEMA) ร่วมกับ American College of Radiology (ACR).
- วัตถุประสงค์เพื่อ
  - ให้ผู้ใช้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลภาพ (images) และ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (associated information) จากอุปกรณ์สร้างภาพ (digital imaging equipment) โดยใช้รูปแบบมาตรฐาน
  - ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างอุปกรณ์ต่างผู้ผลิต
- แนวความคิดในการพัฒนามาตรฐานเริ่มตั้งแต่ปี 1981
- มาตรฐานชุดแรกเผยแพร่เมื่อปี1985

Overview of DICOM

- มาตรฐาน DICOM ประกอบด้วยหลายส่วน

- โครงสร้างข้อมูลของไฟล์ DICOM (Formats) ซึ่งมี
  - ภาพ (Image Data) - ส่วนไหน กินที่มากกว่ากัน?
  - ข้อมูลเกี่ยวกับภาพนั้น (Attributes) - ส่วนไหน กินที่มากกว่ากัน?

- การบริการทางเครือข่าย (Network oriented services)
  - รับส่งภาพ Image transmission (Storage Service Class)
  - สืบค้นภาพตามเงื่อนไข Query of an image archive (PACS) (Query/Retrieve Service Class)
  - พิมพ์ print (Print Management Service Class)
  - กระจายข้อมูล [RIS - PACS - Modality] (Modality Worklist)

- รูปแบบในการแลกเปลี่ยนภาพที่เก็บไว้ (formats for storage media exchange)
  - เช่น Lossy or Loss-less (JPEG) Little/BIG Endian Order (123/321)

DICOM Data Dtructures

ไฟล์ภาพ DICOM ประกอบไปด้วย

- Data elements (attributes) ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับภาพมากมาย เช่น:
  - ข้อมูลเกี่ยวกับคนไข้ (patient information) [name, sex, identification number…]
  - ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่อง (modality and imaging procedure information) [device parameters, calibration, radiation dose, contrast media…]
  - ข้อมูลเกี่ยวกับภาพ (image information) [resolution, windowing…]

DICOM Standard

- มาตรฐานกำหนด:
  - ชุดของโปรโตคอล สำหรับใช้สื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายโดยที่เครือข่าย DICOM จะใช้ TCP/IP ในการรับส่งข้อมูล (Ethernet LAN)
  - ชุดคำสั่ง (Tag) และ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อกับ Tag นั้น
    - เช่นข้อมูล Modality จะอยู่ที่ Tag
    - [0008,0060] เก็บข้อมูลเช่น ‘CT’ หรือ ‘MRI’
  - รูปแบบการบริการ (Network Services)
  - รูปแบบการบันทึกข้อมูล (File Format)

Reference: www.webopedia.com/TERM/D/DICOM.html

ตัวอย่าง Tags ที่สำคัญ

- Date: (0008,0020) 20030431 วันที่
- Modality: (0008,0060) เครื่อง
- Study Description: (0008,1030) คำอธิบาย
- Patient Name: (0010,0010) ชื่อ-สกุล ผู้ป่วย
- Patient ID: (0010,0020) รหัส
- Patient Sex: (0010,0040) เพศ
- Image Rows: (0028,0010) จำนวนแถว
- Image Columns:(0028,0011) จำนวนคอลัมน์

Supported transfer syntaxes (Reading)

Tag (0008,0016)

The Transfer Syntax UID is in the file DICOM Tag field (0002,0010).

Uncompressed Transfer Syntax	Description
1.2.840.10008.1.2	Implicit VR - Little Endian
1.2.840.10008.1.2.1	Explicit VR - Little Endian
1.2.840.10008.1.2.1.99	Deflated Explicit VR - Little Endian
1.2.840.10008.1.2.2	Explicit VR - Big Endian
1.2.840.113619.5.2	Implicit VR - Big Endian (G.E Private)
RLE Transfer Syntax	
1.2.840.10008.1.2.5	Run Length Encoding, Lossless
JPEG Transfer Syntax	
1.2.840.10008.1.2.4.50	JPEG Baseline (Process 1)
1.2.840.10008.1.2.4.51	JPEG Extended (Process 2 & 4)
1.2.840.10008.1.2.4.57	JPEG Lossless, Non-Hierarchical (Process 14)
1.2.840.10008.1.2.4.70	JPEG Lossless, Hierarchical, First-Order Prediction (Process 14, [Selection Value 1])
1.2.840.10008.1.2.4.90	JPEG 2000 Image Compression (Lossless Only)
1.2.840.10008.1.2.4.91	JPEG 2000 Image Compression

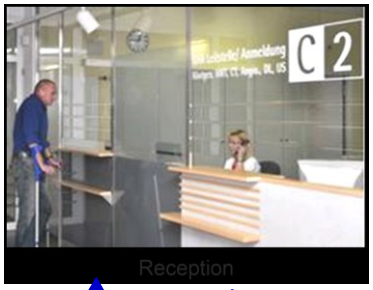
DICOM compliant

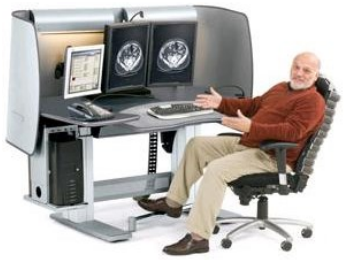
- มาตรฐาน DICOM ประกอบด้วยหลายส่วน
- เครื่องที่เป็น DICOM compliant อาจไม่ได้มีความสามารถครบทุกด้านตามมาตรฐาน DICOM
- Service classes เป็นการจำแนกความสามารถต่างๆ ของเครื่อง (Categories of Capabilities)

DICOM network oriented services

- อุปกรณ์จะมีการเชื่อมต่อ (Connect) เพื่อสื่อสาร (Communicate) กันก็ต่อเมื่อ มีการตกลงกันตามเงื่อนไขที่กำหนด

- โดยที่จะต้องทราบ
  - ผู้รับบริการ (client) - Service Class User (SCU)
  - ผู้ให้บริการ (Server) - Service Class Provider (SCP)
  - ใช้บริการอะไร (Network Services) เช่น พิมพ์ Print / สืบค้น Query /เก็บ Store
  - รูปแบบข้อมูล (บีบอัด Compress/ไม่บีบอัด Uncompress)




Diagnostic workstation

Ward / OR

HIS

Film Digitizer

Storage

Backup

Hospital

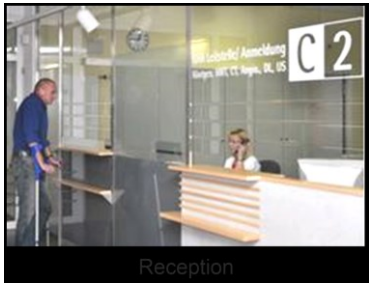
Modality

Modality workstation

QC/Post-processing Workstation

Remote reporting

Film Printer



Worklist

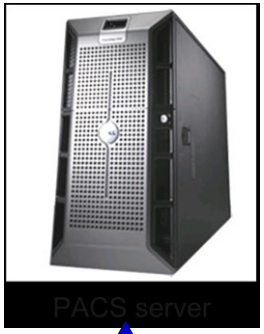
Modality workstation

Modality

Storage SCU/SCP

Modality workstation

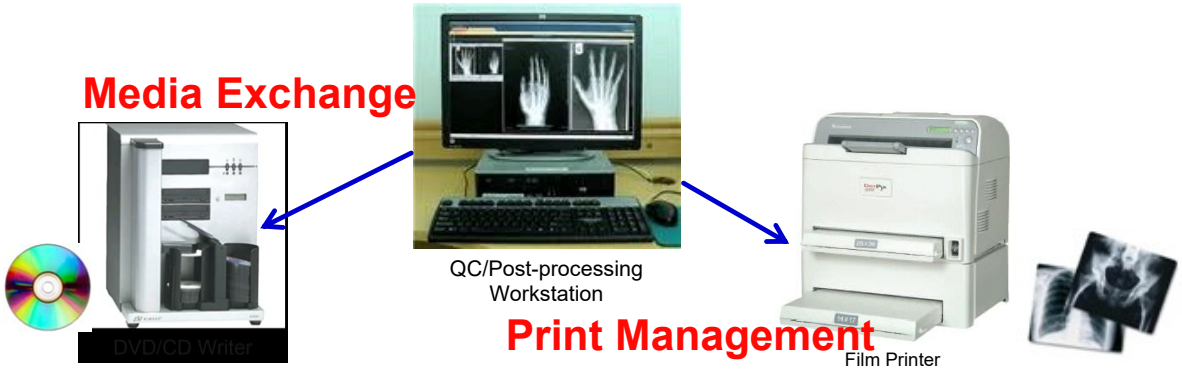
Modality

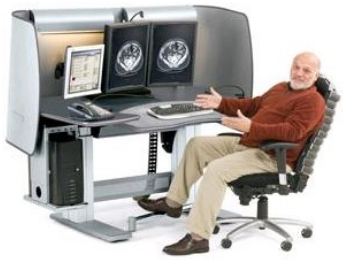


Storage SCU/SCP

Query/Retrieve

QC/Post-processing
Workstation


Media Exchange
DVD/CD Writer
QC/Post-processing
Workstation
Print Management
Film Printer



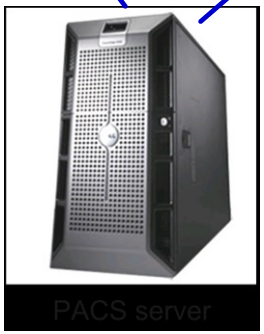
Diagnostic workstation

Ward / OR

Query/Retrieve

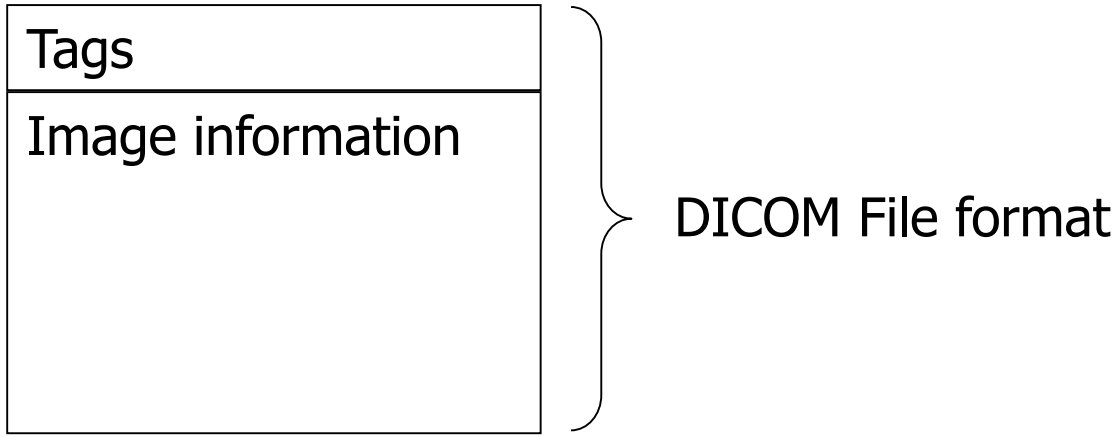
Results Management

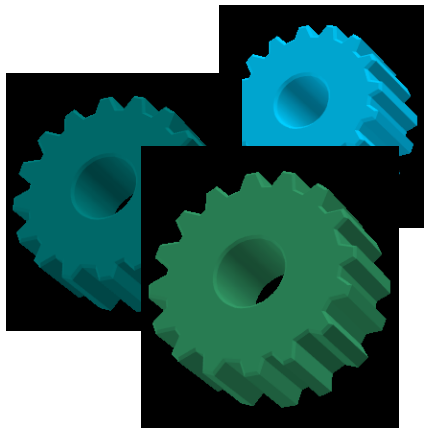
Query/Retrieve



DICOM File

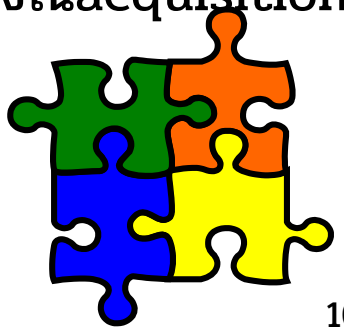
- DICOM file format
  - Patient's Information →Tags in the file header
  - Image part → after the tags





DICOM Service Class

- ใช้ในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของระบบ ซึ่งประกอบด้วย:
- **Verification (Communication)**: ตรวจสอบได้ว่าระบบเปิดอยู่และพร้อมทำงาน
- **Storage**: สามารถรับข้อมูลเพื่อบันทึกได้
- **Query/Retrieve**: Ability to inquire as to existence of a study (or types of studies based on transmitted specifications), and retrieve those studies from the remote system.
  - This might be used for moving data from a remote system to a local one, or to pull data from an archiving node.
- **Print management**: พิมพ์ภาพและบริหารการพิมพ์ เช่น จัดลำดับการพิมพ์ เป็นต้น
- **Modality Worklist**: ความสามารถในการติดต่อเชื่อมโยงกับ RIS (Radiology Information System) เพื่อดึงข้อมูลผู้ป่วยและนำมากรอกลงในacquisition system เช่น CR DR CT MRI โดยอัตโนมัติ.
  - ความสามารถนี้จะทำให้ ข้อมูลผู้ป่วยต่างๆ ตรงกันทั้งระบบโดยที่ไม่ต้องมีการพิมพ์ซ้ำ ก่อนที่ข้อมูลจะถูกเห็บลงบนระบบ PACS

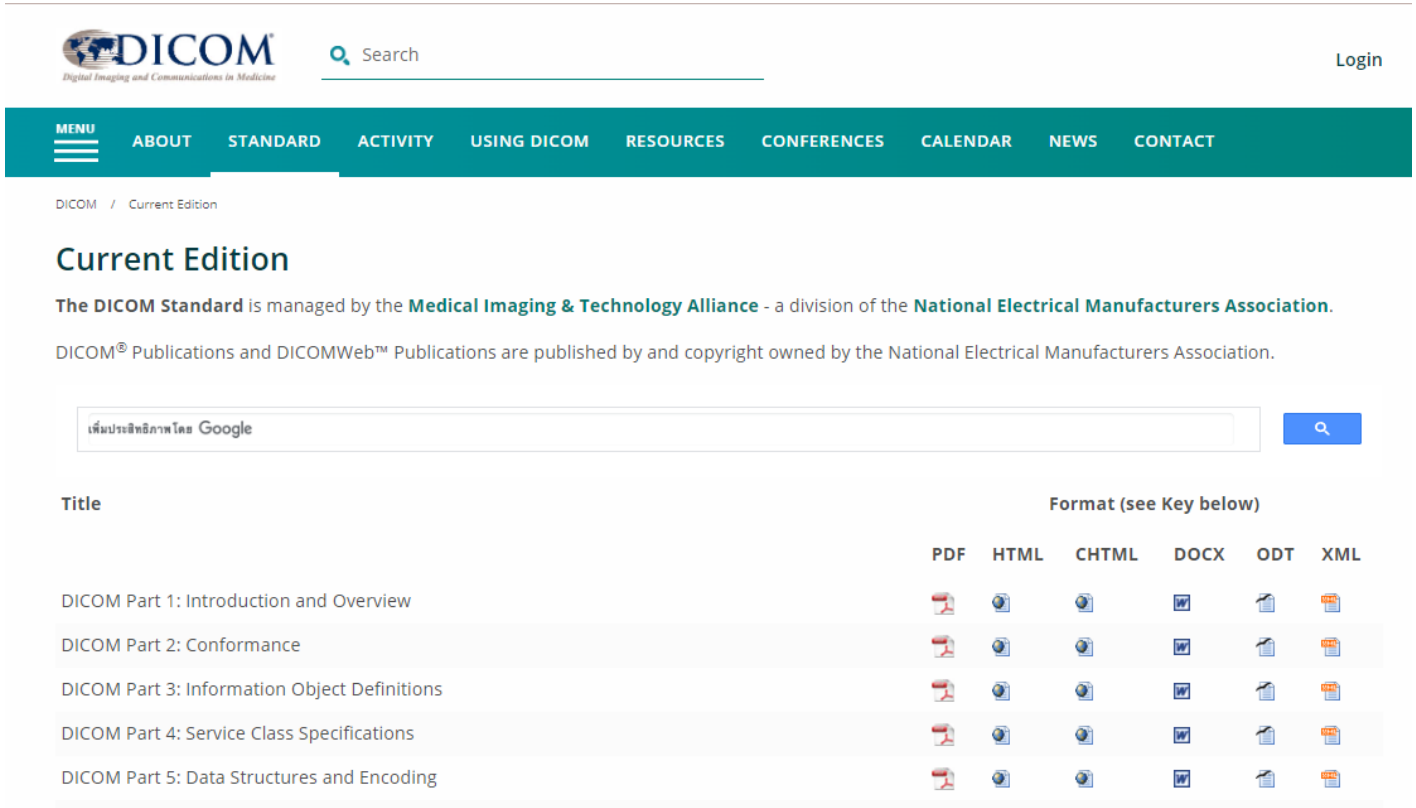


DICOM Standard

- Part 1: Introduction and Overview ชื่อบอกอยู่แล้วครับว่าเป็นการเกริ่นนำเรียกน้ำย่อย
- Part 2: Conformance เป็นการบอกว่าการเข้ากับมาตรฐานนั้นมีกฎเกณฑ์อย่างไรบ้าง
- Part 3: Information Object Definitions รายละเอียดนิยามต่างๆ ของตัว Data Object ที่ใช้
- Part 4: Service Class Specifications อันนี้น่าจะคุ้นๆ กันนะครับ ว่าแต่ละ service class นั้นมีหน้าที่ต่างๆ ครอบคลุมขอบเขตเท่าไหน เช่น Verification, Query/Retrieve, Storage, Print Management, Worklist ต้องทำอะไรอย่างไร
- Part 5: Data Structures and Encoding อธิบายถึงโครงสร้างข้อมูล และการเข้ารหัสข้อมูล
- Part 6: Data Dictionary บอกรายละเอียดข้อมูล tag ต่างๆ ว่ามีอะไรบ้าง ใช้ทำอะไร
- Part 7: Message Exchange การรับส่งข้อมูลระหว่างกัน
- Part 8: Network Communication Support for Message Exchange การสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่าย
- Part 10: Media Storage and File Format for Media Interchange อธิบายถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านสื่อบันทึกข้อมูล รวมถึงโครงสร้างในการเก็บว่าจะต้องเป็นอย่างไร
- Part 11: Media Storage Application Profiles เกี่ยวกับคุณลักษณะของโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
- Part 14: Grayscale Standard Display Function กล่าวถึงเรื่องความดำขาว เช่น พวกฟังก์ชันของ Look-Up Table
- Part 15: Security and System Management Profiles การรักษาความปลอดภัยและการบริหารจัดการระบบ
- Part 18: Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO) การเข้าถึงข้อมูลผ่านเวปโดยใช้ ออปเจค WADO ซึ่งมาตรฐานได้จัดเตรียมไว้ให้
- **Part 19**: Application Hosting การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่ทำงานร่วมกัน (plug-in)
- **Part 20**: Transformation of DICOM to and from HL7 Standards

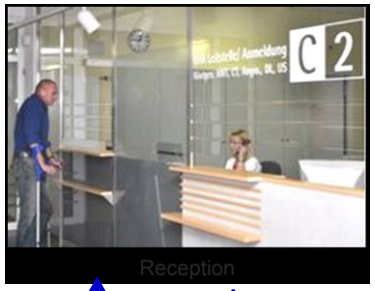
DICOM Websites

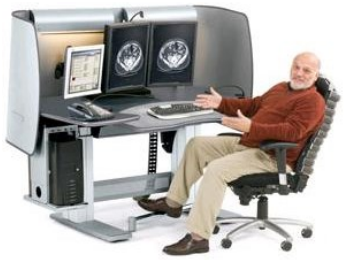
- DICOM Standard Website
  - https://www.dicomstandard.org/current



Introduction to PACS

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th




Diagnostic workstation

Ward / OR

HIS

Film Digitizer

Storage

Backup

Hospital

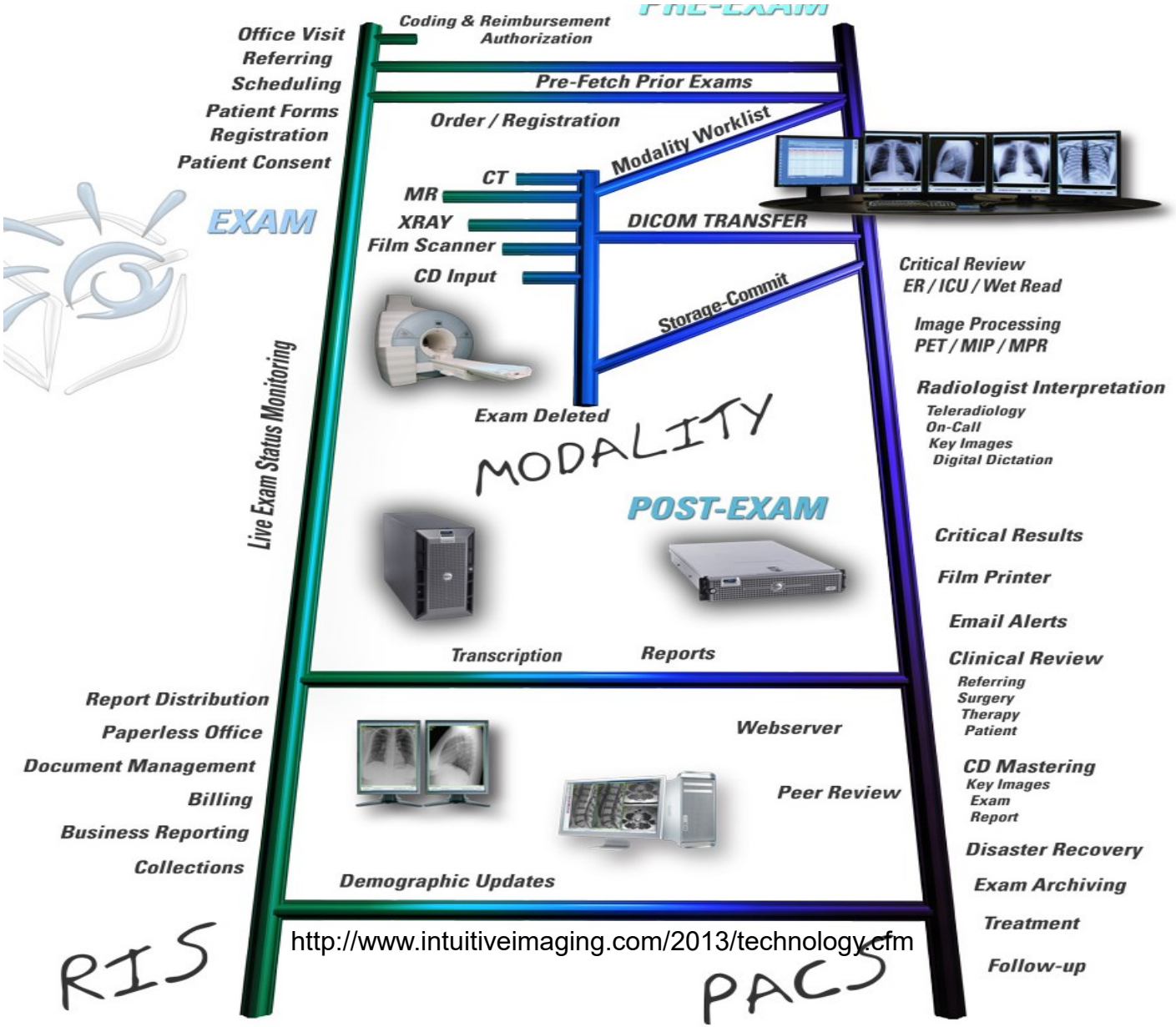
Modality

Modality workstation

QC/Post-processing Workstation

Remote reporting

Film Printer



http://www.intuitiveimaging.com/2013/technology.cfm

PACS

- Picture Archiving and Communication System
- ระบบจัดเก็บภาพถ่ายเพื่อใช้ในการวินิจฉัย
- เป็นระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายทำงานประสานกันเพื่อตอบสนองความต้องการด้านการถ่ายภาพเพื่อวินิจฉัย
- ขนาดของระบบขึ้นกับ
  - ความต้องการในการใช้งาน
  - งบประมาณ

HIS

- A hospital information system (HIS)
- ระบบสารสนเทศที่ออกแบบมาสำหรับจัดการ
  - การบริหารระบบ ร.พ.
  - บริหารการเงิน
  - สนับสนุน clinics

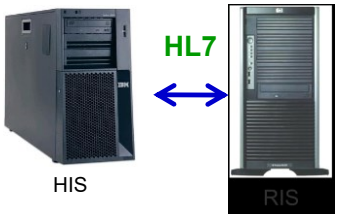
- HosXP (http://www.hosxp.net)
- SSB ทั้งระบบงานโรงพยาบาลและ
- Bangkok Medical Software

SSB software solutions

RIS

RIS

- Radiology Information Systems สนันสนุนงานในแผนกรังสี:
  - ลงทะเบียน Patient Registration
  - ติดตามผู้ป่วย Patient Tracking
  - เก็บผล Result Entry
  - รายงานผล Reporting


HL7
HIS
RIS

คุณสมบัติของระบบ PACS ที่ดี

- มีความพร้อมทำงานตลอดเวลา (High availability): Fault Tolerant
- มี bandwidth ในการรับส่งข้อมูลเพียงพอ: Networking
- มีความยืดหยุ่นในการทำงาน: Process
- เชื่อมต่อกับ HIS ได้: Application
- เข้ากันได้กับ DICOM: Application
- เพิ่มขนาดภายหลังได้ (Scalability): Storage
- เรียกดูภาพและผลอ่านได้ทั่วทั้งองค์กร: Intranet/Application

What "High Availability" Means in Terms of Down-Time*

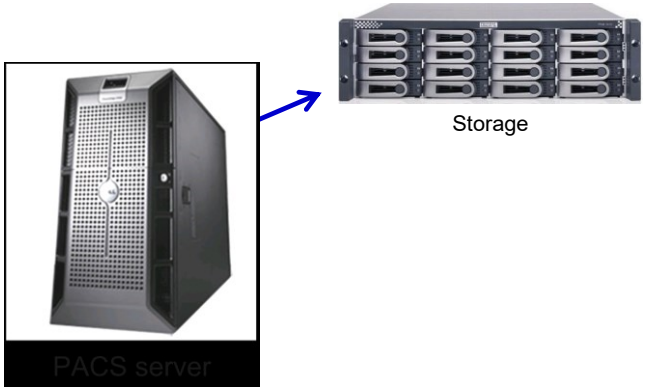
Availability (percentage)	Average per year (days)	Average per month (hours)	Average per week (hours)	Average per (minutes)
95%	18.25	36.5	8.42	72
98%	7.3	14.6	3.37	28.8
99%	3.65	7.3	1.69	14.4
99.9%	0.365	0.73	0.17	1.44
99.99%	0.0365	0.073	0.017	0.144
99.999%	0.00365	0.0073	0.0017	0.0144

*Excludes planned down time for maintenance and upgrades.

Reference: SCAR University Primer2: Archiving Issues in the Digital Medical Enterprise

Computer Clustering

- เป็นการเชื่อมต่อกันของเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
- ในการเชื่อมต่อกันนั้นจะใช้วิธีการพิเศษที่ทำให้ผู้ใช้เห็นเสมือนกำลังใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวเท่านั้น
- Google มากกว่า 10,000 Servers

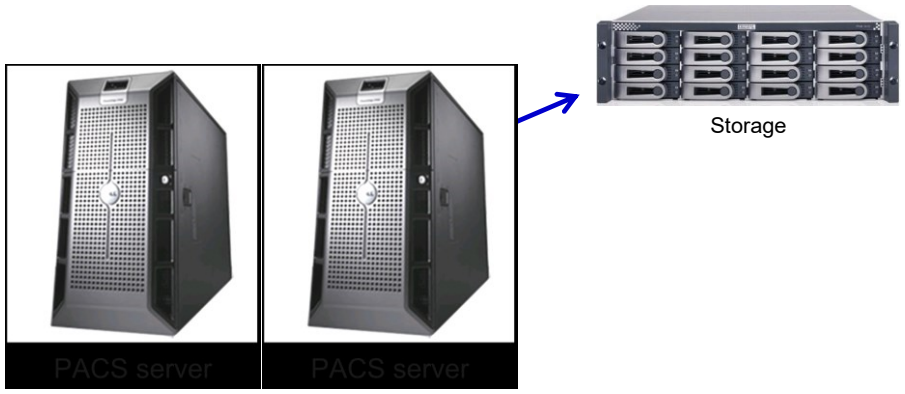

Storage
PACS server

Computer Clustering

- ระบบที่มีความพร้อมสูงมาก (High-Availability (HA) clusters)
  - ประยุกต์ใช้กับระบบ PACS ได้ดี
- ระบบกระจายงาน (Load-Balancing Clusters)
  - ใช้กับระบบ Web หรือ Email
- ระบบประสิทธิภาพสูง (High-Performance Computing (HPC) Clusters)
  - ใช้กับงาน Simulation

High-Availability (HA) clusters

- เป็นระบบ Cluster ที่เน้นการให้บริการที่ต่อเนื่อง
- เครื่องใดเครื่องหนึ่ง (node) เสีย node อื่นทำหน้าที่แทนในทันที (Failover)
- ผู้ใช้จะไม่รู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อ node ใดเสียไป

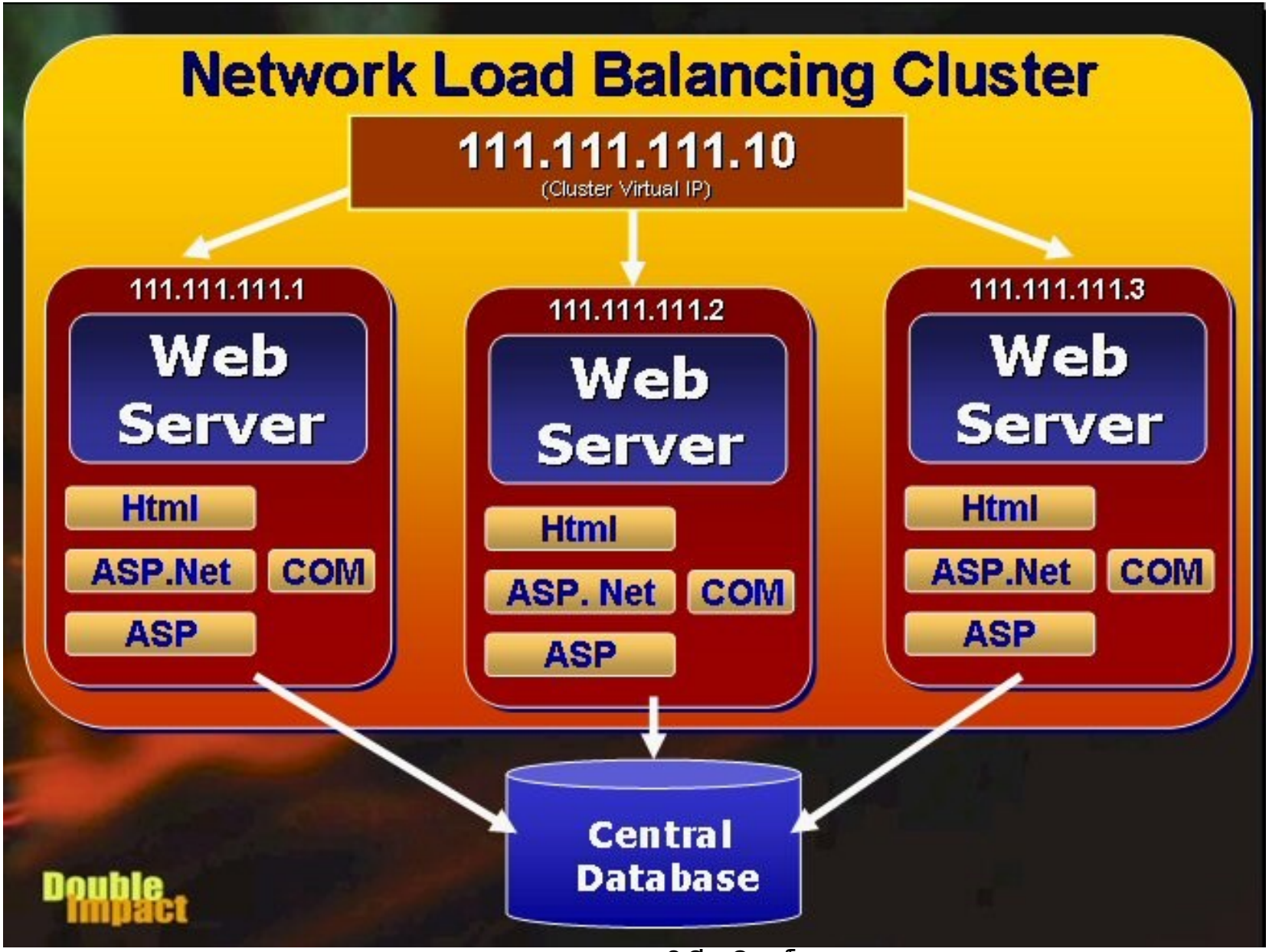


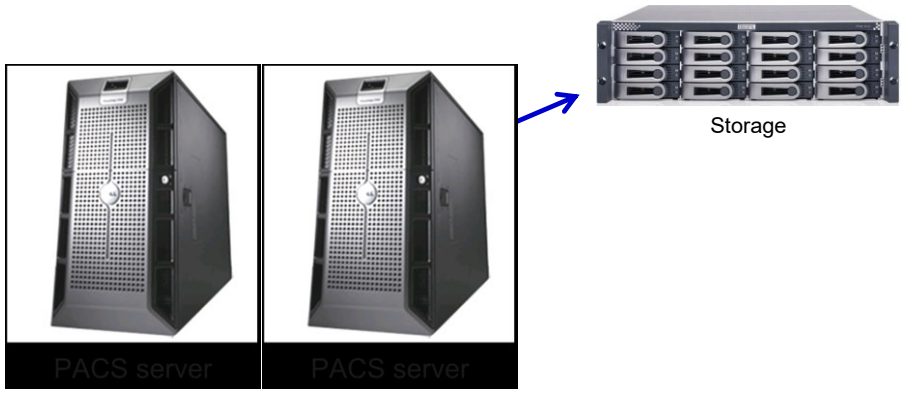
ON (Stand by)

ON (Working)

Load-Balancing Clusters

- เป็น cluster ที่เน้นการกระจายภาระงานไปให้เครื่อง (Node) ที่ต่ออยู่ภายใน cluster เดียวกัน
- ลดภาระงานที่จะตกไปอยู่กับ Node ใดๆ
- รับภาระการทำงานที่เครื่องเพียงเครื่องเดียวไม่สามารถทำได้
- บางครั้งเรียกว่า Server Farm


Network Load Balancing Cluster
111.111.111.10
(Cluster Virtual IP)
111.111.111.1
Web Server
Html
ASP.Net
COM
ASP
111.111.111.2
Web Server
Html
ASP. Net
COM
ASP
111.111.111.3
Web Server
Html
ASP.Net
COM
ASP
Central Database
Double Impact

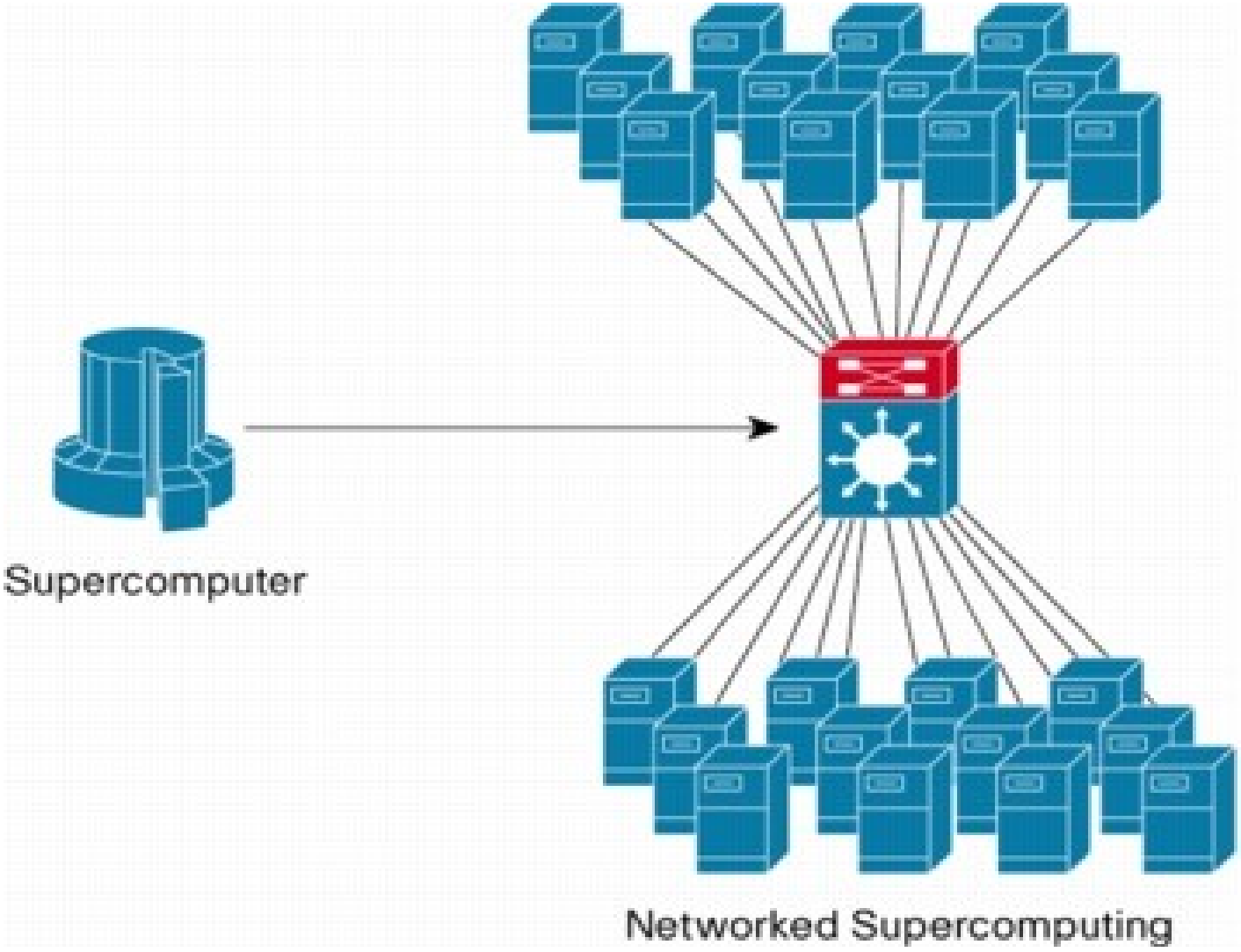


ON (Working)

ON (Working)

High-Performance Computing (HPC) Clusters

- เป็น cluster ที่เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผล
- แบ่งการประมวลผลออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อกระจายให้ node อื่นๆ ทำงานไปพร้อมๆ กัน
- การกระจายงานทำโดยโปรแกรมที่ออกแบบพิเศษทำหน้าที่แบ่งงานให้ node ต่างๆ
- ลดระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล เนื่องจากมีการกระจายงานไปสู่ node ต่างๆ ใน cluster


Supercomputer
Networked Supercomputing

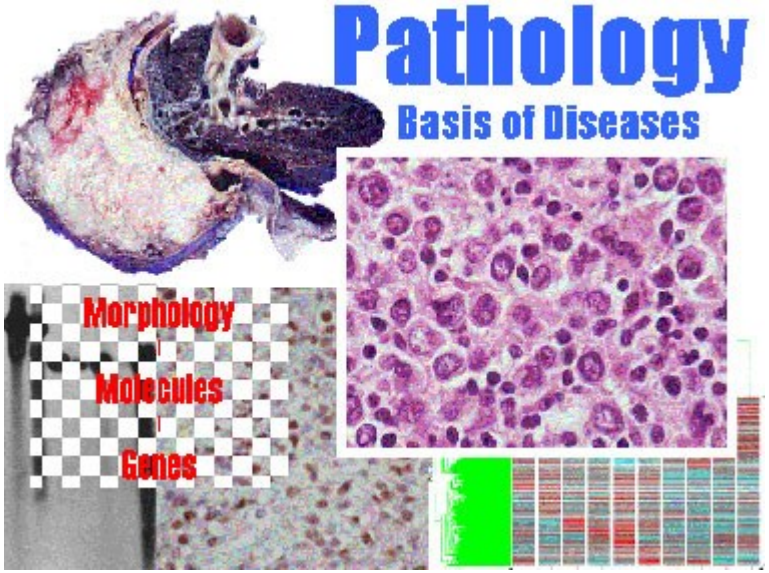
Storage System

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

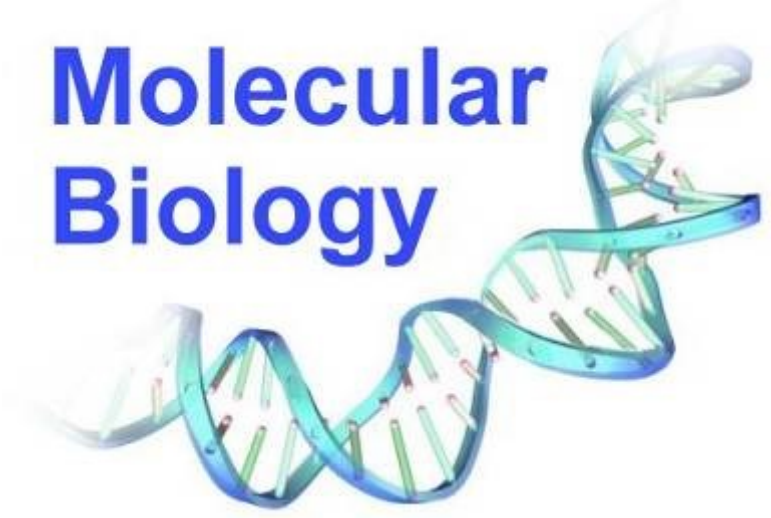
Storage

คำถาม

- แต่ละ Modality มีความจุเท่าไหร่ เก็บภาพก่อนที่จะถ่ายโอนมายัง PACS
- จะเก็บไว้ใน HD หรือ Mass-storage เช่น Tape, DVD
- ปริมาณงานในแต่ละวันหรือ Workload
- นโยบาย (Policy) ในการเก็บข้อมูล
- Availability: เช่น 99.9% มีเวลาบำรุงรักษา 8 ชม. ต่อปี



Chemical Structure



Calculation of Storage Requirements per Study Based on Institutional Procedure Protocol

Modality	Average number of images per study	Image size (pixels) X	Image size (pixels) Y	Pixel depth (bytes)	MB per study
Computed tomography	60	512	512	2	31.5
Magnetic resonance	160	256	256	2	21.0
Computed radiography	3	2048	2500	2	30.7
Ultrasound	30	640	480	2*	18.4
Nuclear medicine	10	256	256	2	1.3

* Monochrome ultrasound studies are 1 B deep and color US studies are 3 B deep; average of 2 B deep is used.

Reference: SCAR University Primer2: Archiving Issues in the Digital Medical Enterprise

Calculation of Storage Requirements per Day and per Year Based on Institutions' Procedure Volumes

	MB per study	Studies per year	Studies per day	Average MB of *storage required per day	Average GB of storage required per year
Computed tomography	31.5	16,120	62	1,953	508
Magnetic resonance	21.0	11,960	46	966	251
Computed radiography	30.7	59,800	230	7,061	1,836
Ultrasound	18.4	9,100	35	644	167
Nuclear medicine	1.3	8,320	32	42	11

*Averaged over the year, based on 5 days per week and 52 weeks per year.

Reference: SCAR University Primer2: Archiving Issues in the Digital Medical Enterprise

Fault Tolerant Storage

- Redundant Array of Inexpensive Drives/Disk (RAID) ภาษาไทยอ่านว่า “เรด”
- เป็น Scheme หรือ รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่รวมทั้งด้านการต่อเชื่อมฮาร์ดแวร์และการทำงานของซอฟต์แวร์

Storage

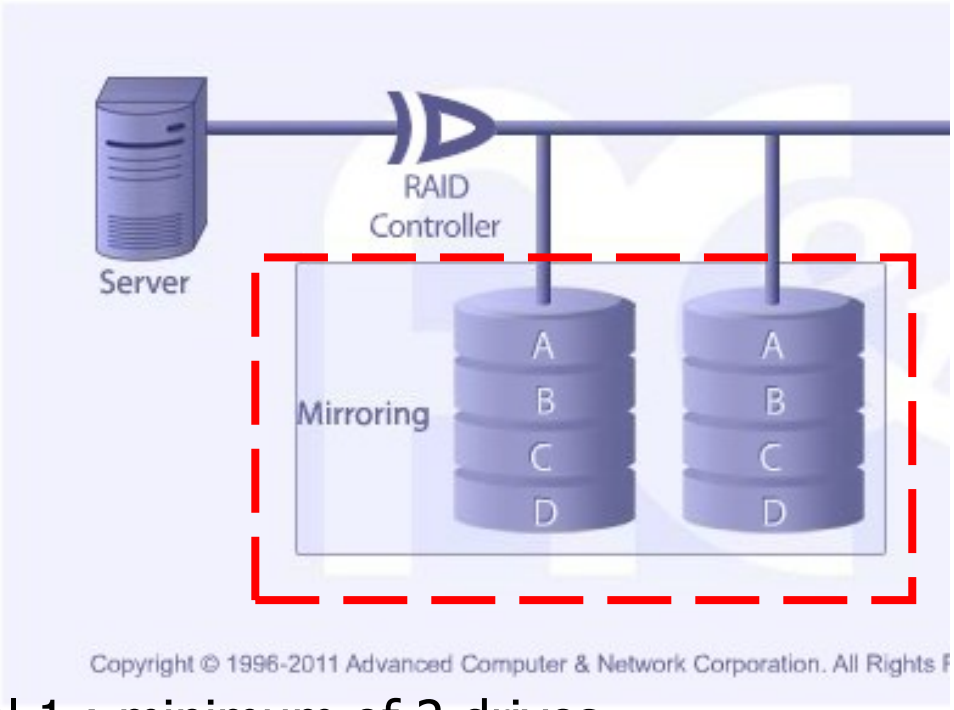
RAID

- RAID เรด
  - เป็นการเชื่อมต่อ Hard drive หลายๆก้อน ทำให้เห็นเป็น Hard drive ก้อนเดียว เช่น C: drive
  - ใช้ Hardware หรือ Software ก็ได้
- 3 key concepts in RAID:
  - Mirroring: สำเนาข้อมูลเหมือนๆ กัน ไว้อีกที่
  - Striping: หั่น(เปลี้อง)ข้อมูล ออกเป็นชิ้นๆ แบ่งกระจายเก็บ
  - Error correction: เก็บข้อมูลพิเศษเพื่อให้สามารถตรวจจับข้อผิดพลาดในข้อมูล หรือ อาจจะนำมาซ่อมแซมข้อมูลให้ได้ดังเดิม

RAID levels

- RAID มีหลายแบบ (level) ที่นิยมในปัจจุบัน มี 6 แบบ
  - RAID 0: Striped
  - RAID 1: Mirrored (HOT SPARE)
  - RAID 3 and RAID 4: Striped Set (อย่างต่ำ 3 hardrives) with Dedicated Parity
  - RAID 5: Striped Set (อย่างต่ำ 3 harddrives) with Distributed Parity
  - RAID 6: Striped Set (อย่างต่ำ 4 harddrives) with Double-Distributed Parity

RAID 1



RAID Level 1 : minimum of 2 drives

RAID 1

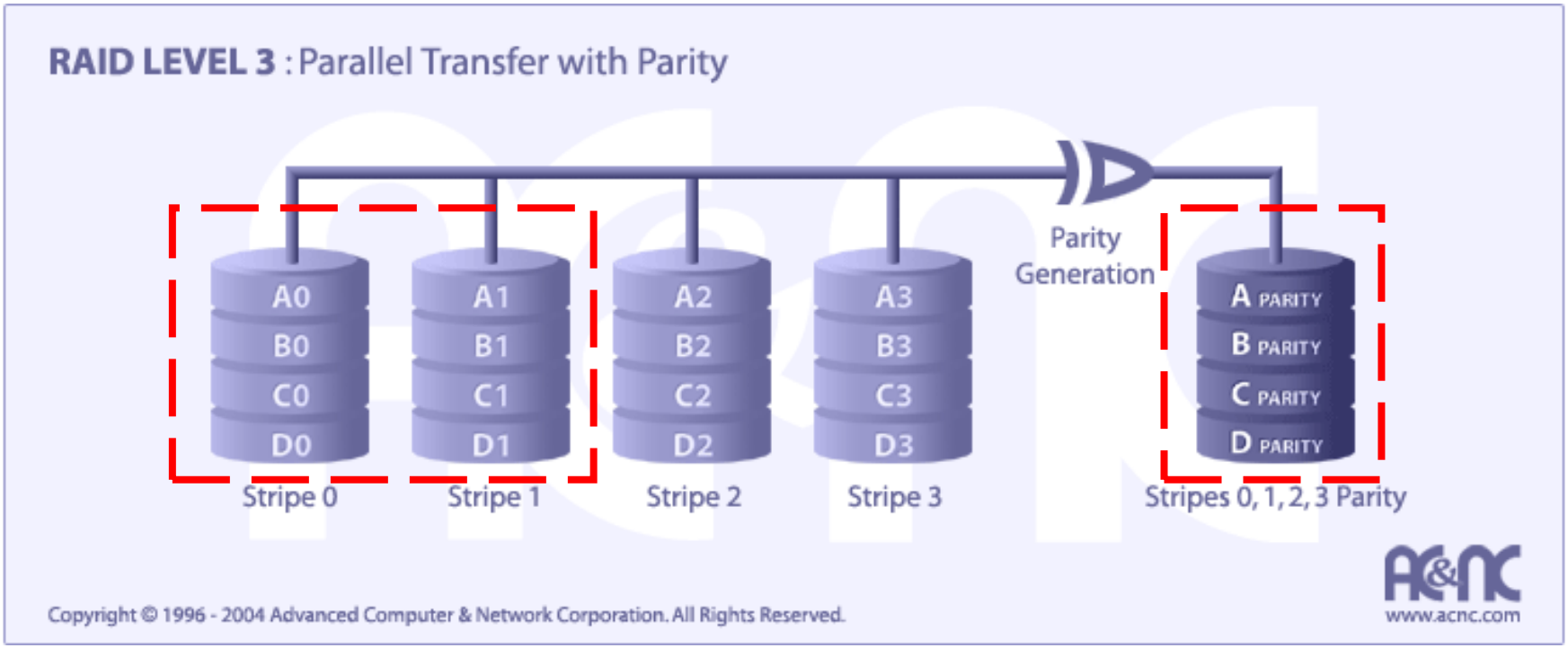
- ข้อดี
  - ซ้ำซ้อน 100%
  - ไม่ต้องมีการสร้างข้อมูลย้อนกลับ
  - ความเร็วในการถ่ายข้อมูลเท่ากับความเร็วของไดร์ฟ
  - ออกแบบ ติดตั้งง่าย

RAID 1

- ข้อเสีย
  - มีความซ้ำซ้อนข้อมูลมาก (100%) – inefficient
  - มักทำโดยใช้ Software เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย แต่จะทำงานช้าและหน่วงระบบ

- แนะนำให้ใช้กับ
  - Accounting บัญชี
  - Payroll เงินเดือน
  - Financial การเงินการธนาคาร
  - ระบบที่ต้องเปิดตลอดเวลา (High availability)

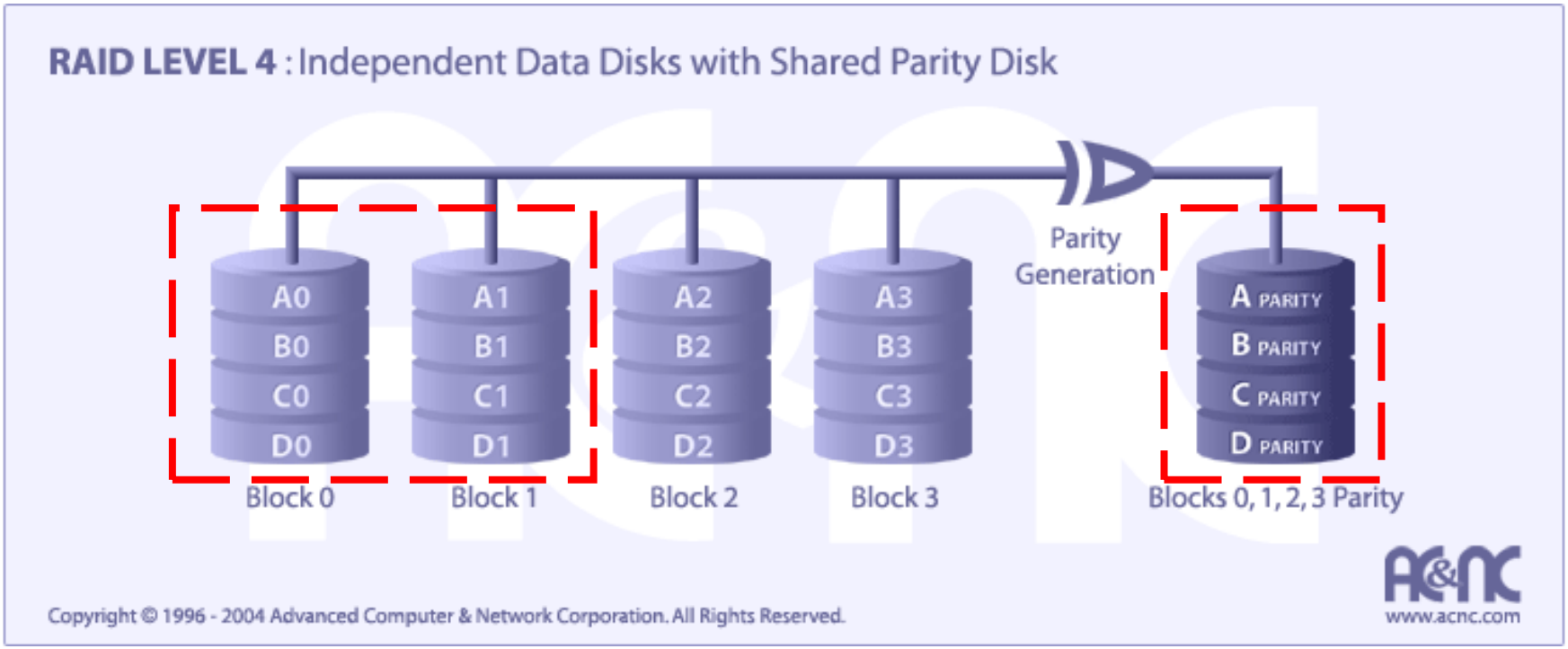
RAID 3 & 4



•The data block is subdivided ("striped") and written on the data disks. Stripe parity is generated on Writes, recorded on the parity disk and checked on Reads.

•RAID Level 3 : minimum of 3 drives

RAID 3 & 4



•Each entire block is written onto a data disk. Parity for same rank blocks is generated on Writes, recorded on the parity disk and checked on Reads.

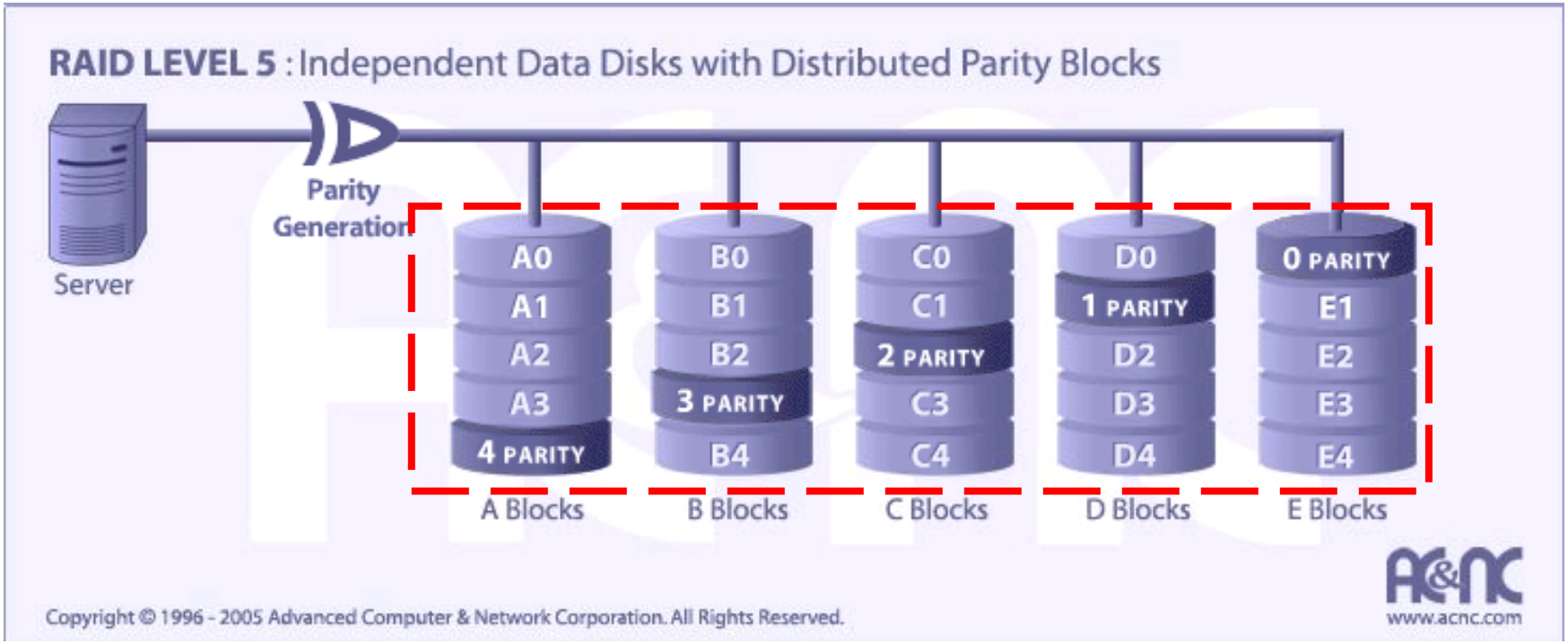
•RAID Level 4 : minimum of 3 drives

RAID 3 & 4

- ข้อดี
  - เขียน/อ่านได้รวดเร็ว
- ข้อเสีย
  - การออกแบบระบบทำได้ยาก ซับซ้อน
  - ถ้าทำโดยใช้ Software จะทำงานช้าและหน่วงระบบ

- แนะนำให้ใช้กับ
  - Video Production and Editing ตัดต่อหนัง
  - Image Editingแต่งภาพ
  - Publishing Applications งานพิมพ์
  - ระบบที่ต้องการความเร็วและถ่ายข้อมูลจำนวนมาก

RAID 5



- Each entire data block is written on a data disk; parity for blocks in the same rank is generated on Writes, recorded in a distributed location and checked on Reads.

- RAID Level 5 : minimum of 3 drives (2 data + 1 parity)

RAID 5

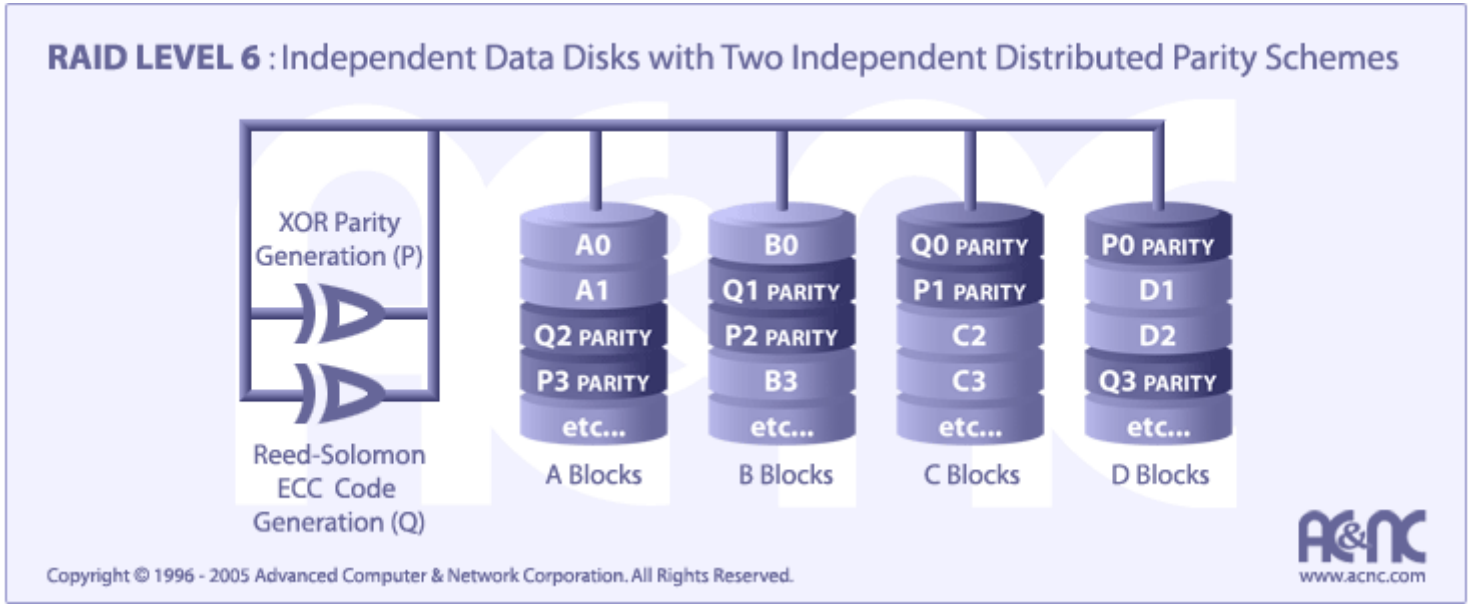
- ข้อดี
  - อ่านได้รวดเร็วมาก
  - เขียนข้อมูลได้รวดเร็วปานกลาง (เสียเวลาในการคำนวณและบันทึก Parity)
  - ระบบโดยรวมมีประสิทธิภาพดี

RAID 5

- ข้อเสีย
  - ออกแบบยุ่งยาก ซับซ้อน
  - ยุ่งยากในการสร้างข้อมูลย้อนกลับ เป็นข้อมูลเดิม

- แนะนำให้ใช้กับ
  - File and Application servers
  - Database servers
  - Web, E-mail, and News servers
  - Intranet servers
  - Most versatile RAID level

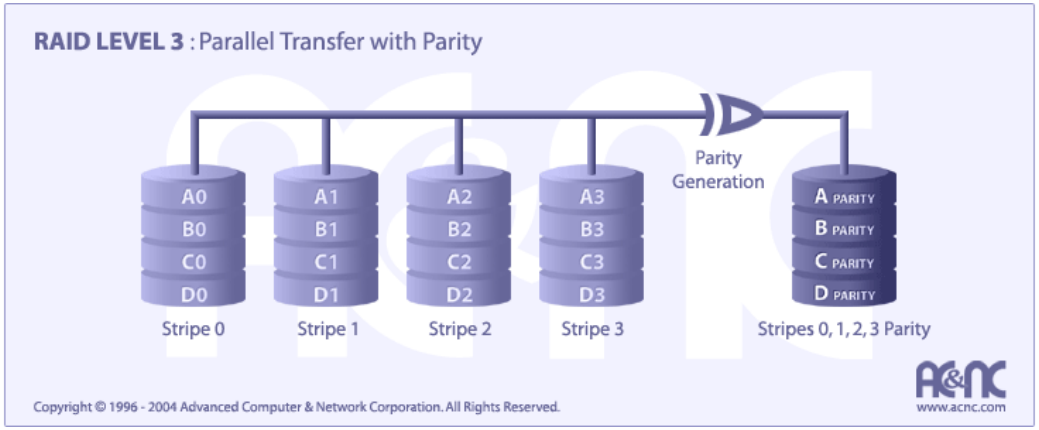
RAID 6

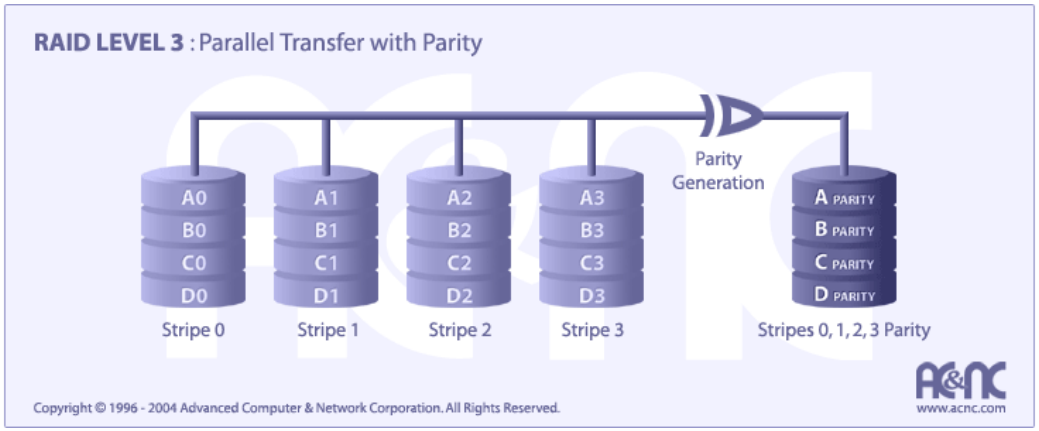


RAID Level 6: a minimum of 4 drives (2 data + 2 parity)

RAID 50

- เป็นการนำ RAID 3 มาทำ Mirror





Mirror

Storage Model

รศ.ดร.ยุทธพล วิเชียรอินทร์
yudthaphon.vic@mahidol.ac.th

Storage Models

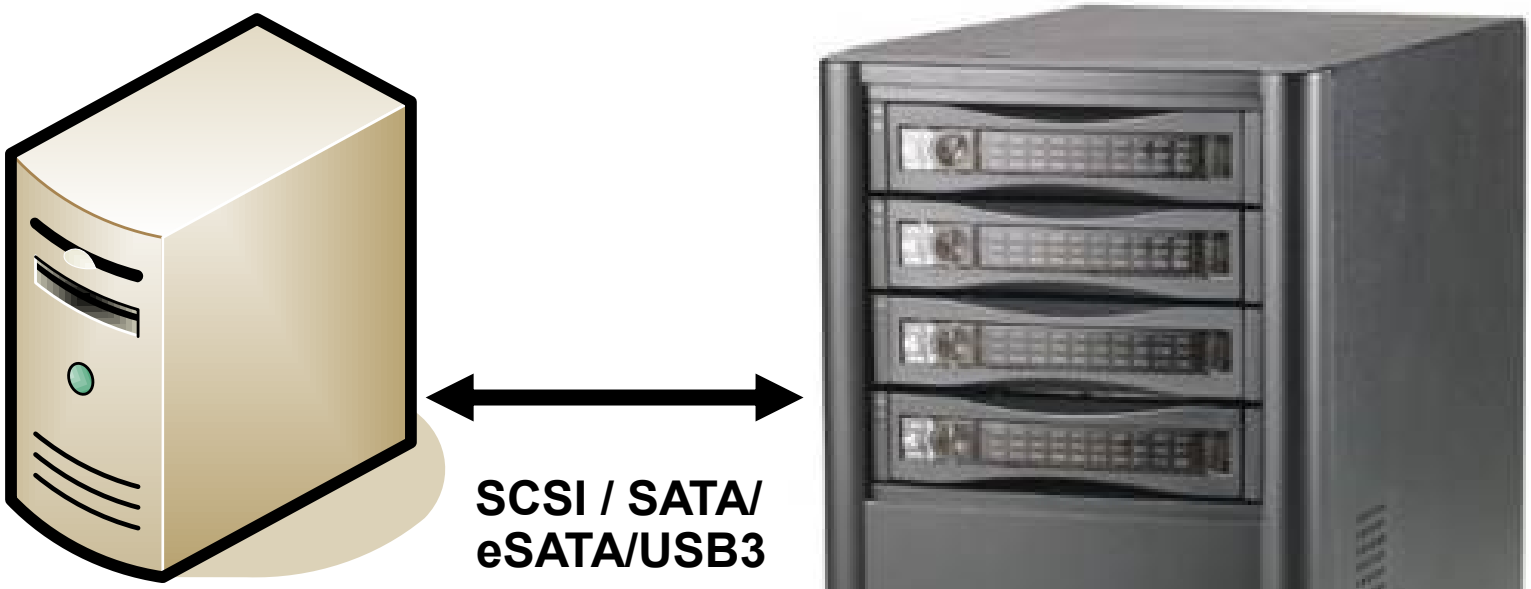
- วิธีการต่อเชื่อมระบบเก็บข้อมูล Storage เข้ากับระบบ PACS
- Direct Attach Storage (DAS)
- Network Attach Storage (NAS)
- Storage Area Network (SAN)

Storage

Direct Attach Storage

- Direct Attach Storage (DAS)
- เป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูล Hard drive ที่ต่อโดยตรงกับเครื่อง server ด้วยสายของมันเอง
- ไม่ผ่านระบบเครือข่าย
- เช่น อาจเป็นเครื่อง server ปกติ ที่แยกตู้เก็บ Hard drive ออกมาต่างหากเพื่อความสะดวกในการสลับสับเปลี่ยน เพิ่มจำนวน Hard drive
- โดยสายต่อมาจากตัวตู้ server เข้าสู่ตู้เก็บ Hard drive

Direct Attach Storage



SERVER

DISK

External Hard disk

Network storage

- เป็นการเก็บข้อมูลโดยที่จะต้องอาศัยการทำงานของระบบเครือข่าย
- แบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ
  - Network-attached storage (NAS)
  - Storage area network (SAN)

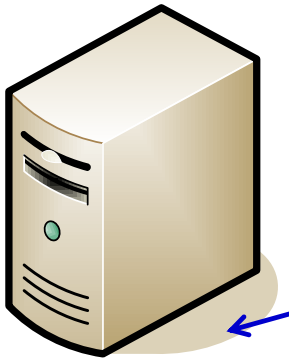
Network Attach Storage

- เป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย
- ทำงานคล้ายระบบ File server ใน Window
- NAS ใช้ OS ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับทำงานบันทึกอ่าน ข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถทำอย่างอื่นได้ ไม่สามารถลงโปรแกรมใดๆ ได้

- File server อาจมีหลายๆ Hard drive บรรจุอยู่ โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในเครือข่ายสามารถ บันทึก อ่าน ข้อมูลจาก Hard drive ในเครื่อง server ได้
- File server มักใช้ ระบบปฏิบัติการ (Operating System: OS) เช่น Window, Linux ที่สามารถทำงานอื่นๆ ได้ด้วยเช่น เปิดไฟล์เอกสาร หรือแก้ไขไฟล์เอกสาร

Network Attached Storage

ระบบ NAS เป็นระบบที่ให้บริการแก่คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในระดับของแฟ้มข้อมูล



SERVER

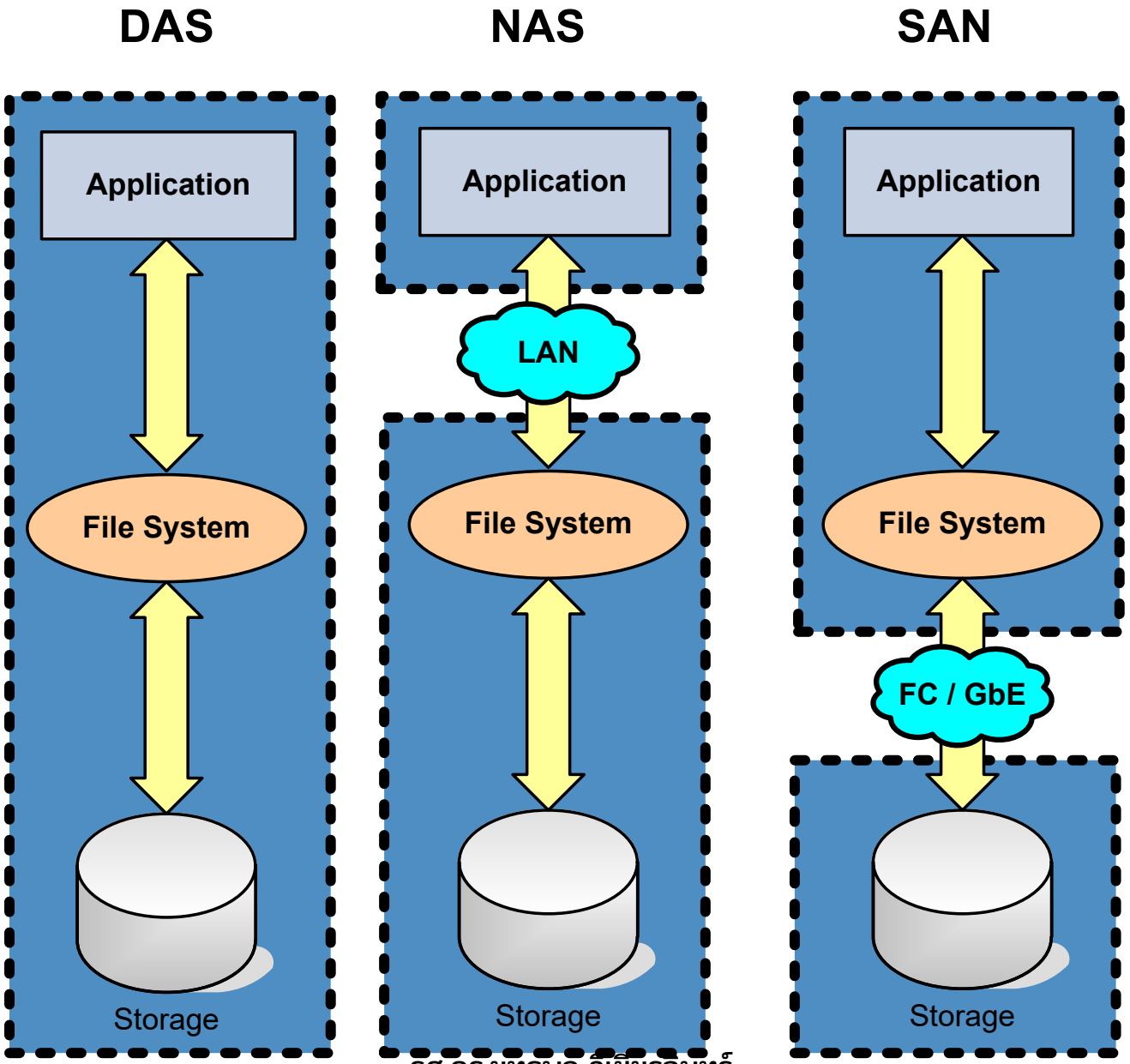
Ethernet LAN

NAS Device
(OS + DISK)
File server นั่นเอง

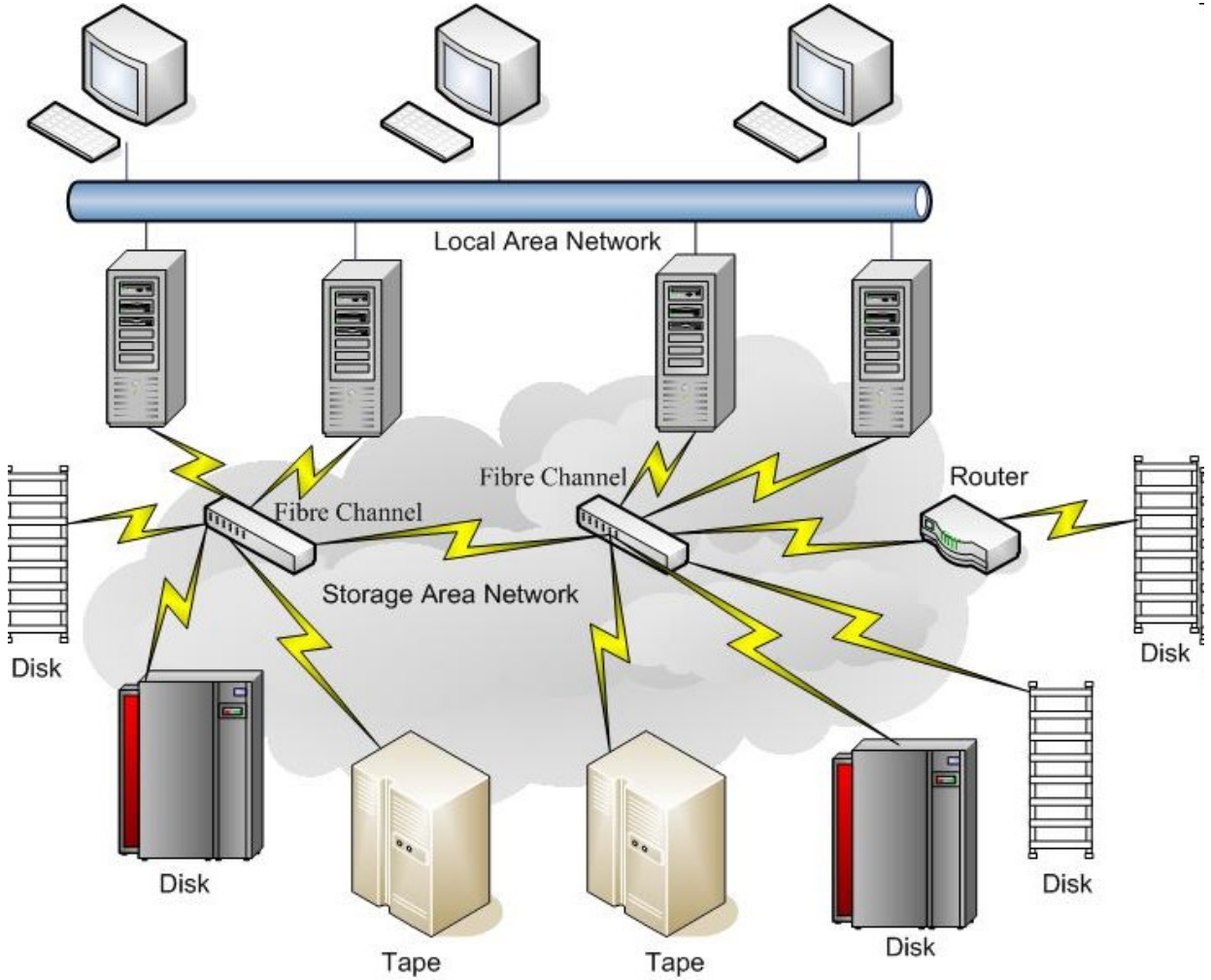
File System แบบเดียวกัน

QNAP
TS-859Pro
169.254.100.100

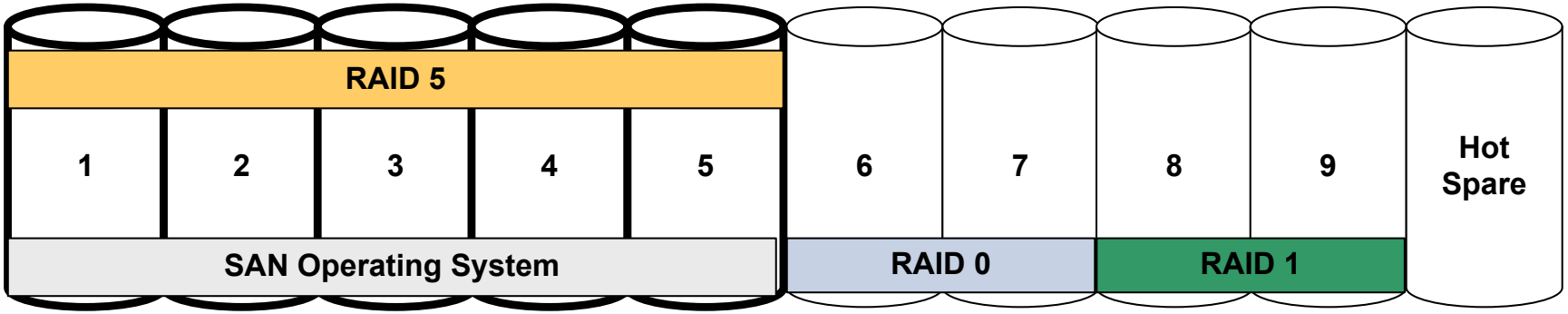
rocstor


DAS
NAS
SAN
Application
Application
Application
LAN
File System
File System
File System
FC / GbE
Storage
Storage
Storage

การเชื่อมต่อ SAN และ LAN



SAN Flexibility



Dynamic Disk Allocation: สามารถจัดการบริหารพื้นที่ได้สะดวกและยืดหยุ่น

End

Thank you