

Network Layer .

Forwarding : ส่งตรวจแพคเกจก่อนทำการส่ง.

routing : การส่งแพคเกจจาก source to dest

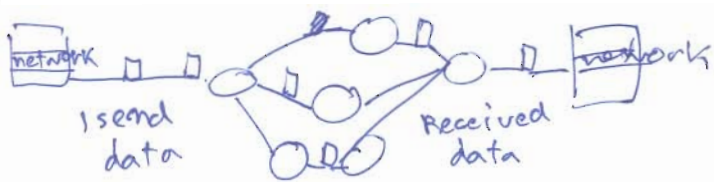
virtual circuits.

ทำ call setup ก่อนส่งข้อมูล

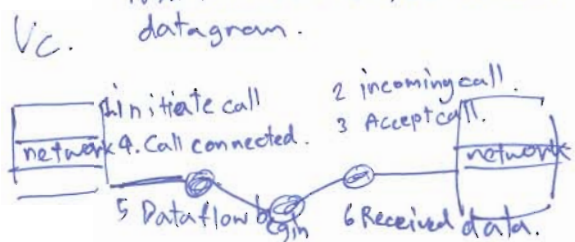
ใช้ทรัพยากรร่วมกัน ถ้ามีทรัพยากรน้อยทำการต่อได้ช้ากว่า

Datagram network

ไม่ต้องทำ call setup ใน network layer .



physical = data.
 mac add. (unique address)
 Frame = ข้อมูล
 Transport layer = segment.
 Network layer = package.
 IP data = แพคเกจข้อมูล
 ใน network layer ส่งเป็น package, data gram



Manchester synchronous.
 Synchronous
 1 bit ต่อ 1 bit

DATAGRAM or Vc network.

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| ข้อมูลส่งมาตามลำดับ | ได้ synchronization ข้อมูลไม่หาย. |
| ไม่ซับซ้อน | ใช้เทคโนโลยีที่ง่าย (Hardware) |
| ใช้ทรัพยากรตามความต้องการ | ระบบภายในมีความยืดหยุ่น |
| ระบบภายในไม่ซับซ้อนกว่า Vc. | |
| ง่ายมาก | ไม่ซับซ้อน |

Bus มีหลายแบบ LAN
 Star มีหลายแบบ
 หรือ Ring

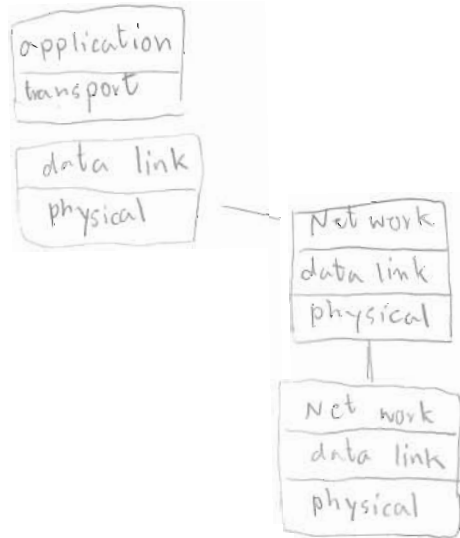
mac address 48 bit
 Ip address 32 bit.

การส่งข้อมูลแบบ ~~มี~~
 ส่ง = 2 ครั้งเพื่อหลีกเลี่ยง collision ง่าย.
 ส่ง 1 ครั้ง = 1 ครั้ง
 เกิดความ

การรับเพื่อนไปเรียน คอมพิวเตอร์
 คอมพิวเตอร์ ไม่ซับซ้อน

Network Layer

- transport segment คือข้อมูลจากผู้ส่งไปผู้รับ
- ในเครือข่าย จะมีการจัดเก็บ และส่งไปเป็นลำดับ
- จะมีการระบุไปปลายทาง ในทุกๆ โหนด
- ใน Network จะมีการส่ง layer คือ



Network Layer Functions

- forwarding
- routing

Network layer connection and connection-less service

- datagram network provides network layer
- VC network
- analogous

ความดี มีไว้ให้

จับคู่รัก สักหน่อย โดยไม่มีทอง

บันทึกช่วยจำ

CSMA/CD

$$efficiency = \frac{1}{1 + 5 + \underbrace{f_{prop}}_{\text{เวลาที่ใช้ในการส่ง Frame ทั่ว J}} + \underbrace{f_{trans}}_{\text{เวลาที่ใช้ในการส่ง Frame ทั่ว J}}}$$

ระบบทว, เวลาเรอรับขอส่งขอมูลจากที่ส่ง J ในระบบ เพื่อไปค่านี้ป้ไปทล 1

Manchester encoding. = ทักส่งขอมูลเวลาบอ้บมกัน $\frac{1}{2} \text{ และ } \frac{3}{4}$

Hubs = จะใช้บอ้บม, จะใช้ทล Repeater. ~~ทล~~ ทลส่งขอส่งขอมูลส่งแบบทลเวลา J ทลบมทล
ทลรับขอส่งขอส่งทลส่งทลส่ง, จะใช้ส่งบอ้บม collision เอง

Switch = ทลรับทลส่งทลส่งขอส่งขอส่งทลส่งทลส่ง, จะทล Forward Frame ออกไป
ส่งบมทลส่งบมทลส่งทลส่ง, User ทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง, จะทลทลส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง
ขอส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง

switch จะใช้ Mac address, interface.
to reach host, time stamp (ได้รับ Mac
จะทลทลส่ง)

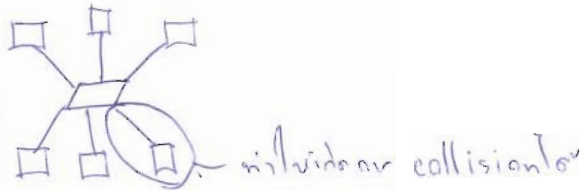


Diagram Network.

- ไม่ได้ setup connection ส่วนทลทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง
- อาจจจะส่งทลส่งทลส่ง package ทลส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง

- ความส่คือ ระบบส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่งทลส่ง และ จะใช้ทล Q_c ใช้ทลทลส่งทลส่ง
(จะส่งทลส่ง)

Link-Layer Addressing

บันทึกช่วยจำ

- IP address ใช้ใน network-layer
- เปรียบเสมือน packet (datagram)
- IP subnet ใหญ่ IP กระจายทั่ว subnet
- MAC (or LAN or physical or Ethernet)
- ใช้ในการส่ง frame จาก เครื่องหนึ่ง → เครื่องอื่น ใน network เพื่อสื่อสาร
- MAC address 4-6 บิตต่อ 8 บิต (48 bit)
- LAN card แต่ละอัน 4 บิต MAC address

LAN Addresses and ARP

- การส่ง ไปยังทุกเครื่อง ใน network Broadcast address
- MAC address : เลข 6 บิต = 32 bit
- IP hierarchical add 4 บิตต่อ 32 บิต
- IP address 4 บิตต่อ 32 บิต subnet
- ARP protocol : ใน network เพื่อสื่อสาร

Addressing : routing to another LAN - ใช้งาน LAN

- A ส่งไปให้ B ไปที่อีก LAN ไปที่ Router
- A ส่ง IP ของตัวเอง เพื่อส่งไปให้ B
- A ส่งที่จาก ไปหา IP's mac address
- A ส่ง link กับ IP's mac add ให้ B
- A'S NIC 4 บิตต่อ 6 บิต
- R'S NIC 4 บิต
- R ที่ 4 บิต IP เพื่อหา A, B
- R ส่งที่จาก เพื่อส่ง B'S mac
- R ส่ง frame ไป A-to-B IP เพื่อส่งไปให้ B

- A ส่งที่จาก ไปหา IP ของ B เพื่อส่งไปหา B's mac
- A broadcast ARP query 4 บิตต่อ 32 บิต ไปหาเครื่อง ที่ 4 บิตต่อ 32 บิต LAN เพื่อสื่อสาร
- ARP is "plug-and-play" ไม่ต้องให้ใครทำอะไร

Ethernet

- มาตรฐานของ LAN

Star topology

- bus เริ่มที่จุดใดจุดหนึ่ง จาก node 4 บิตต่อ 32 บิต อาจจะสื่อสารกันเอง
- สัญญาณใน Star ใช้ switch อยู่ตรงกลางแล้วส่งออกไปยัง "spoke" สัญญาณจะออกมาจาก switch



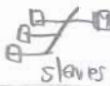
Taking Turns

บันทึกช่วยจำ

low load มีช่องว่างรอรับที่ว่าง

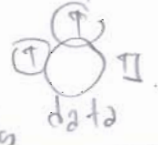
1) polling มีปัญหา ไม่ต้องการให้ใช้พลังงานมากเกินไป

- มี master, slave
- master ทำหน้าที่



2) token passing

- ใช้สัญญาณที่เอาไปใช้เพื่อติดต่อระหว่างกัน
- มี token ไปรับส่ง
- มีวงวน
- token นี้จะวิ่งไปส่ง data



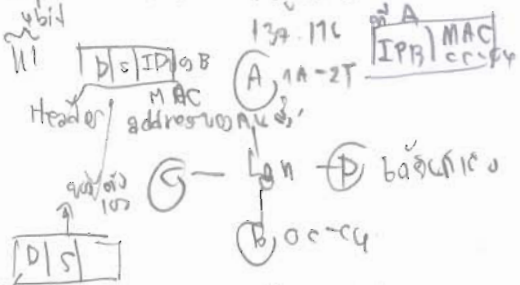
MAC address and ARP

- IP address ทำหน้าที่เอาไปใช้กับ packet ใน IP protocol

- MAC เป็นในส่วนของ Frame ของ LAN หรือของการ์ดเน็ตเวิร์ก

MAC address ได้มาโดยอัตโนมัติของการ์ดเน็ตเวิร์ก

ถ้าทำ LAN ไปอยู่ที่อื่น IP address ต้องเปลี่ยน



Ethernet CSMA/CD algorithm

check ว่ามีสัญญาณอื่นหรือไม่ ถ้ามีแล้วรอจนกว่าจะว่างแล้วส่ง data

Ex: 1) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

การส่ง data ใน LAN ใช้ ARP

- มี ARP table 111.111.111.111
- A ส่ง Link layer กับ router address
- router ส่ง A ส่ง
- router ส่ง R ส่ง ARP table กับ A
- R ส่ง Frame AW B ส่ง

Ethernet bus ใช้ non-persistent collision domain

star - switch ใช้ collision domain

spoke as run internet protocol

synchronize clock

connectionless → ไม่มี connection

unreliable → ไม่รับประกันว่าจะได้รับ

application layer มี gaps

บันทึกช่วยจำ

Multiple Access Link & Protocols มี 2 ชนิด

1. แบบ Point-to-Point (จุดต่อจุด)
 - แบบ PPP (link ที่เชื่อมกับ satellite)
 - แบบ HDLC (ใช้กับ Ethernet switch กับ host)
2. Broadcast (แบบกระจาย)
 - แบบ old-fashioned Ethernet
 - 802.11 Wireless LAN

MA protocols

- + 1. เริ่มต้นที่สถานีเดียวแล้วส่ง
- + 2. เริ่มที่ 2 สถานี or > 2 สถานี + ใช้โปรโตคอลการรับส่ง data
 - ใช้กับเครือข่าย
 - มี 2. ที่สถานี 1, 2, 3, 4

Broadcast channel of rate R bps

- สถานีเดียว can ส่งที่ R bps
- มี N สถานี แล้ว สถานีส่ง A/M
- ใช้ N.A < ใช้ใน (ระบบดาว, ใช้ในเครือข่าย)
- 1 สถานี

MAC แบบใด

1. channel partitioning 1. แบ่งตามความถี่

1.1 TDMA - แบ่งความถี่ในวง

- มี 2. จำนวนสถานีในเครือข่าย
- ใช้ในวงที่ไม่ส่งไป

1.2 FDMA - แบ่งความถี่ตาม

- มี 2. จำนวนสถานีในวงให้แต่ละสถานี - ใช้ในวงที่ไม่ส่งไป

2. RA Protocols แบบสุ่มส่ง

- + 1. สถานีเดียวแล้วส่ง - ส่งที่ R bps
- + 2. สถานี or > 2 สถานี - ใช้การรับส่ง data
- + 3. การรับส่งแบบสุ่ม (ส่งไป)

2.1 slotted ALOHA - วงการรับส่งใน 2. ส่งใน slotted ที่เริ่มเท่ากัน

- 1. ใช้ในสถานี - Pure

2.2 Pure ALOHA - สถานีส่งส่ง ส่งตามใจตัวเอง - ตามสุ่มไป

- 1. ใช้ในสถานี

2.3 CDMA - ส่งไปส่ง - การกระจายความถี่ - channel ที่ส่งแล้วรับไป

- มี 2. จำนวนสถานีในวง

CDMA/CO 1. แยกความถี่ CDMA ใช้วิธีสุ่มเลือกสัญญาณ

3. Taking turn ส่งไป

- channel partitioning - ใช้ high load มี 2. ส่งไป
- ใช้ low ไฟฟ้า

- RA - ใช้ low load มี 2. ส่งไป
- ใช้ high ส่งไป

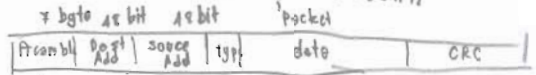
taking turn แบบสุ่ม

3.1 Polling แบบสุ่ม มี master node รับส่ง slave node

- ถ้า master ภาย ไปส่ง. ส่ง
- ถ้า slave - ใช้ dumb ไปส่ง

3.2 Token Ring - ใช้ token เป็นสัญญาณ

- ถ้า token ภาย ไปส่ง. ส่ง
- ถ้า slave ไปส่ง
- ใช้ในวงที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8



8 byte

MAC Address and ARP หน้าที่ช่วยจำ

Ethernet - Metcalfe 001111

- IP Address = เติไว้กับ package หรือ datagram ใช้ใน
msn IP Protocol ดูว่า package ปลายทางอยู่ในไหนแล้ว
ส่งไปเลขที่ระบุใน IP address แล้ววิ่งจาก Router หนึ่ง
ไปอีก Router หนึ่ง ไปเรื่อยๆ จนถึงปลายทาง

- bus ฝืดคือ ทุกเครื่องต้องรอคิวไม่ถึงกันหมด
- อากาศ, เงินที่กินใกล้ๆ แบบนี้ใช้ LAN

Star topology

- MAC Address = มีอยู่ใน Rom ของ LAN ซึ่ง LAN CARD
แต่ละอันมี MAC Address ไม่เหมือนกันใช้กันทั่วทั้งเฟรม
จาก ค. -> อธิบายเครื่องที่อยู่ในระบบ LAN ใดอันไหน
ถ้ามี LAN ได้ ถ้าคำสั่งข้ามระบบ LAN ต้องใช้ IP address
ของ LAN ใดอันนั้น คือสายเชื่อมถึงกันโดยผ่าน Router
- switch = สายเชื่อมถึงกันโดยตรง, เชื่อมกันผ่าน S.

- bus มีขมสวทอน switch
- ทั่วทั้ง Ethernet ทีเดียว Star เป็นที่นิยมอยู่
- switch = แบ่ง Collision domain
- Active switch = มีส่วนร่วมรับส่งข้อมูลกับเฟรม
- each "spoke" = แต่ละอันที่ส่งออกมาจาก switch
จะ run internet protocol ทีเดียว.

= frame = ก้อนของข้อมูล เวลาส่งข้อมูลหรือรับข้อมูล
แบ่งเป็นก้อนเล็กๆ

หน้าที่ของ preamble ทำหน้าที่ในเทต
17 บิตใช้ Synchronize บิต
27 บิตใช้ว่าจุดเริ่มต้น Frame ของตัวเอง

- MAC Address เป็น 48 bit ถูก burn ลงใน Rom ของ
ถูก set ที่อยู่ใน Rom ของการ์ดไว้อย่างถาวร

- Network interface card (NIC)

- Type = ระบุว่าจะต่อที่แบบใด
เป็นชนิดอะไร

LAN Address

- MAC Add = ได้มาจาก การดึงข้อมูลของโรงงาน IEEE
- MAC Address = เก็บไว้ที่บนการ์ดของคอมพิวเตอร์
- IP Address = ที่อยู่ที่มีโครงสร้าง

เลขของ MAC Add

- CRC = อัลกอริทึมในการนำข้อมูลมา
คำนวณแล้วตรวจสอบว่าข้อมูล
ผิดพลาดหรือไม่
- Connectionless = การส่งข้อมูลไม่มีการติดต่อกัน
อยู่รับได้รับข้อมูลเสร็จ

ARP : Address Resolution Protocol กับการแปลง
จาก address

- unreliable = ส่งแล้วไม่ได้รับรู้ว่ามีรับหรือไม่
เป็นมาแล้วก็จบ
- Ethernet 95 CSMA/CD หมายความว่าไม่ส่ง Sync
แล้ว
- Jam Signal = ปล่อยสัญญาณ 48 bit เพื่อ
เคลียร์ข้อผิดพลาด Collision
- Exponential.

Link - Layer Add

บันทึกช่วยจำ

MAC Addresses and ARP

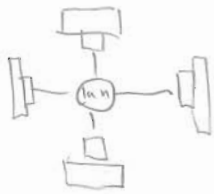
- IP address 1/1 ใน network-layer address
- IP subnet 1/1 ของ IP ใน network-layer

MAC

- Link layer frame ของ network-layer → network-layer ใน network layer
- MAC add : เป็นที่อาศัยใน Router (43bits)
- Land Guard : เป็นที่อาศัย MAC add นี้

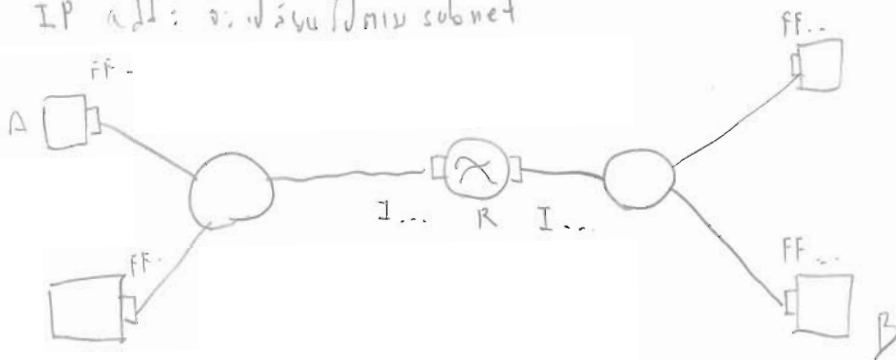
LAN Add and ARP

- Broadcast add
- FF-FF-FF-FF-FF-FF



การรับส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ → คอมพิวเตอร์ที่อยู่บน LAN Add

- IEEE 802.3 เป็นมาตรฐานของ MAC add
- MAC add : เป็นที่อาศัยในคอมพิวเตอร์
- IP add : เป็นที่อาศัยในคอมพิวเตอร์
- MAC flat add → เป็นที่อาศัยใน LAN (ไม่มี hierarchy) ใน LAN standard นี้
- IP hierarchical add : มีลำดับชั้นของที่อยู่ ในที่อยู่บน IP add : เป็นที่อาศัยใน subnet



- A เป็นที่อาศัยใน LAN ของคอมพิวเตอร์
- Router
- A เป็นที่อาศัยใน LAN ของคอมพิวเตอร์ B
- A เป็นที่อาศัยใน Router's MAC add
- A เป็นที่อาศัยใน link layer → เป็นที่อาศัยใน LAN
- A's NIC เป็นที่อาศัยใน LAN
- R's NIC เป็นที่อาศัยใน LAN
- R เป็นที่อาศัยใน IP เป็นที่อาศัยใน LAN ของคอมพิวเตอร์ B
- R เป็นที่อาศัยใน LAN ของคอมพิวเตอร์ B's MAC add
- R เป็นที่อาศัยใน frame ที่ A-to-B IP เป็นที่อาศัยใน B

เลขที่บันทึก : 1/16602

Manchester encoding

ใช้ในระบบ LAN ใช้ใน 10 base T ใช้กับ bit 0 transition

ใช้กับ bit 1 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

Hubs

ใช้ในระบบ LAN ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

switch ใช้กับ Hubs

ใช้กับ Hubs ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

ใช้กับ Hubs ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

ใช้กับ Hubs ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

ใช้กับ Hubs ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

1. ใช้กับ link to host

2. ใช้กับ switch ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

3. ใช้กับ switch ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

ใช้กับ switch ใช้กับ bit 0 transition ใช้กับ Manchester encoding ใช้กับ bit 0, 1 ใช้กับ

Network Layer

forwarding คือ การส่ง packets on router's input to router output

routing คือ determine route taken by packet from source to dest

คือ การหาเส้นทางที่ดีที่สุดจาก source to destination

CO คือ Connection Oriented ใช้กับระบบโทรคมนาคม ใช้กับระบบ

CL คือ Connection Less ใช้กับระบบอินเทอร์เน็ต ใช้กับ email

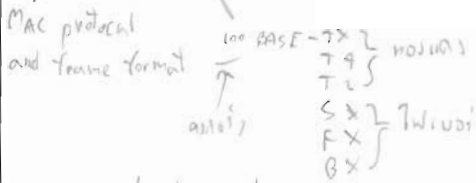
ใช้กับระบบโทรคมนาคม ใช้กับระบบ

CSMA / ED efficiency

$$\text{efficiency} = \frac{1}{1 + 5T_{prop} / T_{trans}}$$

↑
การส่งข้อมูล = การรับข้อมูล

Link & Physical Layers



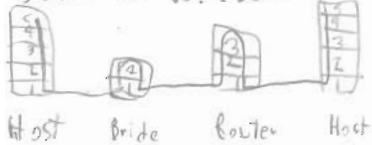
VC (Virtual circuits)

Signaling protocols like ATM, Frame-relay, X.25

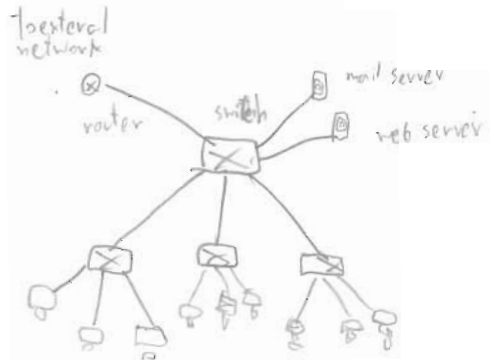


5. Data flow begins
4. Call Connected
1. Initiate call.
6. Receive data
3. Accept call
2. incoming call

switches vs. routers



Institutional network



Manchester encoding



Switch $n = \text{flood}$ ขยายก่อน ส่งให้แล้วแต่ 1 ครั้ง

ใน Network มี 2 ชั้น

hub $n = \text{flood}$ กระจายทุกตัวใน network

ใน LAN

Virtual circuit - ตั้งชื่อ connection setup

เป็นการเดินสายใน network

Routing - ค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด

Forwarding - ส่งข้อมูลที่ปลายทาง

Longest prefix matching

Prefix Match Link Interface

11001000 00010111 00010 0

11001000 0001011100011000 1

11001000 00010111 00011 2

otherwise 3

เมื่อเกิดจุดเชื่อมต่อใน network ขยายก่อนใน network

Internet (datagram)

ATM (VC)

- ปลายทาง
- ปลายทางที่มีหลาย
- ปลายทาง

- ปลายทาง
- ปลายทางที่มีหลาย
- ปลายทาง

ส่วน Router IP ขยายก่อนส่งให้ปลายทาง
แต่สำหรับ FTP ไม่ขยายเพราะอยู่ใน
Transport ขยายก่อนส่งให้ปลายทาง
ตามวิธีที่กล่าวมา

Ip subnet

คือ 1 ของ Lan หรือ Network

Manchester คือ การส่งข้อมูล

Synchronous คือ การรับ

เวลาหนึ่งรอบ

Bus - Repeater

ใช้รับต่อ

physical

data - frame

network - packet

transport - segment - ขยายก่อน

mac add 48 bit

ip add 32 bit

การขยายก่อนส่งให้ปลายทาง

ถ้าไม่ขยายก่อนส่งให้ปลายทาง

condition die ส่งข้อมูลให้

ส่ง packet ส่งข้อมูลให้

ไม่ขยาย

เก็บ ๓๗ เป็นตารางไว้ และ दिन เก็บของ ครับ !!

บันทึกช่วยจำ

Link-Layer Addressing

MAC Addresses and ARP

- IP address เป็น network-layer address
- IP subnet เป็น IP ที่อยู่ภายใน

MAC for LAN or physical or Ethernet

- ใช้ในการส่ง Frame จากเครื่องหนึ่ง → เครื่องหนึ่งใน network เดียวกัน
- MAC address = 6 octet ใน form cas bits
- LAN card แต่ละตัวมี Mac address ยูนิก

NIC = Network Interface Card

Mac Address กับ IP address ยูนิกกัน คือ IP address ใช้ใน network-layer ยูนิกกับ IP address คือ เติมนำ package

LAN Addresses and ARP

การส่งไปทั่วทั้งเครือข่ายคือ Broadcast address

การส่งไปทั่วทั้งเครือข่าย → เครื่องหนึ่ง ตัว = ยูนิก address

- IEEE ควบคุมการให้ MAC addr

- Mac Ad เก็บไว้ที่ตัวการ์ดหรือชิป

- IP Ad เก็บไว้ที่คอมพิวเตอร์

- MAC flat address → ใช้ได้ทั้งในเน็ต → ไม่มีการแบ่งเป็นเน็ตเวิร์ก
เช่น สามารถข้าม LAN Card ไปเน็ตเวิร์กได้

- IP hierarchical address มีลำดับชั้น → ชั้นเล็กอยู่ล่าง ชั้นใหญ่อยู่บน

IP Addr จะเปลี่ยนไปตาม subnet

หน้าที่ของ Mac Address ใช้ในการส่งเฟรมมาจากเครื่องหนึ่ง ไปยังอีกเครื่องหนึ่งใน LAN เดียวกัน ไม่สามารถส่งข้าม LAN ได้

ถ้าส่งข้าม LAN ต้องใช้ IP Addr
หรือ LAN เดียวกัน = มีสายเชื่อมถึงกันโดยไม่มีเราเตอร์
Frame = ถัดของข้อมูล → ช่วงเวลาที่ใส่ข้อมูล ข้อมูลจะถูกห่อหุ้มเป็นก้อนเล็กๆ

Ethernet

bus ไม่ดีคือ ทุก node ทุกเครื่องต้องส่งไปทั่วถึงกัน

- มาตราฐานที่เป็น dominant ตอนนี้คือ Ethernet มาตรฐาน

- เป็นมาตราฐานของเครือข่าย LAN

star topology

- เหมือน bus topo จะใช้หม้อรับก่อน

- ปัจจุบัน Internet ภายใต้นิยาม star topo เนื่องจากเป็นอุปกรณ์เดียวกัน switch

- switch จะเป็นส่วนหนึ่งของ collision domain

- Active switch = มีส่วนร่วมในการรับส่งข้อมูล

- each "spoke" = แต่ละอันที่ขึ้นต่อมาจาก switch มีหน้าที่ internet protocol ยูนิกกัน

Ethernet Frame

$$\text{efficiency} = \frac{1}{1 + \frac{T_{prop}}{T_{trans}}}$$

บันทึกช่วยจำ

$$T_{prop} = \text{เวลาที่ข้อมูลเดินทางจากจุดส่งไปยังจุดรับ} = \frac{D}{v} = \frac{D}{c} \left(\frac{1}{n} - T_0 \right)$$

$$T_{trans} = \text{เวลาที่ส่งข้อมูลลงสาย} = \frac{L}{R}$$

Hub ถูกใช้กับ PC connection ได้
 ควบคุม link ของมันกับตัวอื่นทุก link.
 ไม่สามารถแยกแยะข้อมูล

Switch ต่างกับ Hubs
 ควบคุมข้อมูลให้มันไปส่งยังปลายทางที่มันต้องการ frames.
 ใช้ MAC address ที่ส่งมาเพื่อหา MAC address
 ปลายทางที่ต้องการส่ง link ที่เชื่อมกับ LAN/CD bus

- User ไม่ต้องการเชื่อมต่อโดยตรง
- Scalability ของ link ของมัน

Switch Table

- table เก็บ MAC address

| | |
|-----|--------|
| MAC | Trans. |
| | |

Network Layer

ชั้น Network Layer นี้จัดการกับ การเชื่อมต่อของ ข้อมูลกับ Service models คือ รูปแบบการบริการของระบบ forwarding network ของคอมพิวเตอร์

- Segment ข้อมูลเป็น packet
- ส่ง packet ไปยัง destination
- ใช้ packet header เป็นข้อมูล transport
- ระบุ source header ใน packet

Network layer connection and connection-less

Service

- connection oriented

ATM, Asynchronous Transfer Mode

Packet networks

- data connection
- ใช้ packet เป็นหน่วยการสื่อสาร
- ระบุ destination Router.

Two key Network-Layer functions

forwarding คือ Router ใช้เลือก Router ว่าจะ

routing หมายถึง การเลือกเส้นทาง

Interplay between routing and forwarding

การทำงานร่วมกันของ Router.

บันทึกช่วยจำ

CSMA/CD efficiency

$$\text{efficiency} = \frac{1}{1 + 5t_{prop} + t_{trans}}$$

t_{prop} = เวลาที่ส่งไป 2 ตัวในวง

t_{trans} = เวลาที่ส่งใน 1 เฟรม

ถ้าส่งใน t_{prop} ตัวแรกก็ส่ง

t_{trans} ตัวแรกของ

Hubs - ไม่ฉลาด รับเข้ามา แล้วส่งไปทุกตัว

Switch - ฉลาดกว่า ส่งไปเฉพาะ Mac Address

Network-Layer

หน้าที่ - forwarding → การส่งแพคเกจ จาก Router ไปยัง Router

- routing → การค้นหาเส้นทาง
เลือกการ routing ใช้ routing table

datagram network เป็น network ที่ถูกตัดเป็นชิ้นๆ (แพคเกจ)

| Destination | Address | Range | Link | Iter |
|--------------|----------|----------|----------|------|
| 11001000 | 00010111 | 00010000 | 00000000 | } 0 |
| | | through | | |
| 11001000 | 00010111 | 00010111 | 11111111 | } 1 |
| 11001000 | 00010111 | 00011000 | 00000000 | |
| 11001000 | 00010111 | 00011000 | 11111111 | } 1 |
| | | | | |
| Prefix Match | | | | |
| 11001000 | 00010111 | 00010 | 0 | 0 |

วิธีที่ 1 คือ การส่งแบบ Broadcast คือ ส่งไปทุกตัว และ ก็มีการรับ

วิธีที่ 2 คือ การส่งแบบ Multicast คือ ส่งไปเฉพาะบางตัว ส่วนตัวอื่นไม่รับ

Random Access Protocols

บันทึกช่วยจำ

- 1. ALOHA → เกิดจากทฤษฎีการวัดเพื่อส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ
- Slotted ALOHA มีประสิทธิภาพดีกว่า ALOHA 2 เท่า
- Pure (unslotted) ALOHA → โอกาสในการส่งสำเร็จ
- 2. CSMA (Carrier Sense MA) → ตรวจสอบก่อนส่งข้อมูล
- 3. CSMA/CD (Collision Detection) → ตรวจสอบการชนกันของข้อมูล
- LANs มาตรฐาน
- wireless LANs ที่ใช้เทคโนโลยี channel ต่างกัน

- การส่งข้อมูลจากเครื่องหนึ่ง → เครื่องหนึ่ง ที่ตรงกัน address
- IEEE ควบคุมมาตรฐานของ MAC Address
- MAC Address เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์
- IP Address เกี่ยวข้องกับเครือข่าย
- IP hierarchical address ใช้งานง่าย

Polling

- ส่งคำสั่ง
- ส่งเวลา
- ถ้า master ส่งข้อมูล

Token passing

- ส่ง token
- token ส่งข้อมูล

Ethernet

- Netcal fe's เป็นมาตรฐาน Ethernet
- bus type คือ ทุก node ทุกเครื่องสามารถส่งข้อมูล
- multiple access dominant mode คือ Ethernet standard
- multiple access mode คือ LAN

MAC Address and ARP

MAC Address กับ IP address ต่างกัน คือ IP address ใช้ใน network layer

หน้าที่ของ IP address คือ เอาข้อมูล packet หรือ datagram ไปส่งตาม IP Protocol ทุก package ที่ส่งมาอยู่ในเครือข่าย IP address หรือจาก router ที่ใช้กับ Router นี้ให้ส่งถึง จุดที่ปลายทาง

MAC Address กับ LAN Address

- MAC Address คือ Address ของเครื่องที่อยู่ใน ROM ของ LAN CARD
- IP address ส่งมาจากเครื่องหนึ่งไปหาเครื่องหนึ่งใน LAN เดียวกัน
- MAC Address 48 bit อยู่ใน ROM (48 bit) เป็นเลขฐาน 16
- LAN เดียวกัน คือ ส่งข้อมูลกันโดยตรงผ่าน Router ส่งข้อมูลกันโดยตรง
- LAN CARD แต่ละอันจะมี MAC Address ต่างกัน
- network interface card (NIC)

LAN Address and ARP

- FF - FF - FF - FF - FF - FF เป็น Broadcast Address

ทั้งนี้และนี่

บันทึกช่วยจำ

Ethernet : Unreliable , connectionless

- connectionless = การส่งข้อมูลไม่มีการขอจองสายหรือจองโหนดก่อนส่ง
- unreliable = ส่งแล้วก็ไม่ได้ รับ เพราะอาจจะชนไปตอนรับ
- Ethernet ใช้ CSMA/CD ในกรณีที่ส่งข้อมูลแบบ unslotted. synchronize บน

Ethernet CSMA/CD algorithm คือ 1) ถ้ามีสัญญาณในตัวส่งหรือในสายแล้ว ก็รอจนกว่าจะว่างแล้วค่อยส่ง

Mac Address ต่างกับ IP คือ IP address ใช้ใน network-layer ส่วนที่ของ IP Address คือ เอาไปใส่ package หรือ datagram

Mac Address คือ address ที่อยู่ใน ram ของ lan card ส่วนที่ของ mac address ใช้ในส่วนของ hardware ส่วนที่ของ ip address ใช้ในส่วน software ของระบบ lan

link-layer Addressing

MAC Address and ARP

- IP address เป็น network-layer address
- IP subnet เป็น IP ที่อยู่ภายใน

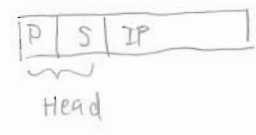
LAN address and ARP

การส่งข้อมูลทุกตัวต้องระบุ Broadcast address

= FF-FF-FF-FF-FF-FF

- MAC address : เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์
- IP address : เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์
- MAC flat Address -> ไม่มีการแบ่งลำดับชั้นจากการ์ด lan card
- IP hierarchical address มีลำดับชั้น -> แบ่งออกเป็นส่วนๆ

ARP : Address Resolution Protocol



star topology

- bus มีปัญหาในการส่งข้อมูล เพราะที่หัวทุก node ส่งข้อมูลกันหมดทำให้เกิด collision
- ปัจจุบันใช้แบบ star มี switch อยู่ตรงกลางเพื่อเป็นศูนย์กลางการส่งข้อมูล
- Active switch สามารถแบ่ง Collision Domain

$$efficiency = \frac{1}{1 + 5t_{prop}/t_{trans}}$$

T_{prop} = เวลาที่สัญญาณไฟเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

T_{trans} = เวลาที่ใช้ใน ms ส่ง frame ที่ใหญ่ที่สุด

repeater ใช้ใน Bus topology

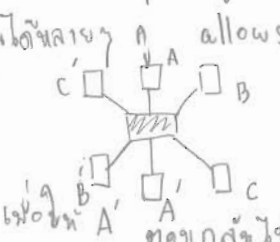
Hub ส่งสัญญาณไปทั้ง 3 ด้าน ไม่ได้ช่วยในกรณี collisions
อาจเกิดกรณีชนกันของข้อมูลได้

Switch ทำงานคล้าย Hub แต่ฉลาดกว่า Hub

ลักษณะข้อดี - link-layer device.

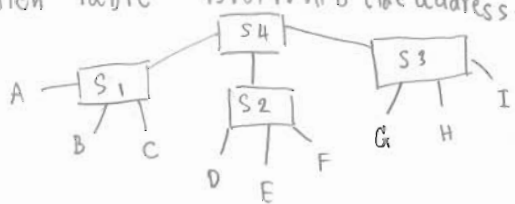
- transparent User ไม่ต้องทำอะไร มันสามารถทำงานได้เอง
- plug-and-play, self-learning
- สามารถส่งพร้อมกันได้หลาย ๆ allows multiple simultaneous transmission.

โดยเวลาจะหา A to A' เมื่อไม่รู้จัก Mac address A' จะทำการส่ง Broadcast



เมื่อ flood ไปทุก ๆ interface

Switch Table ที่เราใช้เก็บ Mac address.



จาก A ไป G จะทำการ Broadcast ไปยัง S4 เพื่อ
ให้ S4 Broadcast ไปยัง G และ G ของมัน
จะเก็บ Mac address.

Network layer

- transport segment from sending to receiving host
- on sending side encapsulates segments into datagram
- on receiving side, delivers segments to transport layer
- network layer protocols in every host, router
- router examines header fields in all IP datagram passing through it

ms forwarding คือการส่ง packet จากจุดหนึ่ง
ไปยังอีกจุดหนึ่ง
routing คือ การหาเส้นทางที่ดีที่สุดของ packet
ที่ปลายทางจะได้รับ

ช่วยดูหน้าตาหน้า.

efficiency = $\frac{1}{1.5 T_{prop} / T_{trans}}$

T_{prop} = เวลาที่สัญญาณเดินทางจากจุดส่งไปยังอีกจุดหนึ่ง $(T_s - T_o) \vee (T_n - T_o)$

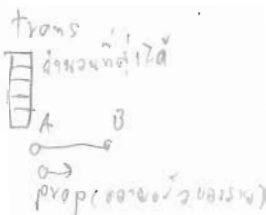
T_{trans} = เวลาที่ใช้ในการส่งแพคเกจ

efficiency ของโหนด 1 อยู่ที่ $\frac{1}{1.5}$

- T_{prop} คงที่

- T_{trans} คงที่

ส่วนเวลาที่ส่งข้อมูลจะดีกว่าเมื่อมีจำนวนโหนดมากขึ้น
เช่น เปิดโอกาสให้โหนดอื่นส่งข้อมูลและได้ใช้สายส่ง
เปิดโอกาสให้โหนดอื่นส่งข้อมูลและได้ใช้สายส่ง
ได้ข้อมูลมากขึ้น
เช่น โหนดอื่นส่งข้อมูลและได้ใช้สายส่ง
เช่น โหนดอื่นส่งข้อมูลและได้ใช้สายส่ง



Manchester encoding

ใช้แค่ 1 บิตต่อ 1 บิต
ใช้แค่ 1 บิตต่อ 1 บิต

Hub จะส่งข้อมูลไปยังทุก Node
ทำให้เกิด collision ขึ้นง่าย
(ใช้ข้อผิดพลาด Collision)

Switch - เก็บ frame ไว้แล้วค่อยส่งให้ปลายทาง
คือส่งไปปลายทางนั้นๆ
- จะเกิด collision ได้เฉพาะสายเคเบิลกัน
คือที่ switch และ เคเบิลส่งพร้อมกัน
(มี collision domain เคเบิลกัน เคเบิลกัน 1 เคเบิล)
- อีกคุณสมบัติ transparent (โปร่งใส) เหมือน
ไม่มี switch อยู่ (user ยังไม่รู้ว่ามี switch)

- ยอมให้มีการส่งพร้อมกันได้หลายเคเบิล

- ใช้ self-learning คือ broadcast ออกไปทุก Node (flood) เพื่อหา MAC Address
มาทำ switch table แล้วเคเบิลที่รับได้ flood ก็จะส่ง flood กลับ

- switch table หรือ MAC Address Table เก็บ MAC Address อยู่อยู่ที่ port ของเรา
มีเวลาออกด้วยคือได้รับข้อมูลไปหมดแล้ว

Network Layer - ส่ง segment ตามทิศทางไปยังปลายทาง

↳ หน้าที่ของชั้นนี้คือจัดการกับ Transport Layer

packet จะถูกแยกแยะออกและไปพบกันที่ทุกจุดที่พบ Router หรือ Router ที่ทำหน้าที่
ใน layer นี้มี 2 อย่าง

1 forwarding - ส่ง packet ตามที่มันมีไม่มีการตั้งที่มันมี

2 Routing - ย้ายเส้นทางของ packet ที่ควรส่งไปหรือจุดใด(ทำก่อนเสมอ)

datagram network - connectionless ง่าย
- connection ไม่ติด

Link-Layer Addressing

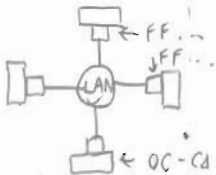
MAC Address and ARP

- IP address ใช้ใน network-layer address
- IP subnet ใช้ดู IP ของเราอยู่ใน
- MAC (or LAN or physical or Ethernet)
- ใช้ในทราฟเฟอ frame จากเครื่องหนึ่ง → เครื่องอื่นใน network เดียวกัน
- MAC address จะใส่ค่าอยู่ใน ROM (48 bit)
- Lan Card แต่ละอันจะมี Mac address ที่ต่างกัน
NIC = Network Interface Card

Lan Addresses and ARP

เพราะส่วนใหญ่แล้วทุกเครื่องต้องรับ Broadcast address

= FF-FF-FF-FF-FF-FF

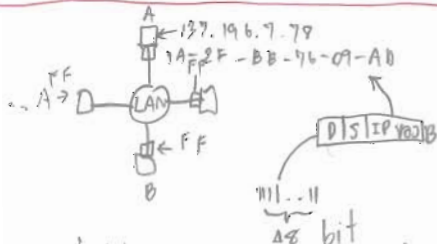


เพราะแล้วข้อมูลจาก เครื่องหนึ่ง → เครื่องอื่น ต้องระบุ address

- IEEE ควบคุมมาตรฐาน MAC address
- MAC address : เทียบได้กับที่อยู่ไปรษณีย์
- IP address : เทียบได้กับที่อยู่ไปรษณีย์
- MAC flat address → เอาใช้ที่ไหนก็ได้ → ไม่มีการแบ่งเป็นลำดับชั้น สอดคล้องกับ Lan Card ไปไหนก็ได้
- IP hierarchical address ลำดับชั้น → ชั้นเล็กอยู่ล่าง

IP address จะเปลี่ยนไปตาม subnet

ARP : Address Resolution Protocol มาตรฐาน

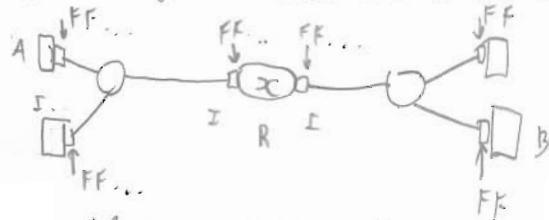


A จะส่งไปหาวงนวมทุกเครื่อง ทุกเครื่องจะรับค่าตามเพื่อที่ว่า เป็นเครื่องของตัวเองก็ส่ง IP ของตัวเองกลับ และส่งไปหาคำถามที่ส่งทุกเครื่องที่ไม่ใช่ปลายทางก็จะเก็บ IP นั้นไว้ด้วย เมื่อมีคำถามก็ส่งไปถามอีก

ARP protocol : Same LAN (network) (ในวง LAN เดียวกัน)

- A ต้องการรู้ตัวคอมพิวเตอร์ B แต่ไม่ทราบ B's MAC address
- A broadcasts ARP query จะส่งคำถาม ไปทุกเครื่องที่อยู่ในวง LAN เดียวกัน
- B จะตอบ MAC address ของตัวเองกลับ
- Soft state : information ที่ไม่ใช่ จะถูกลบออก ข้อดี → ไม่ต้องเก็บอะไรค่าข้อมูลสามารถเปลี่ยนมาตลอด
- ARP is "plug-and-play" ไม่ต้องปรับค่าอะไรในเครื่อง

Addressing : routing to another LAN (ระหว่าง LAN กัน)



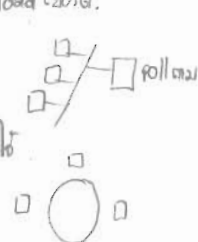
A จะส่งไปหาคำถาม B โดยส่งคำถามไปหาคำถาม Router

ความดี ทั้งๆ ละส่งตัวเอง
ไปยังทุกเครื่องตามกฎจริงๆ

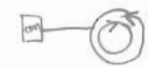
สัปดาห์ที่ 11 วันที่ 11 กันยายน 2551

Talking Turns MAC protocols

- การแบ่งช่วงสัญญาณ 9.13 ช่วงไฟร์วอลล์, สวิตช์, ทรานซิสเตอร์
- ถ้า load (มีปริมาณงาน)น้อย แล้ว ช่วงเวลาว่าง, load จะน้อย
- การแบ่งช่วงสัญญาณ
- ถ้าคนส่งข้อมูลมากจนเกินไป
- เป็นกรณี 2 แบบ กรณีแรกเกิด protocol แบบกลับกันไว้
- ตัวอย่างโปรแกรม
- Token passing เป็นระบบที่ควบคุมด้วย token
- เริ่มเกิดระบบการส่ง "โทเคน" จากโหนดหนึ่งไปยังโหนดอื่น



การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ fiber optic เป็นวง 2 ขั้ว ข้อมูลสามารถเดินทางได้



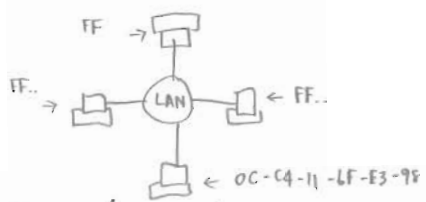
Link-Layer Addressing

Mac Address and ARP

- IP Address ใช้ใน network-layer address
- IP subnet ใช้ IP data packet ใน
- MAC (or LAN or physical or Ethernet)
- ใช้ส่ง frame เครื่อง 1 -> เครื่อง 2 ใน network เดียวกัน
- MAC Address ใช้ใน ROM (48 bit)
- Lan Card แต่ละอันมี MAC Add ของมัน
- NIC = Network Interface Card

LAN Addresses and ARP

กรณีส่งให้ทุกเครื่องในเครือข่าย Broadcast Add
= FF-FF-FF-FF-FF-FF

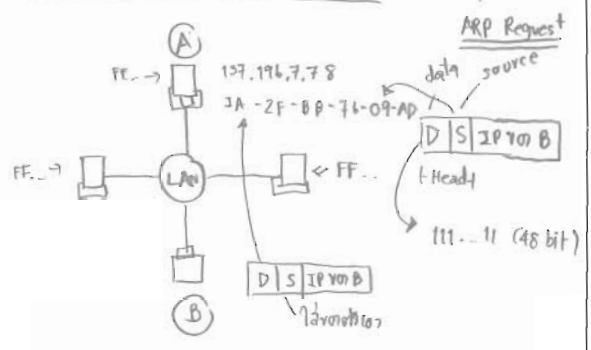


* กรณีส่งข้อมูลจากเครื่อง 1 -> เครื่อง 2 ต้องระบุเลข address

- IEEE ควบคุมมาตรฐาน MAC Add
- MAC Add ที่เขียนบนการ์ดเน็ตเวิร์ก
- IP Add " " ที่เขียนโปรเซสเซอร์
- MAC flat address -> ใช้ที่ในเน็ตเวิร์ก ไม่มีการแบ่งที่สำหรับ LAN card ในเน็ตเวิร์ก

- IP hierarchical Add มีลำดับชั้น เล็กส่วน ในส่วน
- IP Add เปลี่ยนตาม subnet

ARP: Address Resolution Protocol (มรดก)



A จะส่งไปถามทุกคนที่เครื่อง ทุกเครื่องรับคำถาม
เพื่อหาว่าใครคือ IP จากที่เราถามกลับส่งไปแจ้ง
ทุกเครื่อง. ทุกเครื่องที่ไปได้อาณาเขต จะเก็บ IP ไว้
เพื่อใช้หาคำตอบอีก



Network Layer

- กำหนดที่ ส่งข้อมูล ไปยัง เครื่องผู้รับ
- ส่ง ส่ง จาก ส่ง รับ ผู้ เป็น 11 ผก ส่ง ไป
- ส่ง รับ จะ กำหนด ที่ ส่ง ข้อมูล ไป Transport Layer

กรณีงานหลัก 2 อย่างของ Network Layer

ส่งส่ง

- Forwarding : ส่ง ส่ง จาก input router ไป output router
- Routing : วิธีการใช้ พจน ที่ จะ ส่ง ส่ง จาก ไป

ส่งรับ

- Routing : ประมวลผล จาก วิธีการ ที่ ส่ง ส่ง
- Forwarding : กำหนด พจน ที่ จะ ส่ง ส่ง จาก ผก

บันทึกช่วยจำ

Ethernet's CSMA/CD

- ถ้ามีสัญญาณหรือข้อมูลที่ส่งมาที่ channel ใดทางใดหรือส่งไปไม่ได้
- สัญญาณใด error ก็เกิด collision ที่พอส่งมาขึ้นสายก็เกิด collision (กรณีนี้)
- ถ้ามี signal ใดที่ error จะส่ง jam signal. แทน
- Lan card จะใช้ exponential back off ล้อมรอบ < ms random delay สำหรับ k >

ข้อสังเกต

Jam Signal = สัญญาณ 48 bit ที่ส่งมาเกิด collision ที่พอส่งมาขึ้นสาย

Bit time = เวลาที่ส่งข้อมูลมาที่สาย @ ความเร็วสัญญาณ 1 bit

Exponential Back off = ช่วงเวลาที่รอการส่งข้อมูล

Mac & IP Address

IP address - อยู่ใน Network Layer
- หน้าที่ ของ packets หรือ datagram

Mac address - address ของสาย หรือของการ์ด Lan card
- หน้าที่ ของ frame ของการรับส่งข้อมูลในสายหรือการ์ด Lan ที่ใช้กัน

CSMA/CD efficiency

$$efficiency = \frac{1}{1 + 5 \tau_{prop} / \tau_{trans}}$$

τ_{prop} = ระยะเวลาที่ข้อมูลจะไปถึงปลายทาง
= ระยะทาง / ความเร็วแสง
= ระยะทาง / ความเร็วสัญญาณในสาย
= ระยะทาง / ความเร็วสัญญาณในสาย
 τ_{trans} = ระยะเวลาที่ส่งข้อมูลมา
= ความเร็วสัญญาณในสาย / ความเร็วสัญญาณในสาย
= ความเร็วสัญญาณในสาย / ความเร็วสัญญาณในสาย

ถ้ามี no efficiency ก็เกิด collision

Manchester encoding with Manchester

เพราะเป็นการรับส่งข้อมูลแบบเดียวกัน

switch มีขนาดเล็ก Router มีขนาดใหญ่

frame มี mac, path (หรือ ntu?) หรือ interface, TTL (หรือ ntu หรือ Mac address)

| mac | path | TTL |
|-----|------|-----|
| A | 1 | 60 |

switch ส่งข้อมูลมาที่ปลายทางแล้ว ไม่เกิด collision

ถ้าเกิด collision ก็เกิด collision

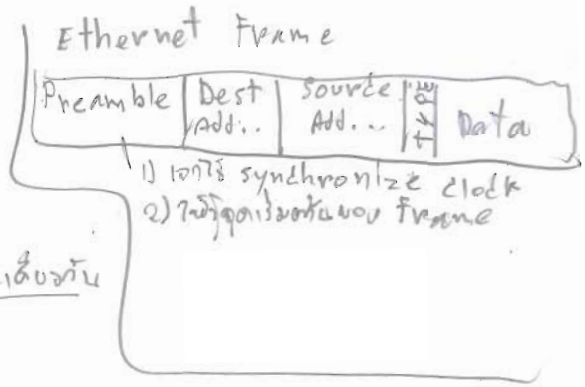


ถ้ามีมาที่ switch ก็เกิด collision!

Link-Layer Addressing

- IP address อยู่ใน network-layer
- 1 packet (datagram)
- IP protocol อยู่ใน packet ที่รวมอยู่ใน

บันทึกช่วยจำ



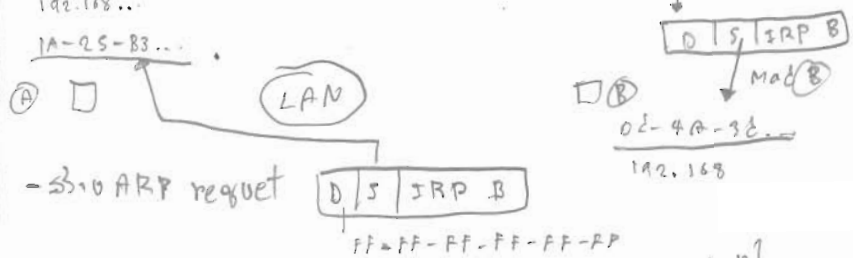
1) MAC Address (LAN or physical or Ethernet)

- อยู่ใน frame ของ network-layer
- MAC Ad อยู่ใน ROM (48 Bit)
- LAN มี MAC Ad หนึ่งตัว
- Broadcast Address = FF-FF-FF-FF-FF-FF

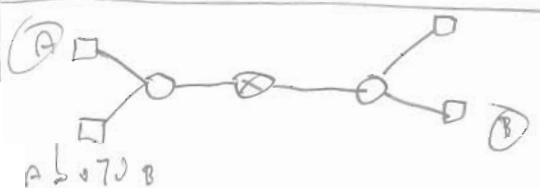
2) LAN address and ARP

- IPBB ของทุกเครื่อง MAC Address
- MAC Ad = 6 ตัวอักษร
- IP Ad = 4 ตัวอักษร
- MAC Flat address ใช้ใน LAN (LAN มี MAC Ad หนึ่งตัว)

3) ARP: Address Resolution Protocol: ใช้หา MAC address



ใช้หา MAC address ของเครื่อง B ใน LAN
ใช้หา IP address ของเครื่อง B ใน LAN



- A ส่ง IP ของเครื่อง B ให้ B
- A ส่ง MAC ของ R's MAC Ad
- A ส่ง IP และ R's MAC Ad ไปให้ B
- A's MAC address ของเครื่อง B
- R's MAC address ของเครื่อง B
- R ส่ง IP และ R's MAC Ad ไปให้ B

R ส่ง IP และ R's MAC Ad ไปให้ B
R ส่ง Frame. A-to-B IP ไปให้ B

บันทึกช่วยจำ

link Layer Addressing.

mac Addresses and ARP

- 32 bit IP address → ใช้ใน packet Datagram ใน IP Protocol ควบคุมการส่งข้อมูล
- mac address → ใช้ใน network protocol ควบคุมการส่งข้อมูล

LAN เดิมทีใช้ switch เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Router (เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์)

- LAN Address and ARP.

ตัวอย่างเช่น เครื่อง 1 ส่ง frame ไปที่เครื่อง 2

ตัวอย่าง mac address ของเครื่อง 1 และ 2

* ถ้าส่ง broadcast address

Broadcast address.

- LAN address (more)

IEEE 802.3 มาตรฐานของ network mac a...

การ์ด network card 1, 2, 3... mac address ของการ์ด network card

Ex mac address : 0800200c12345678
หรือ flat (ใช้ส่งข้อมูล)

IP address : 192.168.1.1
ที่ network card 1

ข้อดี mac flat address → portability
(ใช้ได้ทุกที่) สามารถใช้ LAN card ใดๆ
ที่ LAN ใดๆก็ได้

IP Address → ควบคุมการส่งข้อมูล

หรือ network IP address หนึ่ง network

หรือ subnet mask

- ARP (การถามหา) → ใช้ถามหา mac address
ของเครื่องอื่น

Ex A ส่ง packet ไปหา B. mac address
ของ B อยู่ใน ARP table ของ A.

- Broadcasts ส่งข้อมูลไปยังทุกเครื่อง
ที่เชื่อมต่อไว้ " mac address ของ IP B ไม่พบ"

- query ถ้าหา mac address ของเครื่องอื่นไม่ได้
Broadcast.

- การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกับ B หรือ C

Ethernet. มาตรฐานการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

- มาตรฐานของ LAN. มาตรฐานการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

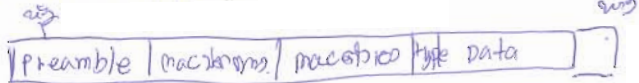
Star topology

- collision domain → ส่งข้อมูลเดียวกัน

- ใช้ switch เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

ใช้ network management ควบคุมการเชื่อมต่อ

Ethernet Frame structure.



Manchester encoding

คือ Robert Metcalfe ในหนังสือ

Hub

- ใน physical layer ไม่ฉลาด เกิดการชนกันใช้ CSMA/CD
- ไม่มีการเก็บไว้ใน buffering
- มีสัญญาณขาเข้าขาออก ไปที่ทุกเครื่อง โดยไม่มีการทำอะไรกับข้อมูล

Switch

- สามารถรับได้ เครื่องรับข้อมูล กับเครื่องส่งข้อมูลพร้อมกัน
- เก็บ frame ไว้ก่อน แล้วค่อยส่งต่อส่ง ส่งไปเฉพาะเครื่องที่มี MAC ถ้าไม่มีจะทำการ drop โดยส่งไปทุกเครื่อง
- รองรับหลายระบบ user มี CSMA/CD เป็นของตัวเอง
- ใช้วิธีตรวจจับเอง self-learning

datagram
 มาจาก destination host
 R ใน network layer

Network layer

- เป็นรูปแผนผังที่แสดง
- คือ routing protocol ที่รวมอยู่ที่รับข้อมูลไปส่งตาม header ที่อยู่ใน datagram
- ครอบคลุม segment หรือส่งไป transport layer
- เป็น layer ของ router

Function

- เลือก Route จาก Router
- routing table หรือค้นหา
- การวางแผนการเดินทาง planning trip

Connectors-less ใน ATM setup connection ได้ด้วย
 VC ใน ATM setup connection คือตัวเลขที่ระบุว่าเป็น ATM connection

ถามว่า ทำไมใช้ไม่ได้ทำทุกตัว

link layer and lans = ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล link
 Multiple Access links and Protocol (ส่วนต่อถึงกันที่คอมมูนิเคชัน)
 - point-to-point → PPP ใช้ในกรณีเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ส่วนตัว
 → point-to-point pc กับ switch ธรรมดา
 broadcast → bus เครื่องเดียวที่รับข้อมูลแล้วส่งให้เครื่องอื่นที่ต่ออยู่
 → 802.11 wireless lan
 การควบคุมการจราจร → ใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่เรียกว่า การควบคุมช่องสัญญาณ
 → การจราจรไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ (ควบคุมการจราจร)

Broadcast Channel of rate R bps.
 1. ช่องสัญญาณส่งข้อมูลได้ R bit ต่อวินาที
 2. R bit สามารถใช้โดยคนใดก็ได้ (ส่วนต่อถึงกัน) ถูกควบคุมโดย
 P/M (R = จำนวน bit, M = จำนวนคน)
 3. คนใดก็ได้สามารถขอใช้ช่องสัญญาณ, ไม่ได้มี special node, ใช้หลักการการควบคุม
 เช่น สัญญาณรับส่งที่ส่ง-รับ

MAC "channel Partitioning" แบ่งช่องสัญญาณออกเป็นส่วนๆ

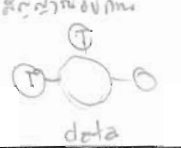
1. TDMA = หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคน node หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ fix length
 การควบคุม, หนึ่งคน TV สัญญาณควบคุม
2. FDMA = การควบคุมที่ "Random Access" → หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้
 สัญญาณ, 2 node สัญญาณที่ส่งออกมา, สัญญาณ สัญญาณ
3. slotted ALOHA → สัญญาณส่งออกมาในเวลาที่กำหนดโดย (หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ)
 a. Pure (Consistent) ALOHA → หนึ่งคนส่งออกมาในเวลาที่กำหนด, หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 b. CSMA (Carrier sense Multiple Access) - หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 check ในสายว่าสัญญาณที่ส่งออกมาแล้วหรือไม่ ถ้าไม่ส่งออกมาแล้ว delay (รอ)
 สัญญาณส่งออกมาในเวลาที่กำหนด

ในการส่งสารที่สั้นและยาว packet หรือข้อมูลขนาดเล็กและใหญ่

4. CSMA → คอมพิวเตอร์ที่ส่งออกมาใช้ช่องสัญญาณส่งออกมา
 สาย lan มีสัญญาณที่ส่งออกมาที่สายส่งออกมาที่ wireless หนึ่ง
 6 : มีสัญญาณที่ส่งออกมา

การควบคุมการจราจร "Taking Turns" ใน local หนึ่ง. หนึ่งคน

1. polling การถาม → หนึ่งคนส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่
 สัญญาณ หนึ่งคน 9 master หนึ่งคน
2. token passing สัญญาณที่ส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่
 สัญญาณที่ส่งออกมา, หนึ่งคนส่งออกมา, สัญญาณที่ส่งออกมา
 token หนึ่งคนส่งออกมา, หนึ่งคนส่งออกมา



บันทึกช่วยจำ
 Mac address and ARP.
 IP address 32 bit ที่อยู่ใน layer 3 ใช้ในการได้ datagram ซึ่งอยู่ที่
 layer 4.
 mac 48 bit burned ใน NIC ROM
 บน interface Network
 Broadcast Add ที่ส่งให้ทุกเครื่อง คือ FF-FF-FF-FF-FF-FF
 หรือ adapter 97 lan 8 lan add
 Mac add ได้จาก IEEE โดย 4/4/4 หรือ Mac add.
 - Mac add = 64 bit บิตแรก 24 bit (ใช้แบ่งเครือข่าย)
 - IP = 32 bit บิตแรก 16 bit

ส่งออกมาที่หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ Mac add ของเครื่องใช้ ใช้ของ ARP.
 TABLE ชื่อ Mac add หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ
 หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ หนึ่งคนใช้ช่องสัญญาณ

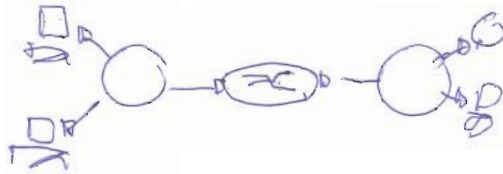
- หนึ่งคน A หนึ่งคนส่ง datagram หนึ่งคน B หนึ่งคนส่ง Mac ใน ARP TABLE
 - A หนึ่งคนส่ง datagram หนึ่งคน B หนึ่งคนส่ง Mac ใน ARP TABLE
 - B หนึ่งคนส่ง datagram หนึ่งคน A หนึ่งคนส่ง Mac ใน ARP TABLE
 เพราะว่าการส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่หนึ่งคนส่งออกมาที่
 หนึ่งคนส่งออกมาที่

Link Layer Add
MAC Add and ARP

บันทึกช่วยจำ

to f. om com , โลกนี้ connection อยู่กับทุกเครื่อง

ARP



to Packet

Ethernet

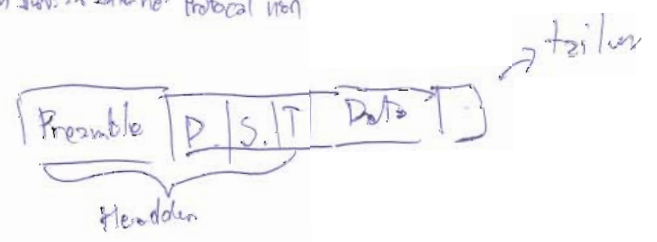
- Metcalfe's เป็นมาตรฐาน Ethernet → สืบค้นมาจาก slide 33
- bus ทำให้อุปกรณ์ node ทุกเครื่องต้องรับสัญญาณ
- มาตรฐานนี้คือเป็น Dominant มาตรฐานคือ Ethernet ใช้งานง่าย
- มีสาย LAN Card 1 item = 20 เมตร (บางที่มากกว่า)
- เป็นมาตรฐานของ IEEE 802.3
- มีมาตรฐาน 2 Mxgabit/s ปัจจุบัน 100, 1000, → 10 Gigabite/s

star to pology *

- เป็น bus topology มีปัญหาใน collision domain เพราะทุก node ต้องอยู่ใน collision domain เดียวกัน ถ้าเจอ collision จะไปส่งที่ collision domain อื่นๆ
- ปัจจุบัน Internet มาตรฐาน Star topology มีอุปกรณ์ที่เรียกว่า switch, switch จะเปลี่ยนเป็น collision domain
- Active switch : ส่งสัญญาณให้ทุกเครื่องพร้อม (ให้เครื่องของตัวเองรับ data ที่ส่ง)
- each "spoke" → หมายความว่าใช้ connection switch แล้วใช้ Internet Protocol แทน

Ethernet Frame Structure

- 1) ใช้ preamble ใช้
- 2) synchronize clock
- 3) flag start use frame structure
- Ethernet Frame Structure (more) +
- Add : 6 bytes → 2 บิตต่อบิต
- Type: ระบุถึง data ที่ถูกส่งมา
- CRC : ใช้ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับมาตรงกับที่ส่งมาหรือไม่



Chapter 5 ๑๐

บันทึกช่วยจำ

CSMA/CD efficiency

efficiency = $\frac{1}{1 + 5t_{prop}/t_{trans}}$; t_{prop} = max prop delay between 2 node in LAN
 t_{trans} = time to transport max-size frame

HUB ไม่ฉลาด คือ เมื่อได้รับ packet มันก็ copy แล้วก็จะส่งไปให้ทุกเครื่องที่มันเจอ / แล้วก็จะเกิดชนกันได้ ถ้ามันชนพร้อมกัน

SWITCH ฉลาดกว่า HUB มันก็จะส่งไปหา MAC address ของเครื่องปลายทาง และมันจะไม่ชนกันด้วย

Chapter 4

Network Layer

- network layer เป็นรูปของคอมพิวเตอร์
- forwarding คือ ส่งข้อมูล (ที่มันเจอ)
- routing คือ หาเส้นทางที่ควรส่ง (ที่มันเจอ)

datagram, network คือ connectionless service

Virtual circuit คือ connection service

| Destination Address Range | Link Interface | Prefix Match |
|--|----------------|----------------------------|
| 11001000 00010111 00010000 00000000 through | 0 | 11001000 00010111 00010 |
| 11001000 00010111 00010111 11111111 | | |
| 11001000 00010111 00011000 00000000 through | 1 | 11001000 00010111 00011000 |
| 11001000 00010111 00011000 11111111 | | |

ถ้า 100 บิตเท่ากันมัน จะส่งไปขึ้นที่ยาวที่สุด

ความถี่วิทยุ - มันก็มันเกิดจาวัดตาม มาสายที่มันยาว

บันทึกช่วยจำ

Slotted ALOHA - ชื่อ protocol แบบแรกที่เกิดที่ชาวอเมริกัน
ทดลอง medium access control 2 แบบ คือ
ALOHA, Slotted ALOHA

Slotted ALOHA => ใน 1 slots มีคนส่งสำเร็จเพียงครึ่งเดียว
Max efficiency = 1/e = .37 => ครึ่งหนึ่งของ
ความถี่ที่ส่ง ครึ่งหนึ่งคือ Pure Aloha efficiency

CSMA => เมื่อไปตรวจหาช่องว่างในหัวน้ำ มีก่อนที่ส่ง
ข้อมูล ก็เกิดส่วนแล้ว มันจะช้าลง จะเกิด delay

CSMA collision => เวลาโจมตีส่ง packet หัวน้ำชนแล้ว

CSMA/CD => จะทำ collision เพื่อที่ส่งข้อมูลให้เวลา
สั้นลง, ลดการสูญเสีย ประโยชน์ในกรณีให้ข้อมูล สัญญาณ
หลายตัวทำได้กับ LAN, ความเร็วของสัญญาณแรงทำให้
สัญญาณอื่น ๆ ช้ากว่า เช่น สัญญาณทีวี (TV) บ้านใครใกล้
สัญญาณ ช่องไหนรับช่องนั้นได้ชัด เคียง

"Taking Turns" Mac proto...
ทำให้ channel ใช้ประโยชน์เต็มที่ส่วนใดก็ตาม

"load มัน delay นิด" เกิด idle เวล, load น้อยจะได้

- Polling => มรดก master ไปถามเพื่อน ๆ ออกทุก
เวลาที่กำหนด $\frac{1}{T} \rightarrow \text{poll}$

- Token passing => ไม่มีคนถามไม่มี master คนวัด
มรดก เช่น Bluetooth, FDDI, IBM, Token Ring => 100 Mbps
FDDI => มีเส้นส่งระหว่าง คอมกับ fiber optic เชื่อม
กันหลายทางทำให้เกิดมรดกซ้ำ (redundant)

Token ring => ความเร็วช้า, ring ขนาดใหญ่,
เกิดกับ ethernet แต่ปัจจุบันไม่ค่อยใช้

Mac Address and ARP

- IP address ใช้ใน network-layer address

IP subnet ใช้ดู IP ของทางอยู่ใน

MAC (or LAN or Physical or Ethernet)

- ใช้ส่ง frame จากเครื่องหนึ่ง & เครื่องหนึ่ง ใน
network เดียวกัน

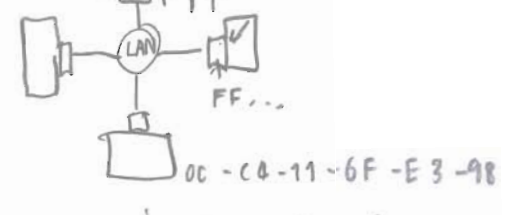
- MAC address จะใส่ค่าอยู่ใน ROM (48 bit)

- LAN Card แต่ละอันมี Mac address หนึ่งอัน
NIC - Network Interface Card

LAN Address and ARP

ที่เราส่งให้ถึงทุกเครื่องที่อวเร Broadcast address

= FF-FF-FF-FF-FF-FF



ที่เราส่งข้อมูล จากเครื่องหนึ่ง & เครื่องหนึ่ง ที่อว
เร Broadcast address

- IEEE ควบคุมมาตรฐานแล้ว MAC address

บันทึกช่วยจำ

* link layer addressing.

- MAC address and ARP
- 32-bit IP Address
 - network-layer address
 - อยู่ packet มีบิตยาวมากใน แล้วส่งไปตาม Address ของมัน
- MAC (for LAN or physical or Ethernet)
 - ใช้ในกรณี frame ของเครื่อง → เครื่องอื่น ใน LAN เดียวกัน
 - 48 bit MAC address (for most LANs)
 - ถูก set ทำอยู่ใน ROM ของ card LAN

- LAN Address and ARP

- ความหมายของ เครื่องอื่น ๆ ส่ง frame ไปยังเครื่องอื่น ด้วย MAC address ของเครื่องที่รับของ frame
- ถ้าส่งให้ทุกเครื่อง เครื่องอื่น ๆ Address เป็น Broadcast address

- LAN Address (more)

- IEEE กำหนดมาตรฐานของ MAC address Flat
- ขึ้นกับ card ของเครื่อง MAC address ของเครื่อง
- MAC address : เห็นไม่ซ้ำกันของแต่ละเครื่อง (ไม่เหมือนอื่น)
- IP address : "ที่อยู่ทั่วไปบนเน็ต (เหมือนกัน)"

- MAC flat address → portability (พกพาได้)

- สามารถย้าย LAN card ที่อยู่อีก LAN เครื่องได้
- IP address
 - จะเปลี่ยน IP address ของเครื่องเมื่อเปลี่ยน
 - จะเปลี่ยน IP address subnet work

- ARP: Address Resolution Protocol (การแปลง)

- ทำหน้าที่แปลง IP address ของเครื่องเป็น MAC address (เครื่อง) ที่เกี่ยวข้อง
- ARP table เป็น address mappings ระหว่าง IP address กับ MAC address
- ถ้า node หนึ่งส่ง MAC address ไปยังเครื่องอื่น ๆ ที่ "ส่งข้อมูล"

- ARP protocol: same LAN (network)

เครื่อง A ส่ง packet ไปยัง B (คือ MAC address ของ B ที่อยู่ใน ARP table)

เครื่อง A - Broadcast message ส่ง query ไปหาเครื่องอื่น ๆ ว่า "ใครคือ MAC address ของ B"

เครื่อง A - "ใครคือ MAC address ของ B"

เครื่อง B - "นี่คือ MAC address ของฉัน"

เครื่อง A - "ขอบคุณ" (ARP replies) และ MAC address

* การรับส่งข้อมูลของเครื่องอื่น ๆ ในเครือข่ายจะถูกต้อง

ที่ปลายทางจะรู้ปลายทางเป็น MAC address

- MAC address ใน ARP table อยู่ในหน่วยความจำของเครื่อง

- soft state : information ที่ไม่คงที่เมื่อ time out (สูญหาย) ของเครื่องจะถูก refreshed โดยอัตโนมัติ

- ARP is "ping-and-play" (เช่น ping แล้ว play)

- node ส่ง ping ARP - ของ

- soft state = เก็บไม่ถาวร

Hard state = เก็บถาวร

* การข้าม LAN

Address : routing to another LAN

- A ส่ง IP ของ Router A ส่ง IP ของ Router B ส่งข้อมูลจาก A → B

ข้อมูลของเครื่อง A ไปยังเครื่อง B จะใช้ Router ของเครื่อง A ส่งข้อมูล

(คือ MAC ของ Router ของเครื่อง A กับ MAC ของ Router ของเครื่อง B)

หรือ Router หนึ่งรับข้อมูลแล้ว ส่ง packet ออกมา ก็คือส่งของ IP

address ของเครื่อง A ไปยังเครื่อง B ผ่าน Router

ใน Routing table หรือส่งที่จุดที่กำหนด

ที่ IP address หนึ่ง ๆ

Data Link layer

Multiple Access links and Protocol แบ่งเป็น 2 ประเภท

- 1. point-to-point → ระบบ internet เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ switch
- 2. broadcast (bus) → ส่งไปให้ทุกคนในเครือข่าย

Multiple Access protocol → ข้อตกลงในทางคอมพิวเตอร์

- single
- ส่งไปให้ทุกคน (broadcast)
- แบบ distributed (ไม่มีใครควบคุม)

Idea Multi

- 1. ระบบที่มี R bits (เช่น LAN)
- 2. $\frac{R}{M}$ (เช่น MAN)
- 3. decentralized (ทั้งหมด)

Multiple มี 3 แบบ

1. channel Partitioning
 - TDMA จัดสรรเวลา
 - FDMA จัดสรรความถี่
2. Random Access → ใช้วิธีสุ่มเลือกช่องสัญญาณ
 - ALOHA → วิธีสุ่มเลือกช่องสัญญาณ
 1. slotted ALOHA → 39%
 2. Pure ALOHA → 18%
 - CSMA → เข้าไปตรวจสอบก่อนส่ง
 - CSMA/CD → ถ้าชนกัน จะเลิกส่ง
 - LAN หนึ่งอัน
 - wireless LAN มี 2 อัน
3. taking turns
 - Polling → ส่งคำถามออกมาถาม
 2. ส่ง جواب slave
 3. ถ้า master เลิก ระบบจะต่อ
 - Token Passing
 - เครื่องไหนมี token จะส่งข้อมูลส่งต่อ

Ethernet Frame structure

- ระบุขนาดของข้อมูล
- หน้าที่ Preamble
- 1. 1016 bit Synchronize clock (ทำให้เวลาเท่ากัน)
- 2. ใช้รู้ว่าจะส่งข้อมูลกี่บิต

MAC address and ARP

- IP address ใช้ใน network layer address
- IP subnet ใช้ใน IP plane ของ bus

MAC - ใช้ในกรอบ frame จากเครื่องหนึ่งไปส่งอีกเครื่องหนึ่งใน network เดียวกัน

- MAC address จะใส่ค่าอยู่ใน ROM (48 bit)
- Lan card มี MAC address หนึ่งอัน

LAN address and ARP

มรดก-ส่งให้ทุกคนในเครือข่าย Broadcast address

- IEEE ควบคุมมาตรฐานของ MAC address
- MAC address → เก็บในบิตที่ตรงกัน
- IP → ส่งไปรับเรื่อง
- MAC flat address → เปรียบเทียบกัน
- IP hierarchical address มีลำดับชั้น
- ชั้นเล็กอยู่ล่าง ชั้นใหญ่อยู่บน

ARP (มรดก)

Ethernet CSMA/CD

- Jam Signal → เป็นสัญญาณ 48 bit เมื่อชนกันแล้ว ถ้าเกิด collision
- 1 bit time
- Exponential Backoff = ช่วงเวลาที่รอ

Star R

- bus ของ switch จะรวมกัน มีส่วนร่วม
- ใช้ข้อมูลส่ง "spoke" จากที่อื่นมาหา
- switch จะ run internet protocol



switch ครอบครอง collision domain

- Active switch
- each spoke

ที่นั่น มี 16 บิต ใช้ 16 บิต

บันทึกช่วยจำ

ของ B ให้อายุใน ARP table ของ A

Link layer Addressing

Mac Address and ARP

- 32 bit IP Address
- network-layer address
- ถูก packet ที่ปลายทางของ host แล้วส่งไปหา Mac Address
- หมายเหตุ: ใน IP Address

- Mac

- ใช้สำหรับส่ง frame ทั่วทั้งระบบ → ใช้ระบบที่ 802.3 หรือ LAN
- 48 bit Mac Address (for most LANs)
- ถูก set ให้อยู่ใน ROM ของการ์ดจอ

- LAN Address and ARP

- ส่งมาที่ตัวเครื่องของเรา จะส่งไปหา IP ที่ตัวเครื่องของเรา
- Mac address ของตัวเครื่องที่เราจะส่งไปหา
- * ถ้าจะส่งให้ทุกเครื่อง ก็จะใช้ address เป็น Broadcast address

- LAN Address (more)

- IEEE เป็นมาตรฐานของการ์ดจอหรือการ์ด MAC Address
- การ์ดจอ card จะให้อายุ mac address หนึ่งตัว
- ตัวอย่าง
- MAC Address : ใช้บอกถึงที่มาของ frame เป็น Flat (ไม่มีการแบ่งส่วน)
- IP Address : ใช้บอกถึงที่อยู่ทางเครือข่าย (มีการแบ่งส่วน เช่น 192.168.1.1 หรือ 192.168.1.2)

ข้อดี

- MAC Flat address → portability (พกพาได้)
- LAN address หนึ่งตัวใช้ LAN หนึ่งตัว
- IP Address
- ใช้บอกถึง IP เป็น 4 ส่วนหรือที่เรียกว่า IP address
- ใช้บอกถึง Subnetwork

- ARP Address Resolution Protocol (การขอการตาม)

- nodes IP node (คอมพิวเตอร์, router) ที่ต้องการจะส่งข้อมูลจะดู ARP table (ตาราง) ว่าเป็น
- ARP table เป็น address mappings ระหว่าง IP address กับ Mac address
- * ถ้า node ของเราจะส่ง mac address ไปหา IP address ก็ต้องดู
- ARP Protocol : Same LAN (network)
- หมายเหตุ: Addressing Packet ให้อายุ B no: mac address

- Broadcasts ทั่วทั้งระบบ Query ให้อายุ Query นี้จะบอก
- ให้อายุของ mac address ของ IP address ของ B หนึ่ง
- Query นี้จะส่งไปหา mac address ปลายทางของปลายทาง
- คือเป็น Broadcast
- การที่เครื่องจะรับทราบว่ามี IP address ของ B ที่กำลังใช้ mac address ของตัวเราที่ส่งมา ก็จะต้องรับ (ARP replies) ของ MAC กลับไป
- * การที่เครื่องจะรับทราบ B ที่รับส่งข้อมูล
- Mac address ใน ARP table จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- คือใช้เก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว
- ↳ soft state : information ที่ใช้ใช้มี time out (ถูกลบออก) หลังจากที่ถูก refreshed โดยเครื่องที่รับส่งข้อมูล
- ARP is "plug-and-play" (เอาไปเสียบก็ใช้ได้)
- nodes จะสร้าง ARP tables ของตัวเองไว้ด้วย
- ข้อดี soft state = ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว
- flora → = เก็บข้อมูลชั่วคราวไว้

Collisions - การชนกันของข้อมูล

channel partitioning Mac - การแบ่งช่องสัญญาณ - load ได้สูง

Random access - low load ได้ High load ไม่ได้ Collision overhead ใหญ่

Polling - การทำโพลลิง Master กับ slaves

CSMA/CD efficiency - T_{prop} - เวลาการรับรบกวน = (เวลาการรับ - เวลาที่รับ)

T_{trans} - เวลาที่ใช้ในการส่ง $\frac{L}{C}$ (L = ขนาดของ packet, C = ความเร็วของสัญญาณ) $= \frac{\text{ขนาดของ packet}}{\text{ความเร็วของสัญญาณ}}$

efficiency = $\frac{1}{1 + 5T_{prop}/T_{trans}}$

คือที่ส่งข้อมูล
คือที่รับข้อมูล
คือ 5 เท่าของ T_{prop} ต่อ T_{trans}

at $0 \leq x \leq 1$ ที่

ALOHA ธรรมดา Ethernet

ใช้ไม่ได้ เหมือนกับกรณีอื่น แล้วได้ค่าการชนกัน แต่ยิ่งชนกันยิ่งเกิด collision

Manchester encoding เกิดปัญหาการชนกันของข้อมูลที่ไม่น่าเป็นไปได้

Hubs - ไม่ฉลาด

- รับทุกสัญญาณและส่งไปทุก ๆ 10000

- ไม่ใช้ CSMA/CD : เกิดการชนกันของข้อมูล collision

- ไม่ใช้บัลลูนดับการชนกันของข้อมูล

Switch - ดีกว่า Hubs สามารถรับส่งข้อมูล

- 64K frames ที่ส่งมาได้

- ใช้ MAC ได้

- ใช้บัลลูนดับการชนกันของข้อมูล

- ใช้ CSMA/CD

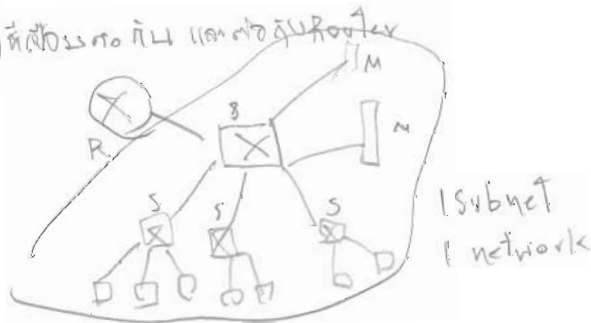
- โปร่งใส (transparent) คือ ผู้รับไม่รู้เลยว่าข้อมูลไปทางไหน หรือรับมาก

Switch Table

| Mac | Port | Time |
|-----|------|------|
| | | |
| | | |
| | | |

คือใช้ Mac address ในการหาว่าข้อมูล Hub คือ an self-learning

Subnet = กลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกันและใช้ Router



CSMA/CD efficiency

efficiency = 1 / (1 + 5 + 2 * prop * trans) ...

Hub ...

Switch ...

Network layer

- ... segment on host
- ... datagrams ...
- ... network

Forwarding table

Table with columns: Destination Address Range, Link Interface. Contains binary address ranges and interface numbers 0 and 1.

Taking turns คอมพิวเตอร์มี protocol ที่ใช้สลับกัน

• Polling

- คอมพิวเตอร์ถาม
- latency = delay → คอมพิวเตอร์รอคอมพิวเตอร์อื่นจะได้ทำกิจกรรม: คอมพิวเตอร์สลับกันด้วยมี master เป็นตัวจัดการ



• Token passing ไม่มี master เป็นตัวจัดการ

Token = ข้อมูลสั้นๆ, จะส่งข้อมูลไปทางใดด้วย



• FDDI โคมพิวเตอร์จะส่งงานทางใด จะเป็นการเชื่อมแบบ ring 2 ชั้น



A ลำดับการส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์จะรับเมื่อทำเป็นวงรีหรือสลับกันไป คอมพิวเตอร์จะเลือกเพื่อส่งงานอีก

ARP (ในวง LAN เดียวกัน)

- A ลำดับการส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ใน LAN เดียวกัน
- B มองกลับ
- soft state : information ที่ไม่อยู่ในหน่วยความจำถาวร → ไม่สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้เป็นการเปลี่ยนแปลง
- ARP is "Plug-and-play" ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม

15/8/9 Link-Layer Addressing

MAC Addresses and ARP

- IP address อยู่ใน network-layer address
 - IP subnet อยู่ใน IP data path ของโหนด
 - อยู่ใน header ของ frame จากคอมพิวเตอร์หนึ่ง → คอมพิวเตอร์ใน network เดียวกัน
 - MAC address จะใช้ค่าอยู่ใน ROM (48 bit)
 - Lan Card แต่ละตัวจะมี Mac address ที่ต่างกัน
- NIC = Network Interface Card

LAN Addressed and ARP

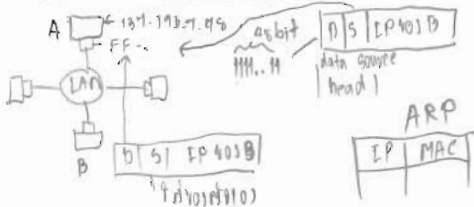
การจะค้นหาที่อยู่คอมพิวเตอร์ด้วย Broadcast address = FF-FF-FF-FF-FF-FF



การจะค้นหาที่อยู่คอมพิวเตอร์หนึ่ง → คอมพิวเตอร์ด้วย broadcast address

- IEEE กำหนดมาตรฐานของ MAC address
- MAC address : เก็บข้อมูลในหน่วยความจำถาวร
- IP : ที่อยู่ไปรษณีย์
- MAC flat address → ที่อยู่คนใดไม่สนใจลำดับใน LAN Card ได้
- IP hierarchical address มีลำดับ → เกิดการเชื่อมโยงแบบ IP address ใช้หน่วยย่อย subnet

ARP : Address Resolution Protocol (การถาม)



บันทึกช่วยจำ

CSMA: การทำ Multiple Access

โดยทั่วไปการส่งข้อมูลในเครือข่าย

- หัวข้อที่เกี่ยวกับการส่ง มี 1000 ข้อว่ามา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเรื่องของ delay
- ข้อแรกเกี่ยวกับ delay ที่เกิดขึ้นจากการชนกันของ packet ที่ชนกัน

CSMA/CD - สามารถส่งได้ในเวลาสั้น

สามารถส่งได้โดยไม่มี error หรือ collision

วิธีบีบอัดข้อมูล → ปัญหาการส่งข้อมูล

ส่งไปพร้อมกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

เพื่อรับรู้ว่ามันส่งแล้วหรือไม่

แล้วมันจะส่ง

- mac address จะมีขนาด 48 bit

- Lan card แต่ละอันจะมี Mac address ต่างกัน
NIC = Network Interface card

LAN address and ARP

การส่งข้อมูลในเครือข่าย Broadcast address
ได้จากการกำหนดของหน่วยงาน IEEE เช่นในกรณีของ
งานที่ตรงกันคือ MAC address
การส่งข้อมูลจากเครื่องหนึ่ง → เครื่องอื่นด้วย
mac address

- IEEE กำหนดมาตรฐานของ Mac address

- MAC add : ที่อยู่ที่ได้กำหนดไว้

- IP address ที่อยู่ที่ได้กำหนดไว้

- MAC Flat add → 60 bit ที่ใช้ใน LAN → มี 2⁶⁰

การแบ่งเป็น 2³² bit ใน LAN card

- IP hierarchical address มี 32 bit

- IP address 0-255 คือ network subnet

ARP: Address Resolution Protocol

การแปลง IP address เป็น MAC address
การแปลง IP address เป็น MAC address
การแปลง IP address เป็น MAC address
การแปลง IP address เป็น MAC address

Ethernet

Unreliable connectionless

- connectionless : ไม่มีการเชื่อมต่อ

- unreliable : ไม่สามารถเชื่อถือได้

- Ethernet ใช้ CSMA/CD ในการ
การ synchronize

MAC Addresses and ARP

MAC Address กับ IP Address ต่างกัน ที่ IP address อยู่ใน
network-layer

- IP subnet 9 bit IP address อยู่ใน

MAC for LAN or physical or Ethernet

- 9 bit ใน frame ของ network → 48 bit ใน network
ได้เช่นกัน

บันทึกช่วยจำ

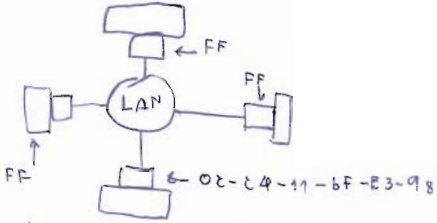
MAC address and ARP

- MAC อยู่ ใน LAN ได้ด้วย ส่วน frame ภายนอกต้อง → อยู่นอก net work ได้ด้วย

LAN addresses and ARP

- mac อยู่ ใน LAN เท่านั้น Broadcast Address

> FF-FF-FF-FF-FF-FF



MAC อยู่ ใน LAN เท่านั้น ส่วน frame ภายนอกต้อง → อยู่นอก net work ได้ด้วย

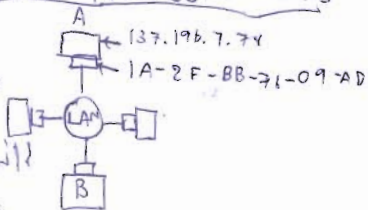
- IEEE ควบคุมการแจกจ่าย MAC address

- Mac Add : เห็นไว้ได้กับทุกเครื่อง

IP address : เห็นไว้ได้กับทุกเครื่อง

ARP : Address Resolution Protocol (กรรม)

A ต้องการไปหา B ใน LAN
 ต้องการรู้ว่า B มี IP address เป็นอะไร
 ต้องการรู้ว่า B มี MAC address เป็นอะไร
 ต้องการรู้ว่า B มี IP address เป็นอะไร
 ต้องการรู้ว่า B มี MAC address เป็นอะไร



ขั้นตอน

- A ต้องการไปหา B ใน LAN ต้องการ B's MAC address
- A broadcasts ARP query ไปหาทุกคนใน LAN ได้ด้วย
- B ส่ง MAC address ของตัวเองมา
- soft state : information ที่ไม่คงที่
- ARP is "plug-and-play" ไม่ต้องโปรแกรม

star topology

- bus เป็นที่รวมกันของทุกโหนดที่สายเคเบิลจะชนกันเกิด collision

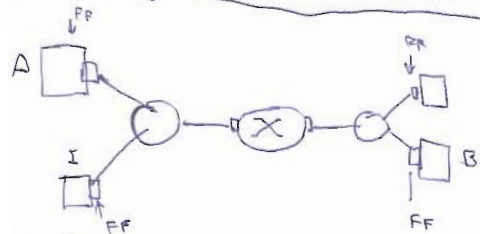
- ส่วนของ star มี switch อยู่ตรงกลาง ส่วนโหนดอื่นใน network เป็น "spoke" สายที่เชื่อมกับ switch



Ethernet CSMA/CD algorithm

- 1) ถ้าสายเคเบิลว่างในสาย จะส่งข้อมูลไปส่ง ถ้า channel ว่างก็ส่งไปส่ง
 - 2) ถ้าไปเจอ error เกิด collision ก็ส่งไปส่งจนเจอ error ถ้า collision เกิดขึ้นก็ส่ง jam signal ออกมาเพื่อ collision และรอส่งข้อมูลใหม่
 - 3) ถ้าเจอ jam signal ออกมาเมื่อ collision เกิดขึ้นก็ส่ง jam signal ออกมาเพื่อ collision และรอส่งข้อมูลใหม่
- collision หรือ
- back off คือ exponential back off คือรอจนกว่าจะเจอ channel ว่าง
 - random number ของสายเคเบิล
 - random number ของสายเคเบิล
 - ถ้าเจอ jam signal ออกมาเมื่อ collision เกิดขึ้นก็ส่ง jam signal ออกมาเพื่อ collision และรอส่งข้อมูลใหม่

Addressing : routing to another LAN (ข้าม LAN)



- A ต้องการไปหา B ข้าม LAN ต้องการ Router
- A ส่ง IP ของตัวเองไปหา Router R
- A ต้องการหา R's MAC address
- A ส่ง frame กับ R's MAC address ไปหา B

- R's NIC จะส่งข้อมูลไปหา B
- R's NIC จะส่ง
- B ส่ง IP ของตัวเองไปหา R
- R ต้องการหา B's MAC address
- R ส่ง frame ไปหา B

บันทึกช่วยจำ

Slotted Aloha การส่งข้อมูลแบบที่การเริ่มส่งมีเวลา 1/2 ของรอบที่มันสามารถส่งได้ หรือ 1/2 ของรอบที่มันจะส่งข้อมูลได้ นั่นเอง
ช่วงเวลาที่มันจะส่งได้คือ 1/2 ของรอบที่มันจะส่งได้
ความน่าจะเป็นที่การส่ง = $1/e = 0.37$ % การรับส่งที่สำเร็จ

CSMA การที่ carrier sense multiple Access ส่วนหนึ่ง การที่ตรวจสอบแล้วถ้า id all ก็ส่งได้ทันที
ถ้าเจอที่ busy ก็ delay ก่อนแล้วค่อยส่ง

CSMA/CD ใน collision avoidance โดยที่ถ้าเจอ busy ก็หยุดส่งทันที ในที่นี้คือ wired LAN
ใน wireless LAN นั้นไม่มี

การที่มันจะส่งข้อมูลได้คือ 1/2 ของรอบที่มันจะส่งได้
Load ที่เจอได้คือ 0.5 เท่านั้น

Talking Turns mac ptc

Poling คือ การที่ส่งข้อมูลแล้วรอรับข้อมูลกลับมา

|| passing

MAC address and ARP มี 49 บิต

Johns VIP 10.10.10.100 เป็น Router / monitor address ของเครื่องใช้
ใน ROM

Ethernet Frame



Chapter 4

บันทึกช่วยจำ

Network Layer

- จุดเชื่อมต่อ network layer
- การส่ง packet จากคอมพิวเตอร์ถึง
- การทำงาน router
- การส่ง packet routing

ทฤษฎี

- 1. segment ที่เชื่อมต่อถึงกันโดยมีจุดเชื่อมต่อ
- 107 segment ที่เชื่อมต่อ encapsulates segments
- segment ที่เชื่อมต่อ transport layer ที่เชื่อมต่อถึงกัน
- Link layer frame ที่เชื่อมต่อถึงกันโดยมีจุดเชื่อมต่อ

Two key Network-Layer Functions:

- forwarding ส่งข้อมูลไปยังที่หมาย
- routing: วิธีการ routing กับ วิธีการ forwarding

Network layer connection and connection-less service

- datagram network provides Protocol ที่เชื่อมต่อ connectionless
- VC network ที่เชื่อมต่อ connection

[ATM] - Asynchronous Transfer Mode.

Datagram networks: ใช้ packet

- ไม่มีการ setup network ที่เชื่อมต่อ
- ถ้า routers ที่เชื่อมต่อโดยมีจุดเชื่อมต่อ - การเชื่อมต่อ
- สามารถ forwarded ให้ข้อมูลปลายทาง (distination)

Internet (datagram)

- ใช้ Data transfer com

- ระบบ ATM

- ที่เชื่อมต่อด้วย

ATM (VC)

ที่เชื่อมต่อด้วย

การเชื่อมต่อที่เชื่อมต่อโดยมีจุดเชื่อมต่อ

สามารถเชื่อมต่อ (dist)

- ส่งข้อมูลไปยัง

การเชื่อมต่อ : ที่เชื่อมต่อด้วย

Network layer

- 1 sending to receiving host
- 2 sending side into datagrams
- 3 moving to transport layer
- 4 protocols in every host, router
- 5 header fields in all IP

Virtual circuits: signaling protocols

- 1 Used to setup, maintain teardown VC
- 2 used in ATM, frame-relay, x.25
- 3 not used in today's Internet

Two key Network-Layer Functions

- 1 move packet from router's input to router output
- 2 determine route taken by packets from source to dest

Network layer connection and connection-less service

- 1 service: host-to-host
- 2 no choice: network provides one or the other
- 3 implementation: in network core

บันทึกช่วยจำ

CSMA collisions

collision เวลาส่ง packet หนึ่งคนๆ
เจออีก 1 คน จะเกิด collision

CSMA/CD (Collision Detection)

- คอมพิวเตอร์ จะส่งข้อมูล
- ถ้าเจอ collision จะหยุดส่งทันที

Taking Turns MAC protocols

channel partitioning mac protocols

- ถ้า load มาก ก็แบ่งช่องส่งข้อมูล

Random access MAC protocols

- ถ้า collision มาก

Polling Taking Turns

- คน 1 ส่งข้อมูล แล้วส่งให้คน 2
- ถ้าคน 2 ส่งข้อมูล - คน 1 รอ

Token passing โทเคน - หนึ่งคนส่งข้อมูล

FDDI - ระบบการสื่อสารแบบวงแหวน

MAC Addresses and ARP

- Network 10 turns data - ส่งข้อมูล IP
- Router 2 คน

32-bit IP address - 10 ใน network byte

MAC (on LAN or physical or Ethernet)

- 48 bit address

MAC 3 48 bit on 16 10 12 bit

NIC - network interface card

LAN Address (mac)

- mac address to MAC address

analogy - เห็นคนแล้ว

- เห็นคนแล้ว

- 32 bit IP address (MAC)

- 10 bit IP address

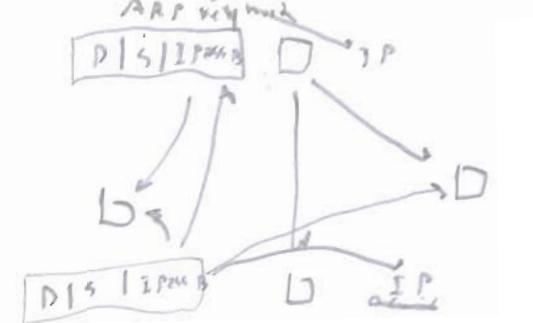
- IP address on network

ARP: Address Resolution Protocol

การแปลง IP address เป็น MAC address

- ใช้สำหรับแปลง IP address เป็น MAC address

การแปลง IP address เป็น MAC address



ARP protocol some LAN network

A network B and A have different addresses

- ใช้สำหรับแปลง IP address เป็น MAC address

Ethernet - protocol include 802.3

- network interface card

star topology

bus - network of collision domain

- ใช้สำหรับแปลง IP address เป็น MAC address

CSMA / CD efficiency.

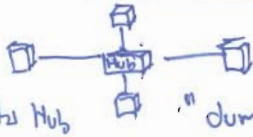
$T_{prep} = \text{ms to prepare frame}$ $T_{trans} = \text{ms to transmit (bit time) non frame, non data}$

CSMA / CD efficiency = $\frac{T_{trans}}{T_{trans} + T_{prep}}$

* Non-persistent CSMA: station checks for a busy channel and if busy, it waits for a random time before checking again.

* Hub = multiport repeater

bus frame bus CSMA / CD to Hub "dumb"



frame bit collision happens.

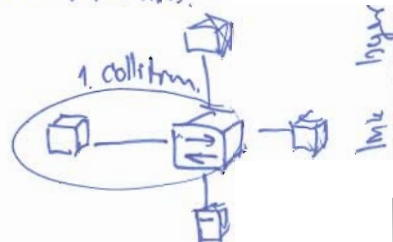
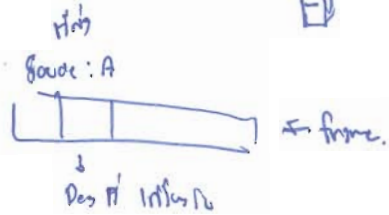
* Switch = multiport network MAC router that can distinguish between destinations

switching means dumb

switch table

| mac | port | vlan |
|-----|------|------|
| | | |
| | | |

priority



switching is done into this



Network Layer

network layer forwarding and routing.

forward = sending package through network routing = path determination

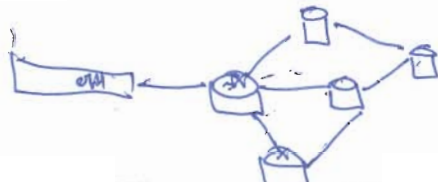
router in network layer header information

routing = determining the best path

forward = determining the destination

routing table

| mask | link |
|-----------|------|
| 1111 0000 | 3 |
| 1111 0110 | 2 |
| 1111 0010 | 1 |



net = virtual network
physical

longest prefix

network layer routing table link layer

net = network setup through physical network layer help network setup net

network file mps, network network

- หมายเลข LAN เรียกว่า MAC Address.
- หมายเลข Modem เรียกว่า IP Address.

บันทึกช่วยจำ

- MAC Address ส่งไปแค่ 1:1
- Broadcast Address ส่งไปทุกเครื่องใน network.

MAC like Social Security Number ซึ่งไม่ได้ที่ใดที่หนึ่งแต่มีที่เดียว.

IP like postal address. ซึ่งอยู่ที่ไหนเปลี่ยน IP

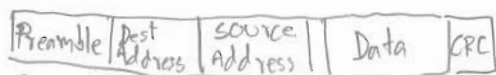
Ethernet.

- first widely used LAN technology
- cheap
- kept up with speed race : 10 Mbps - 10 Gbps.

Star topology

- active switching center.

Ethernet Frame Structure.



↑
ใช้ synchronize

↑
type

Ethernet เป็นแบบ Unreliable, connectionless

- Connectionless : No handshaking between sending and receiving NIC
- ไม่มีการรับประกันว่าได้รับข้อมูลที่ได้รับ.

CSMA/CD

- กรอบ Frame จะขึ้นชื่อที่รับ. datagram ของ Network layer. หรือข้อมูล Datagram

- ถ้าข้อมูลถึงปลายทางแล้ว ถ้าไม่รับส่ง. จะมีการรับส่ง.

- ความยาวของข้อมูลรับส่ง. ส่งข้อมูลแบบเต็ม (Bk)

- ถ้ารับส่ง Random ที่รับส่ง k ครั้ง ($k = 2^m - 1$; m = จำนวนครั้งที่รับส่ง) จะใช้เวลานาน $k \times \text{slot time}$

CSMA/CD efficiency

T_{prop} = max prop delay between 2 nodes in LAN

T_{trans} = time to transmit max-size frame.

$$\text{efficiency} = \frac{1}{1 + 5T_{prop}/T_{trans}}$$

- better performance than ALOHA : AND simple, cheap, ไม่ต้องการ synchronize clock.

เมื่อถึงที่ปลายทางแล้ว.

MAC (or LAN or Physical) address

บันทึกช่วยจำ

- function: ควบคุมการสื่อสารข้อมูลในวง LAN เดียวกัน
- NIC → network interface card
- 48 bit MAC address → อยุ่บน LANs
- 14 hex digit in m/a n/a v/o ROM

- 5 B ส่งข้อมูลกับ R
- 6 datagram หรือ R นี้ถูกส่ง data link-layer
- 7 ระบุที่ปลายทางด้วยเลข A กับ B หรือ R

LAN Address and ARP

การที่คอมพิวเตอร์ MAC address ของเรา
 นั้นจะ ถูกกำหนดโดยผู้ผลิต Broadcast → FF-FF-FF-FF
 หมายความว่า ไปถึงทุกคน

Ethernet

- ถูกใช้บน NIC
- ใช้ LAN ได้จริงคือเร็ว
- ใช้กับ LANs หรือ ATM
- อัตราการส่งข้อมูล : 10 mbps - 10 Gbps

mac address ถูกกำหนดโดย IEEE

ใช้กำหนดให้ข้อมูล MAC address

IP address ใช้ระบุที่อยู่คอมพิวเตอร์

ที่อยู่คอมพิวเตอร์ในวง LAN เดียวกัน

→ ระบุคอมพิวเตอร์ในวง LAN หรือ network

ARP: Address Resolution Protocol ใช้ mapping ระหว่าง MAC กับ IP

Addressing IP addresses

A ต้องการส่งข้อมูลให้ B ในวง LAN
 A ส่ง Broadcast query ไปหาทุกคนในวง LAN
 ทุกคนที่ได้รับข้อมูล IP ของตัวตัวเอง
 จะตอบกลับหา A ไปด้วย MAC ของตัว
 ตัวเอง A ได้รับข้อมูล MAC ของ B
 และส่งข้อมูลให้ B ไปด้วย

Star topology

hub bus และ Ring network
 - การไหลของข้อมูลจะไปที่ตัวกลาง

ตัวอย่าง star topology ในรูปข้างบน

- ใช้ switch เป็นศูนย์กลาง
- network ของ LAN เดียวกัน

Ethernet CSMA/CD algorithm

- 1 ตรวจสอบสาย
- 2 ส่งข้อมูลออกไป
- 3 หากมี collision จะหยุดส่ง
- 4 รอจนกว่าสายจะว่างแล้วส่งใหม่

การกำหนด IP กับ MAC

คอมพิวเตอร์ในวง LAN จะ timeout

Addressing : routing to another LAN

- 1 ส่ง datagram ไปหา router
- 2 ใช้ ARP เพื่อหา MAC address ของ router
- 3 ส่งข้อมูล link-layer ไปหา router
- 4 router ส่ง datagram ไปหา B

Chapter 5

บันทึกช่วยจำ

CSMA การควบคุมสื่อ

- การควบคุมสื่อที่มีแบบ multiple
- การควบคุม ideal คือ การที่สื่อใดที่ว่าง
- ถ้ามีสื่อว่างแล้วมีคนใช้ คนอื่น เกิด collision
- สื่อว่างแล้วมีคนใช้ เกิดการชนกัน
- ถ้าใครส่งได้

CSMA/CD

- การลดการชนกัน
- collision detection การส่งสัญญาณได้
- ที่ใดที่ชนแล้วจะหยุดส่งสัญญาณ
- การจัดการแบบ CSMA เมื่อเจอสื่อว่างแล้ว
- ที่ไหนเกิด collision หยุด

Taking Turns

- channel partitioning
 - มีส่วน load กับ delay
- Random access
 - สื่อว่างแล้วใครส่งก็ได้
 - สื่อเกิด collision
- Taking turns
 - สื่อว่างแล้วใครส่งก็ได้
 - สื่อถูกจอง
 - สื่อว่างแล้วใครส่งก็ได้

Taking Turns

- สื่อว่างแล้ว - master node
 - typically
 - concerns
 - สื่อถูกจอง
 - สื่อว่างแล้วใครส่งก็ได้
- สื่อว่างแล้วใครส่งก็ได้

linklayer

mac address and ARP
 48 bit / 48 bit network layer
 1460 datagram / IP protocol
 mac (lan or physical or ethernet)
 48 bit / 48 bit network interface card

LAN - สื่อที่เชื่อมต่อ mac address
 Mac address - ระบุกับสื่อที่เชื่อมต่อ
 IP address - ระบุกับแลนที่เชื่อมต่อ
 mac flat address - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ
 สื่อที่เชื่อมต่อ IP เปลี่ยน network

ARP สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ ARP
 - สื่อที่เชื่อมต่อ mac
 - broadcast สื่อที่เชื่อมต่อ
 Ethernet สื่อที่เชื่อมต่อ = 10 Mbps - 10 Gbps
 สื่อ 50 bit / 50 bit สื่อที่เชื่อมต่อ
 segment สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ
 - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ
 - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ

Ethernet CSMA/CD
 - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ
 - สื่อที่เชื่อมต่อ error สื่อที่เชื่อมต่อ
 - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ
 - สื่อที่เชื่อมต่อ สื่อที่เชื่อมต่อ

Jam 48 bit สื่อที่เชื่อมต่อ collision
 bit time สื่อที่เชื่อมต่อ

บันทึกช่วยจำ

CSMA/CD ใช้สำหรับหาความยาวของ

Ethernet CSMA/CD (carve) ครอบคลุม collision efficiency

- T_{prop} = max prop delay between 2 nodes in LAN
- T_{trans} = time to transmit max size frame

$$\text{efficiency} = \frac{1}{1.5 T_{prop} + T_{trans}}$$

Ethernet standards: Link & Physical Layers

มีมาตรฐานการกำหนด การเข้ารหัสข้อมูล การส่งข้อมูล และอื่น ๆ

Manchester encoding ใช้สำหรับส่งข้อมูล 0 หรือ 1 โดยใช้เวลา 100 ns ต่อ bit
 coding HUB คือ ใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน
 switch ใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน และใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน
 ที่ใช้ CSMA/CD หรืออื่น ๆ

transparent สำหรับใช้กับ user ที่ไม่รู้เรื่องเกี่ยวกับ network

switch table ใน switch มี switch table ของตัวเอง และใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน
 สำหรับใช้กับ hub หรือใช้เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน และใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน

interconnecting switches

ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ switch เข้าด้วยกัน และใช้สำหรับเชื่อมต่อ switch เข้าด้วยกัน

network layer ใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน และใช้สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน
 network layer connection

CSMA/CD efficiency

$t_{trans} = \text{time to transmit max-size frame}$ $\frac{1}{2} \times \text{การส่ง frame}$ $\frac{1}{2} \times \text{การรับ frame}$

as t_{prop} goes to 0: efficiency } ชื่อว่า ALOHA
as t_{trans} goes to infinity: efficiency }

- different speeds: 2 mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$
ใน 1 วินาที

- different physical layer media: fiber, cable $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$

Hubs

no frame buffering $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$

Switch $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$ Hubs $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$ $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$

transparent $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$

Switch allows multiple simultaneous transmission $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$
operates

Switch: self-learning

record sender/location $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$

Network layer $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$ $\frac{1}{2} \times \text{การรับส่งข้อมูล}$