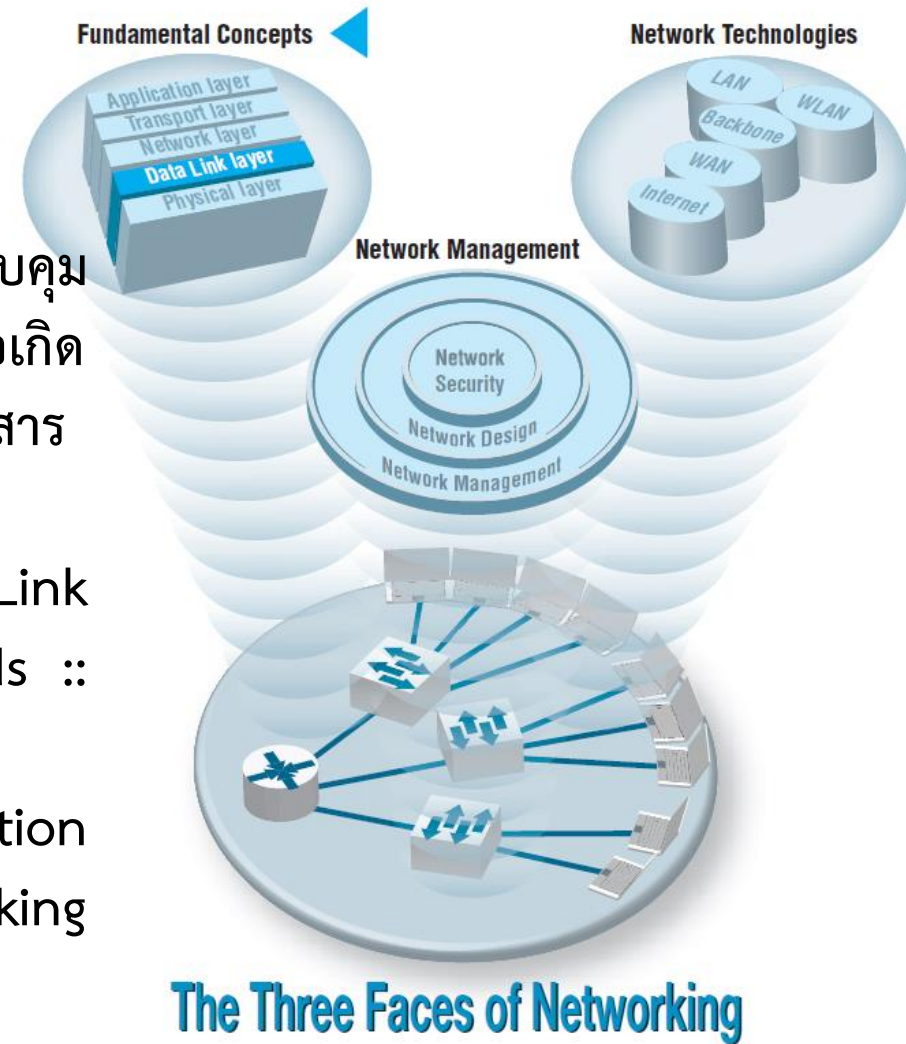


บทที่ 4 Data Link Layer

การควบคุมการใช้งานสื่อส่งสัญญาณ การควบคุมความผิดพลาดในการส่งข้อมูล การแก้ปัญหาเมื่อเกิดข้อมูลผิดพลาด และการหาประสิทธิภาพในการสื่อสาร
เนื้อหาในบทนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

Part 1 กล่าวถึง 4.1 Intro to Data Link Layer ถึง 4.3 Error Detection Methods :: Checksum และ

Part 2 กล่าวถึง 4.3 Error Detection Methods :: Cyclic Redundancy Checking (CRC) ถึง 4.6 Transmission efficiency



Data Link Layer

4.1 Intro to Data Link Layer

- คุณสมบัติของ Data Link Layer

4.2 Media Access Management

- การควบคุมการใช้งานสื่อส่งสัญญาณ

4.3 Error Control

การควบคุมความผิดพลาดในการสื่อสาร

4.4 Error Correction

- การแก้ปัญหาเมื่อเกิดข้อมูลผิดพลาด

4.5 Data Link Protocol

- ตัวอย่างโปรโตคอลที่ใช้ใน Data Link Layer

4.6 Transmission efficiency

- การหาประสิทธิภาพของการสื่อสาร

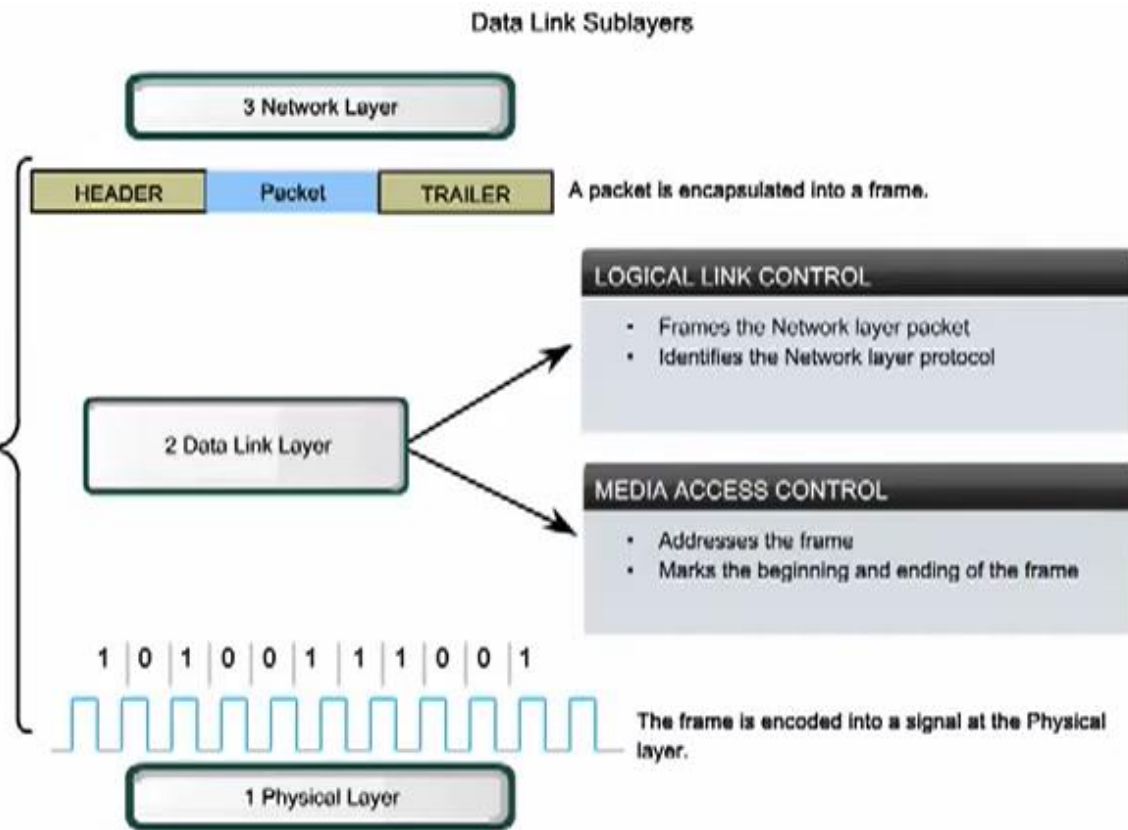
4.1 Intro to Data Link Layer

[4.2](#)[4.3](#)[4.4](#)[4.5](#)[4.6](#)

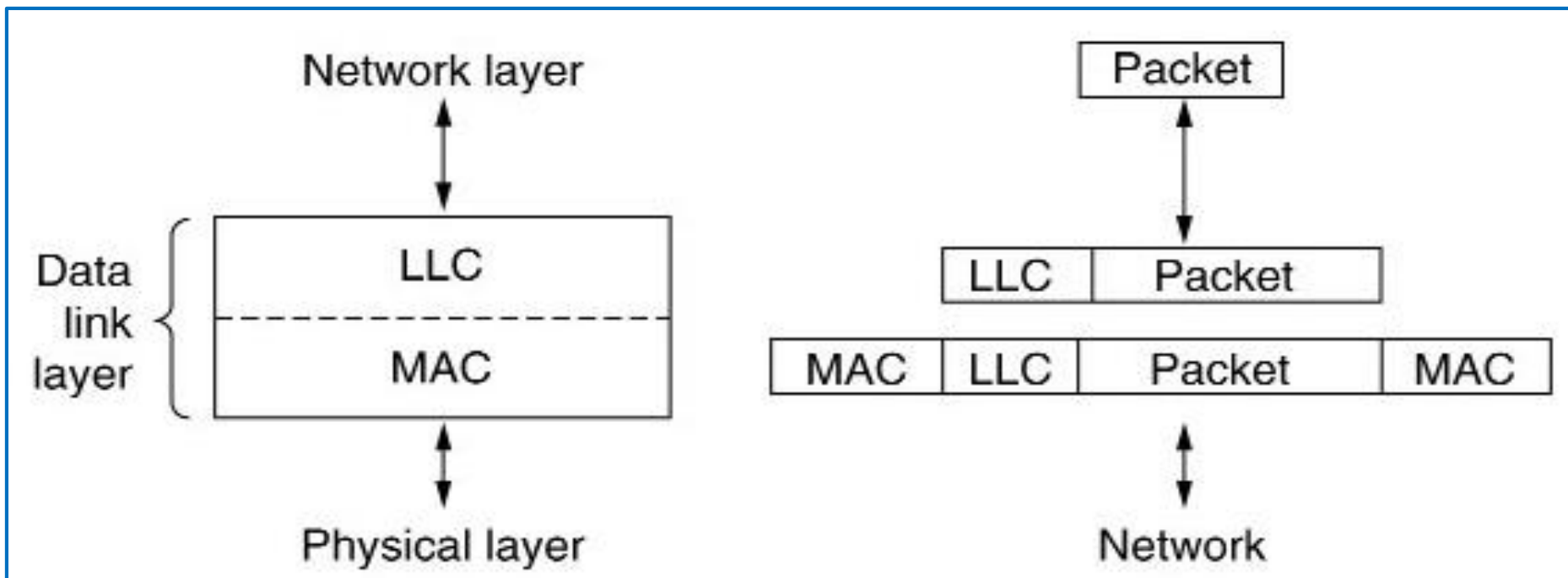
Data Link Layer ใน Internet Model มีหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมการติดต่อสื่อสาร และ ป้องกัน แก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ระหว่างการสื่อสารข้อมูล

โดยใช้ Data link protocol เป็นกฎในการสื่อสาร ซึ่งที่หน้าทั้งนี้

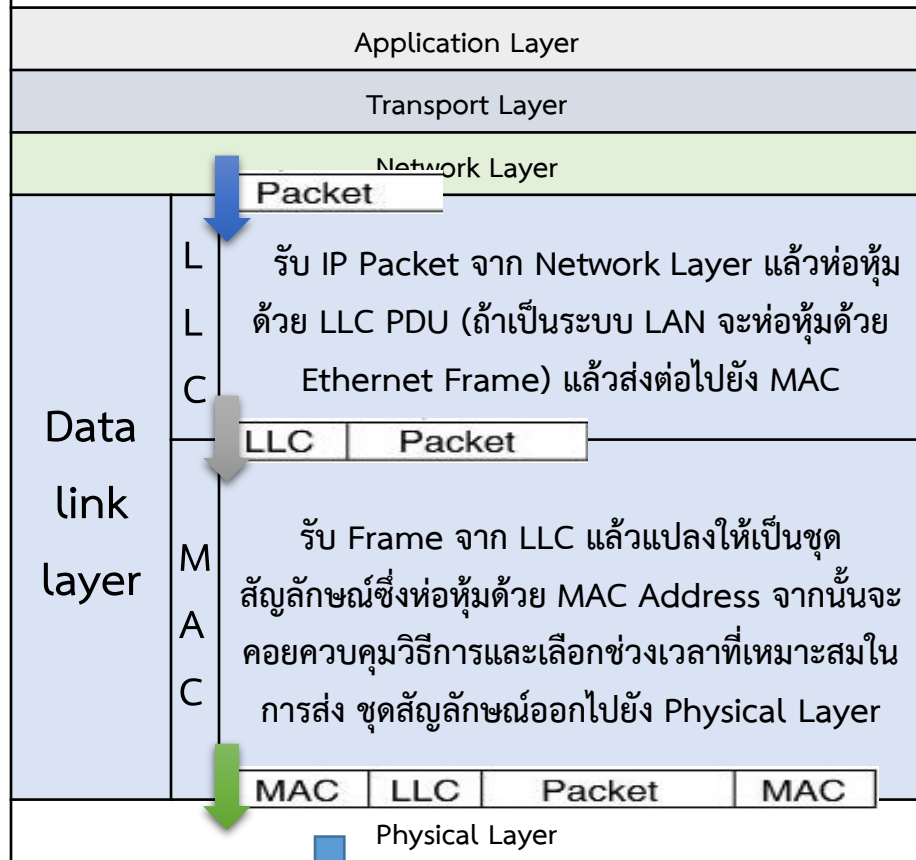
- 1) Media Access Control ควบคุมการใช้ช่องทางการสื่อสารร่วมกันให้เหมาะสม
- 2) Error Control ตรวจจับและแก้ไขข้อผิดพลาดในขั้นตอนการสื่อสาร
- 3) Message Delineation การระบุจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของชุดข้อมูล ด้วยการใช้ PDU



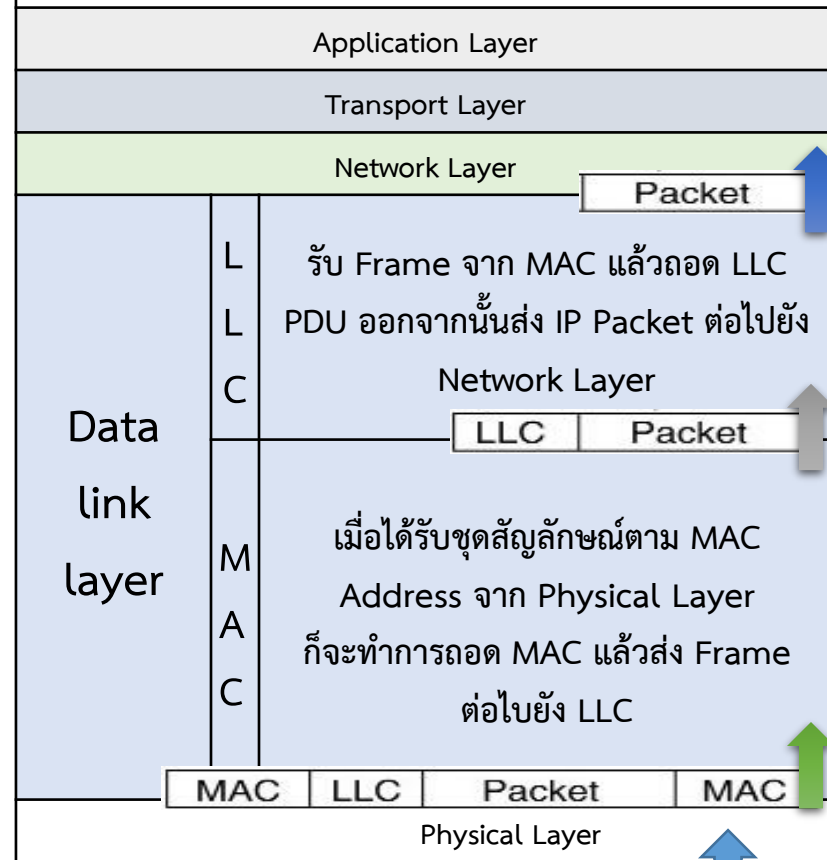
Data link layer มีส่วนประกอบย่อยสองส่วนคือ Logical link Control (LLC) และ Media Access Control (MAC)



ผู้ส่งข้อมูล (Sender)



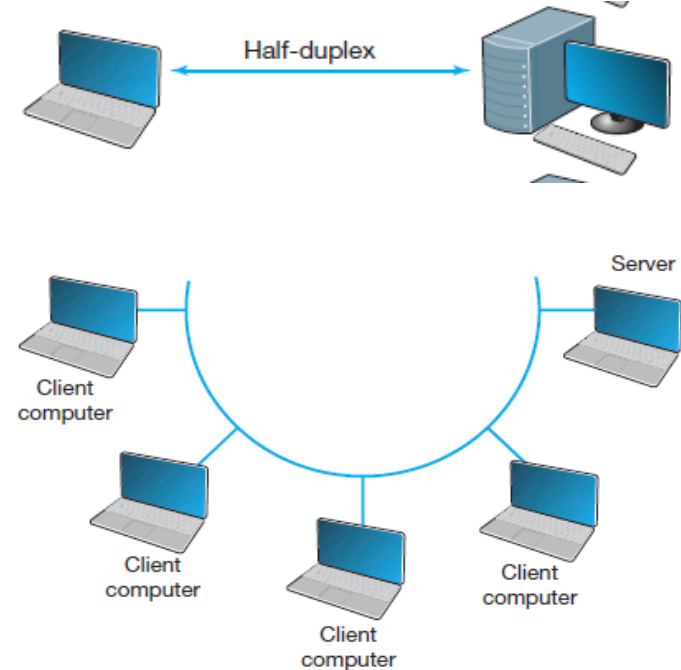
ผู้รับข้อมูล (Receiver)



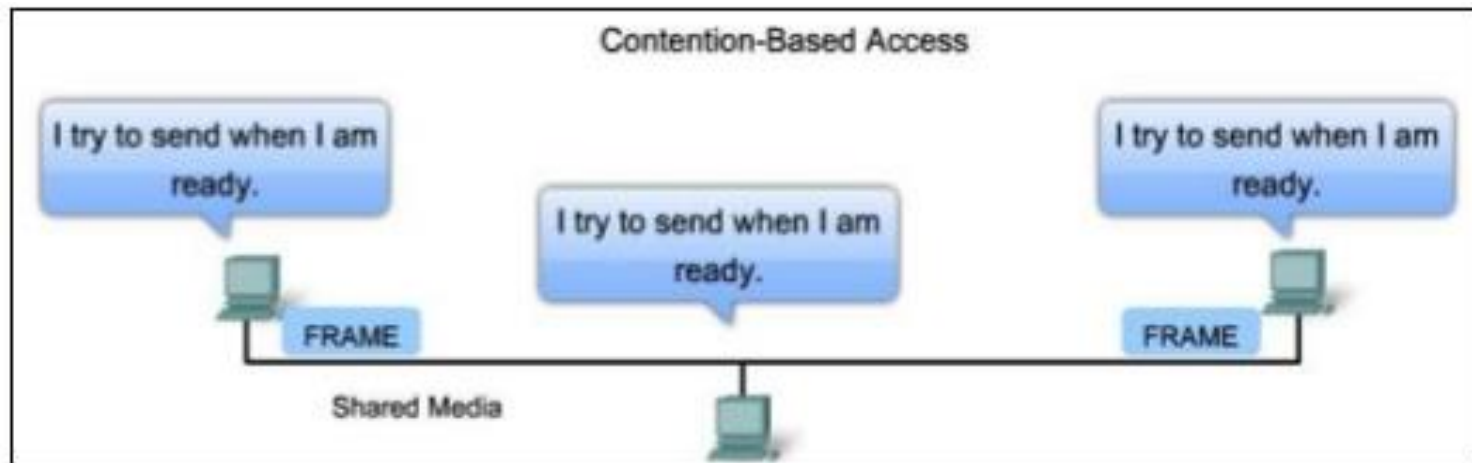
MAC :: การควบคุมการใช้งานสื่อนำสัญญาณ

ในกรณีที่วงจรการสื่อสาร (Circuit) มีสื่อนำสัญญาณเดียวกัน ผู้ส่งและผู้รับต้องแบ่งปันช่องทางการสื่อสารใน Circuit เช่น การเชื่อมต่อ Point-to-Point แบบ Half-Duplex ซึ่งต้องผลัดกันส่งรับบนช่องทางเดียวกัน หรือการเชื่อมต่อแบบ Multipoint ที่มีหลายเครื่องเชื่อมต่อบน Media เดียวกัน

MAC มี 2 แบบคือ Contention และ Controlled Access



Contention เป็นวิธีการ ช่งชิง (แย่ง) จ้งหะการใช้ช่องทางการสื่อสารซึ่งต้องรอให้ช่องสัญญาณว่าง ไม่มีเครื่องใดใน Circuit ใช้งานลื่อนนำสัญญาณในขณะเวลานั้น รูปแบบนี้จะนิยมใช้ในเครือข่าย LAN



Characteristics

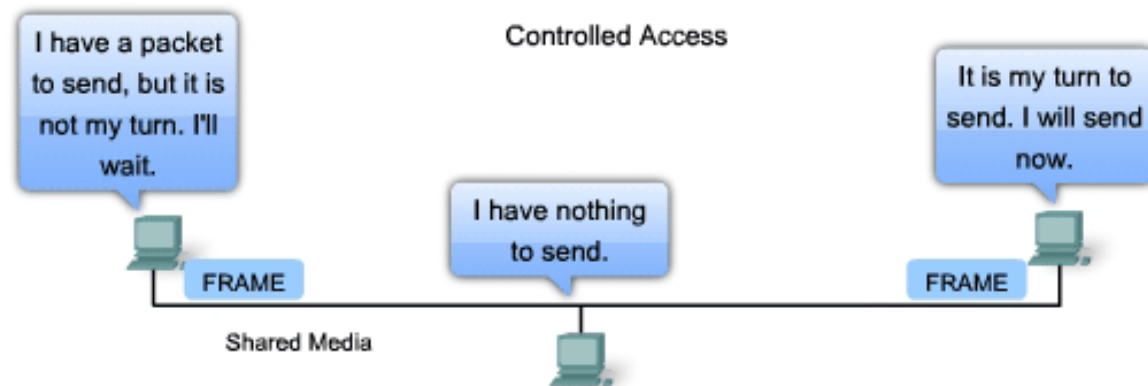
- Stations can transmit at any time
- Collision exist
- There are mechanisms to resolve contention for the media

Contention-Based Technologies

- CSMA/CD for 802.3 Ethernet networks
- CSMA/CA for 802.11 wireless networks

Controlled Access ใช้อุปกรณ์ตัวกลางคอยควบคุมการสื่อสาร นิยมใช้ใน Wireless LAN โดย Wireless Access Point ทำหน้าที่ควบคุมและกำหนดลำดับการสื่อสาร ซึ่งเทคนิคของการสื่อสารแบบ Controlled Access มี 2 รูปแบบคือ Access Request และ Polling

Access Request ผู้ส่งข้อมูลจะต้องส่งสัญญาณร้องขอคิวการส่งข้อมูล ไปยัง Wireless Access Point เมื่อผู้ส่งได้รับคิวจาก Wireless Access Point จึงจะสามารถเริ่มส่งข้อมูลได้ และในขณะเดียวกันผู้ส่งอื่นจะต้องรอให้เครื่องที่ได้รับคิว ส่งข้อมูลให้เสร็จสิ้นก่อนจึงจะร้องขอคิวได้

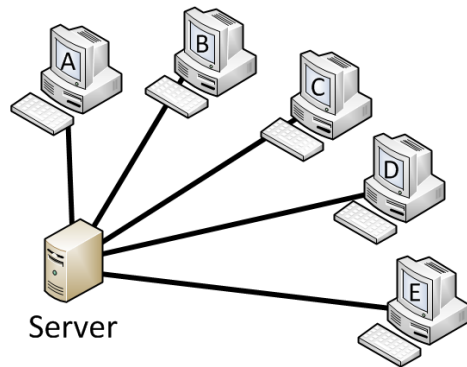


Method	Characteristics	Example
Controlled Access	<ul style="list-style-type: none"> Only one station transmits at a time Devices wishing to transmit must wait their turn No collisions Some deterministic networks use token passing 	<ul style="list-style-type: none"> Token Ring FDDI

Polling จะให้ Wireless Access Point คอยส่งสัญญาณไปถามความต้องการส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายทีละเครื่อง ซึ่งเครื่องที่ต้องการส่งจะต้องนำข้อมูลที่ต้องการส่งมา Store รอไว้ก่อน เมื่อผู้ส่งได้รับ Poll ก็ส่งข้อมูลออกมาทันที ทั้งนี้การ Poll ยังมีการแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ Roll-Call Polling และ Hub Polling

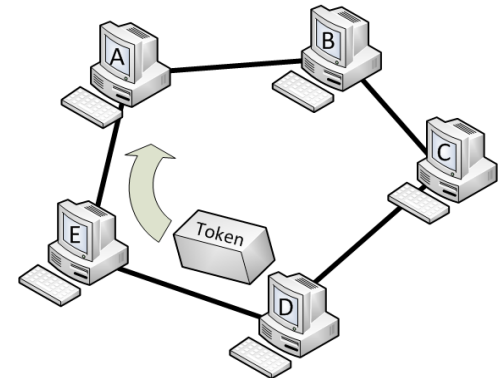
Roll-Call Polling

จะจัดเรียงลำดับการ Poll ไว้ก่อนแล้ววนถามตามลำดับที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะเรียงลำดับ 1, 2, 3, 4 หรืออาจจะไม่เรียงก็ได้ เช่น 1, 2, 3, 1, 4, 5, 1, 6, 7, 1, 8, 9 แล้วแต่การกำหนดลำดับความสำคัญ



Hub Polling

หรือที่เรียกว่า Token Passing เป็นการโยน Poll ต่อ ๆ กันไป โดยจะต้องมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่เริ่มสร้างสัญญาณ Poll แล้วส่งไปให้เครื่องถัดไปจนครบรอบ ถ้าไม่มีเครื่องใดต้องการส่งข้อมูลจน Poll วนกลับมาถึงเครื่องแรกก็สร้างสัญญาณ Poll ก็ทำการสร้างสัญญาณ Poll รอบใหม่

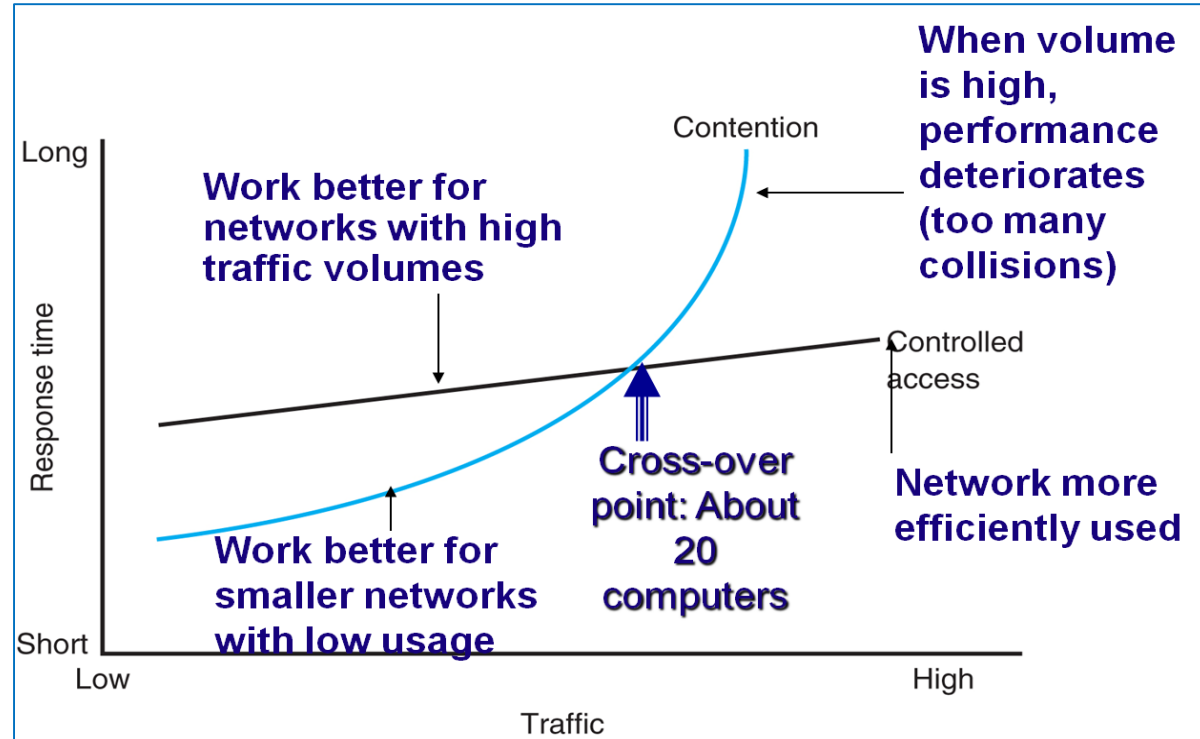


ความสัมพันธ์ของ Contention และ Controlled Access

ถ้าอุปกรณ์ในระบบมีจำนวนน้อย
Contention จะสื่อสารได้เร็วกว่า
Controlled Access

ถ้าอุปกรณ์ในระบบมีจำนวนมาก
Controlled Access จะสื่อสารได้เร็วกว่า
Contention

จากกราฟสามารถสรุปได้ถึงจำนวนสมาชิกที่เหมาะสมคือ ประมาณ 20 เครื่องคอมพิวเตอร์ จึงจะมีความสมดุลกัน เนื่องจาก เครือข่ายในปัจจุบันมีการเชื่อมต่อ Ethernet ทั้งแบบ ใช้สาย และไร้สายเข้าไว้ด้วยกัน



การตรวจจับและแก้ไขข้อผิดพลาดในขั้นตอนการรับส่งข้อมูล



การสื่อสารข้อมูล คือการส่งรับข้อมูลระหว่างผู้ส่ง และผู้รับ ซึ่งข้อมูลจะต้องมีการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางโดย ใช้ตัวนำ (Medium) ใน Physical Layer เป็นช่องทางในการขนส่งข้อมูล

ในขณะที่ข้อมูลกำลังเดินทาง อาจอาจเกิดเหตุที่ไม่คาดคิดทำให้ข้อมูลเกิดข้อผิดพลาด (Corrupted Data) หรือข้อมูลสูญหาย (Lost Data) ดังนั้นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าวมีประเด็นสำคัญ 3 ประการคือ

- 1) Prevent ป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น
- 2) Detect ตรวจสอบว่าเกิดปัญหาขึ้นหรือไม่ โดยการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้รับ
- 3) Correct แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องสมบูรณ์เมื่อพบว่าข้อมูลมีความผิดพลาด

การป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

ตัวอย่างข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากขั้นตอนการสื่อสาร

- ข้อมูลในส่วนที่เป็น # หมายถึงการเกิด Error ใน bit ของ Character นั้น แต่เมื่อลองดูความหมายแล้ว อาจจะพอเดาได้ นั้นหมายถึงว่าข้อมูลไม่ได้มีความผิดพลาดเกินไป จึงสามารถทำให้ถูกต้องได้ แต่ถ้าเกิดความผิดพลาดหลายจุดมากเกินไป ก็จะไม่สามารถเข้าใจความหมายของข้อมูลที่ถูกต้องได้

ข้อมูลที่ต้องการส่ง

When errors are more or less evenly distributed, it is not difficult to grasp the meaning even when the error rate is high, as it is in this sentence



ข้อมูลที่ได้รับแต่มี Error

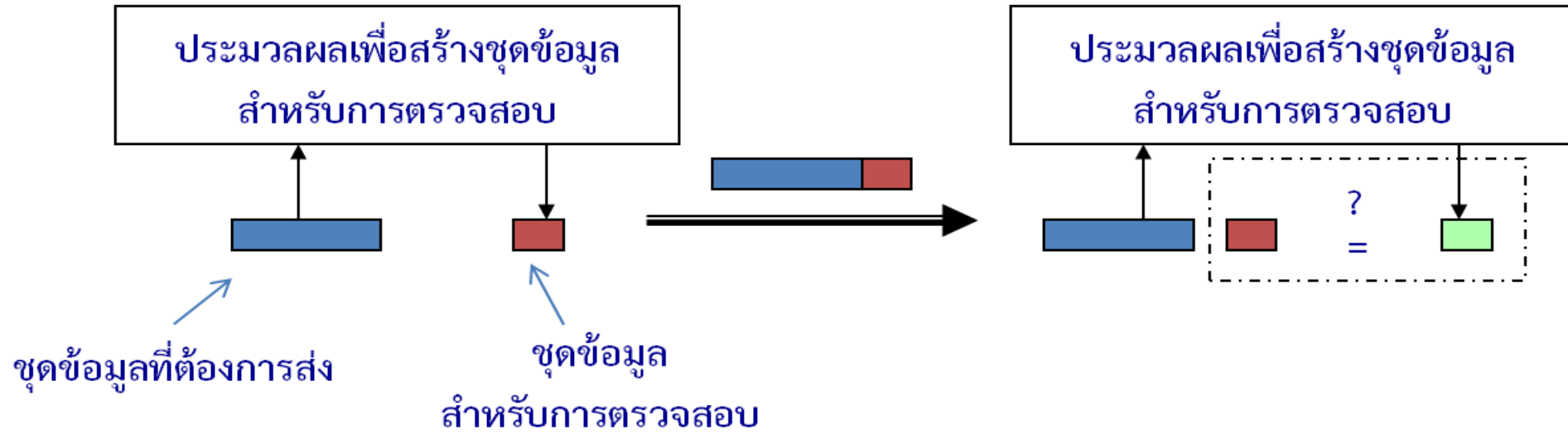
W###n err### are #ore or ###s evenly d#####ib#ted, it is not di#fic## to gras# the me#ning even wh## the error #ate is high, as it is in this #####nce

Error	สาเหตุ	วิธีการป้องกัน/การหลีกเลี่ยง
White noise (คลื่นรบกวนจากความร้อน)	การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายตัวนำแล้วทำให้เกิดความร้อนสะสม	เพิ่มความแรงของสัญญาณ (เพื่อเพิ่ม SNR*)
Impulse noise (สัญญาณโดนแทรก)	สัญญาณรบกวนจากจุดกำเนิดพลังงานต่างๆ เช่น ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ การปิดเปิดสวิต	ใช้ Shield หรือเคลื่อนย้ายสายให้อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดพลังงาน
Cross-talk (การข้ามสาย)	Guard band ของการทำ Multiplex แคบเกินไป หรือสายนำสัญญาณวางใกล้กันเกินไป	ขยาย Guard band ให้กว้างขึ้น, ขยับสายสัญญาณให้ห่างขึ้น หรือใช้สายที่มี Shield
Echo (การสะท้อนของสัญญาณ)	การเชื่อมต่อสายสัญญาณที่ไม่ดี ทำให้สัญญาณเกิดการสะท้อนกลับไปยังแหล่งกำเนิด	เชื่อมต่อสายนำสัญญาณให้ดีขึ้นหรือ ปรับแต่งค่าการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย
Attenuation (สัญญาณอ่อนลง)	ความลดทอนในสายนำสัญญาณระยะไกล	ใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ Repeater หรืออุปกรณ์ขยายสัญญาณ Amplifier
Intermodulation noise (Cross-talk ไปยังสายที่สาม)	การรวมสัญญาณของสองตัวนำแล้วไปรบกวนช่องสัญญาณอื่น	ขยับสายสัญญาณให้ห่างขึ้น หรือใช้สายที่มี Shield

Signal-to-Noise Ratio (SNR) คืออัตราส่วนระหว่าง กำลังของสัญญาณต่อกำลังของ Noise ใช้บอกว่าสัญญาณที่ส่งมีสัญญาณรบกวนมากแค่ไหน ยิ่งค่าที่ได้มีค่ามากจะยิ่งส่งสัญญาณได้ดี

การตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้รับ

การทำ Error Detection เป็นการส่งข้อมูลซึ่งมีชุดข้อมูลพิเศษที่ใช้สำหรับการตรวจสอบไปกับชุดข้อมูลที่ต้องการส่ง โดย Data link Protocol ของผู้ส่งจะต้องทำการประมวลผลและส่งข้อมูลชุดข้อมูลดังกล่าว ส่วนผู้รับเมื่อได้รับข้อมูลจะนำข้อมูลมาประมวลผลเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลพิเศษโดยใช้ตรวจสอบตามขั้นตอนวิธีเดียวกันกับผู้ส่ง จากนั้นจะนำผลที่ได้ มาเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลพิเศษที่ได้รับ ตรงกันกับชุดข้อมูลพิเศษที่ถูกแนบมา แสดงว่าข้อมูลชุดนั้น มีความถูกต้อง ถ้าไม่ตรงกันแสดงว่าข้อมูลเกิดความผิดพลาด



รูปแบบของวิธีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล

Parity
Checking

Checksum

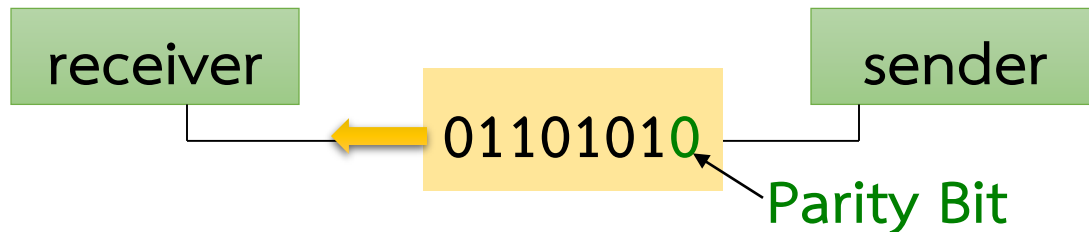
Cyclic
Redundancy
Checking
(CRC)

กรณีต้องการส่ง ตัวอักษร V ซึ่งข้อมูลได้จาก 7-bit ASCII คือ 0110101

EVEN parity

ถ้าบิต 1 ของชุดข้อมูลเป็นจำนวนคู่ ไม่ต้องเพิ่ม 1 ให้เพิ่ม 0

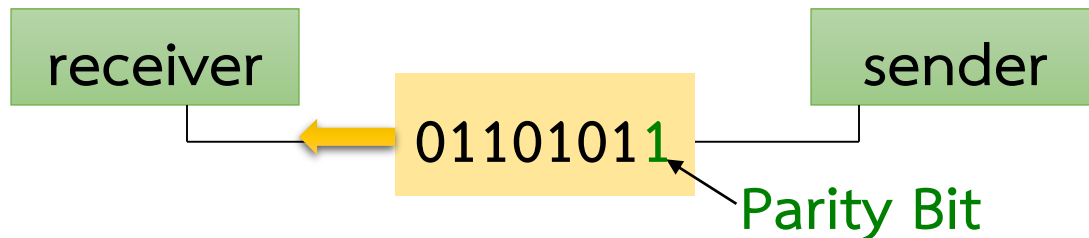
ถ้าบิต 1 ไม่เป็นจำนวนคู่ ต้องเพิ่ม 1



ODD parity

ถ้าบิต 1 ของชุดข้อมูลเป็นจำนวนคี่ ไม่ต้องเพิ่ม 1 ให้เพิ่ม 0

ถ้าบิต 1 ไม่เป็นจำนวนคี่ ต้องเพิ่ม 1



Parity Checking

Original Data	Sender Parity Bit	Transmitted Information	Received Calculated Parity Bit	Agree
0100110	1	01001101	1	Yes
0100110	1	01001 <u>0</u> 01	0	No

Failure of Parity Checking

Original Data	Sender Parity Bit	Transmitted Information	Received Calculated Parity Bit	Agree
0100110	1	01001101	1	Yes
0100110	1	0100 <u>00</u> 01	1	Yes

การทำ Checksum

N	e	t	w	o	r	k	s
4E	65	74	77	6F	72	6B	73

ผลรวมของข้อมูล $4E65+7477+6F72+6B73 = 19DC1$

Failure of Checksum

Data Item	Checksum Value
0101	5
0110	6
0100	4
0001	1
Total	16

Data Item	Checksum Value
010 <u>Q</u>	4
011 <u>1</u>	7
010 <u>1</u>	5
000 <u>Q</u>	0
Total	16