

The Internet and Routing

Akharin Khunkitti
KMITL



หัวข้อ

- Introduction to The Internet
- TCP/IP Protocol Suite
- IP Addressing and Subnetting
- Internet Routing and Protocols
- Static Routing
- Dynamic Routing
 - BGP, RIP, OSPF
- Summary



บทนำ



- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นระบบเครือข่ายวงกว้างที่เก่าแก่ที่สุดที่ยังใช้งานอยู่ และยังคงได้รับความนิยมใช้งานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
- การใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 - สื่อสาร/แลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร ความคิดเห็น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์
 - ค้นหาข้อมูล
 - ทำธุรกรรมต่างๆ
- อินเทอร์เน็ต ในความหมายทั่วไป (internet) หมายถึงการสื่อสารระหว่างระบบเครือข่ายตั้งแต่สองระบบขึ้นไป
- อินเทอร์เน็ต ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในความหมายเฉพาะ (The Internet) หมายถึงระบบเครือข่ายตั้งแต่สองระบบขึ้นไป ทำงานด้วยชุดโพรโทคอลที่ซีพีไอพี

ประวัติของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

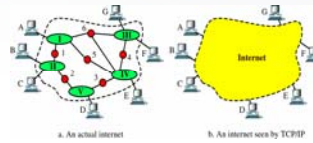


- ในช่วงปลายทศวรรษ 1960 องค์การอาร์ปา (Advanced Research Projects Agency: ARPA) ในสหรัฐอเมริกา ได้เริ่มโครงการให้มีการพัฒนาระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง โดยที่
 - ระบบเครือข่ายจะต้องสามารถยังคงทำงานได้ แม้ว่าระบบบางส่วนเกิดการเสียหายจนใช้งานไม่ได้
 - ระบบเครือข่ายจะต้องเชื่อมต่อบริเวณคอมพิวเตอร์ในสถานที่ต่างๆ เข้าด้วยกัน ให้สามารถทำการสื่อสารได้จากทุกที่
- นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยหลายแห่งได้ร่วมมือกัน กำหนดให้การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ระบบเครือข่ายแบบแพ็กเก็ตสวิตชิง (Packet Switching)
- สร้างระบบเครือข่ายขึ้นมาใช้งานในเดือนกันยายน พ.ศ. 2510 เรียกว่า อาร์ปานิเน็ต (ARPANET)
- เริ่มต้น ARPANET เชื่อมต่อ โหนดของมหาวิทยาลัย 4 แห่ง
 - The University of California (Los Angeles)
 - The Stanford Research Institute
 - The University of California (Santa Barbara)
 - The University of Utah
- ต่อมาในปี พ.ศ. 2526 เมื่อ ARPANET ขยายตัวมากขึ้น ได้กำหนดให้ใช้โพรโทคอลเป็นแบบ ทีซีพี-ไอพี (Transmission Control Protocol / Internet Protocol: TCP/IP) และเริ่มมีการใช้งานมากขึ้นจนมีจำนวนผู้ใช้นับล้านคนในปัจจุบัน

ประวัติของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



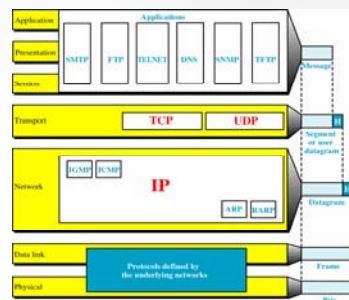
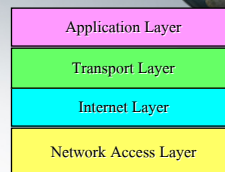
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีระบบเครือข่ายที่ทำหน้าที่เป็นโครงข่ายหลัก (Backbone or Core Network) เพื่อทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่ายหลักต่างๆ เข้าด้วยกัน
- ผู้ใช้ทั่วไปจะไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายหลักได้โดยตรง จะต้องเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายย่อย ซึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายหลักอีกทอดหนึ่ง
 - ระบบเครือข่ายย่อย เช่น ระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัย หรือ ระบบเครือข่ายของผู้ให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ที่เรียกว่า ไอเอสพี (Internet Service Provider: ISP)
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในระยะแรกจะเป็นเครือข่ายทางการศึกษาค้นคว้า วิจัย ต่อมาเริ่มมีการใช้งานและมีผู้ใช้มากขึ้น จึงเริ่มมีการใช้งานในเชิงธุรกิจเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
 - ปัจจุบันจะมีการแบ่งการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นด้านการศึกษา และการใช้งานทั่วไป
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในปัจจุบันมีโครงการอินเทอร์เน็ตรุ่นที่สอง (Internet2) เพื่อเป็นระบบเครือข่ายความเร็วสูง ที่เชื่อมต่อสถาบันการศึกษา วิจัยต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อการค้นคว้าวิจัยขั้นสูง



โครงสร้างการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



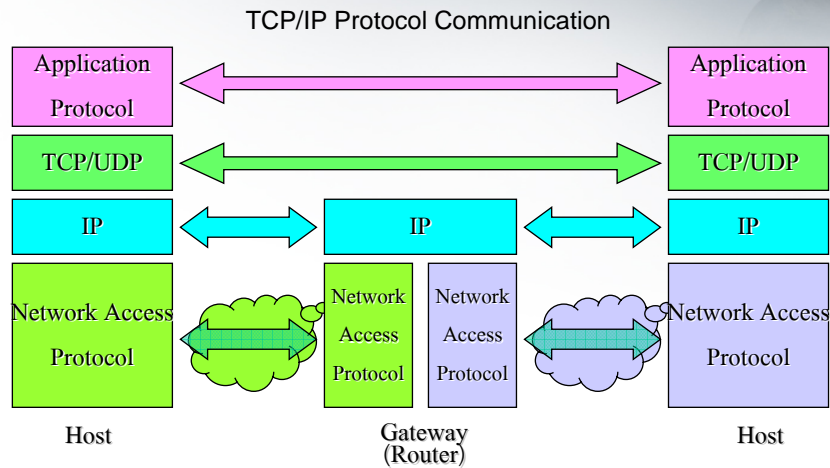
- โครงสร้างการทำงานกำหนดโดยแบบจำลองการทำงานของชุดโพรโตคอลที่ซีพีไอพี (TCP/IP Model) ตามมาตรฐานกำหนดไว้ 3 ชั้น
 - Internet Layer – กำหนดการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง/เครือข่าย
 - เทียบได้กับ Network Layer ของ OSI Model
 - Transport Layer – กำหนดลักษณะการขนส่งข้อมูล
 - เทียบได้กับ Transport Layer ของ OSI Model
 - Application Layer – กำหนดการใช้งาน
 - เทียบได้กับ Session + Presentation + Application Layers ของ OSI Model



โครงสร้างการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



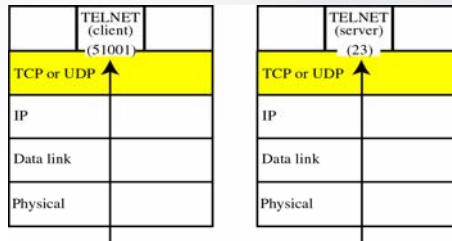
- การติดต่อสื่อสารระหว่างส่วนต่างๆ



การขนส่งบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



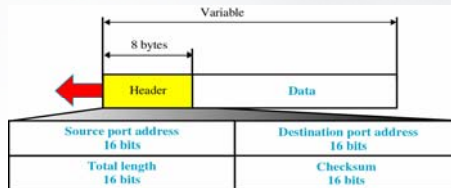
- การขนส่งบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet Transport Protocols)
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - TCP (Transmission Control Protocol)
- การทำงานในโปรแกรมมักใช้ Socket เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสาร
 - โดย Socket จะมีการทำงานแบบ UDP หรือ TCP ขึ้นอยู่กับการเรียกใช้



การขนส่งบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



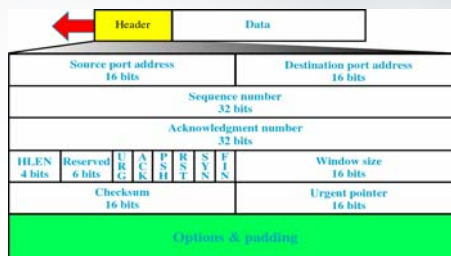
- UDP (User Datagram Protocol)
 - เป็นการติดต่อสื่อสารแบบที่ไม่ต้องการสร้างการเชื่อมต่อขึ้นก่อนการรับ-ส่งข้อมูล
 - เมื่อมีข้อมูลจะสื่อสารจะสร้างส่วนหัวกำกับ การสื่อสาร แล้วส่งให้ชั้นเครือข่ายทำการส่ง และรับข้อมูลต่อไป
 - สื่อสารได้สะดวก รวดเร็ว และประหยัดทรัพยากร
 - แต่ไม่มีการตรวจสอบ หรือรับประกันการสื่อสารข้อมูล



การขนส่งบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



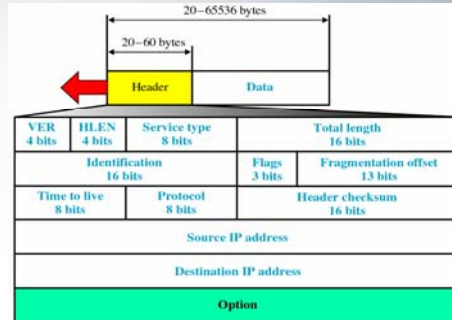
- TCP (Transmission Control Protocol)
 - เป็นการติดต่อสื่อสารแบบที่ต้องสร้างการเชื่อมต่อขึ้นก่อนการรับ-ส่งข้อมูล
 - เมื่อมีข้อมูลจะสื่อสารจะสร้างการเชื่อมต่อ (Connection) ขึ้นมาก่อนแล้วจึงจะทำการรับ-ส่งข้อมูล หลังจากสื่อสารเสร็จสิ้นแล้วจึงจะทำการปิดการเชื่อมต่อ
 - การสื่อสารข้อมูลยังคงต้องมีส่วนหัวกำกับ การสื่อสาร แล้วส่งให้ชั้นเครือข่ายทำการส่งและรับข้อมูลต่อไป
 - มีการตรวจสอบ หรือรับประกันการสื่อสารข้อมูล ทำให้การสื่อสารข้อมูลมีความถูกต้อง
 - มี Overhead ในการสื่อสาร เนื่องจากต้องการสร้างการเชื่อมต่อทุกครั้งที่ต้องการสื่อสาร



การกำหนดที่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



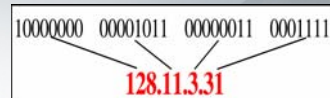
- คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมีที่อยู่สำหรับการอ้างอิงเป็นของตนเอง และจะต้องไม่ซ้ำกับเครื่องอื่นที่ต้องการติดต่อสื่อสารถึงกัน
- ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้การอ้างอิงที่อยู่ที่ไม่ซ้ำกันทั่วโลก ที่เรียกว่า ที่อยู่แบบไอพี (IP Address) หรือหมายเลขไอพี



การกำหนดที่อยู่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



- สำหรับโพรโตคอลไอพีรุ่นที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเป็นรุ่นที่ 4 มีหมายเลขที่อยู่ไอพี กำหนดโดยตัวเลขฐานสอง ขนาด 32 บิต
- เนื่องจากมนุษย์อ้างอิงตัวเลขฐานสองขนาด 32 บิต ไม่สะดวก จึงได้กำหนดสัญลักษณ์สำหรับหมายเลขที่อยู่ไอพีขึ้นมาให้สะดวกต่อการเรียกใช้ เรียกว่า สัญลักษณ์แบบจุด (Dot Notation)

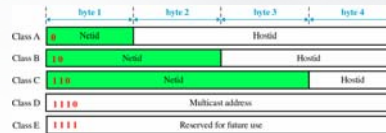
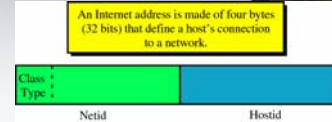


- Dot Notation กำหนดโดยแบ่งตัวเลขฐานสอง ออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 8 บิต (1 ไบท์) แล้วคั่นด้วย "จุด"
- ตัวเลข 8 บิต ในแต่ละส่วนสามารถใช้เลขฐานอื่นๆ ในการแทนได้ เช่น อาจใช้
 - เลขฐานสิบ เรียกว่า Decimal Dot Notation แต่ละส่วนจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255
 - เลขฐานสิบหก เรียกว่า Hexadecimal Dot Notation แต่ละส่วนจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0x00 ถึง 0xFF (หรือ 00H ถึง FFH)
 - เลขฐานแปด (ไม่ค่อยนิยมใช้)
- ตัวอย่าง Decimal Dot Notation
 - 10000000 00001011 00000011 00011111 => 128.11.3.31
- ตัวอย่าง Hexadecimal Dot Notation
 - 10000000 00001011 00000011 00011111 => 0x80.0x0B.0x03.0x1F

การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- หมายเลขที่อยู่ไอพี (IP Address) จะแบ่งออกเป็นสองส่วน
 - ส่วนที่กำหนดหมายเลขเครื่องหรือ โหนด (Host or Node Part)
 - ส่วนที่กำหนดหมายเลขเครือข่ายหรือเครือข่ายย่อย (Network or Subnetwork Part)
- ส่วนของหมายเลขเครือข่ายจะเป็นกลุ่มของเครื่องหรือโหนดที่อยู่ในเครือข่ายหรือกลุ่มเดียวกัน
 - กลุ่มของเครื่อง/โหนดในระบบเครือข่าย
- หมายเลขไอพีจะมีการกำหนดเป็นกลุ่มหรือประเภท เรียกว่า "Class" ดังนี้
 - Class A: เป็นประเภทเครือข่ายขนาดใหญ่ และกำหนดให้ 8 บิตแรก เป็น ส่วนของหมายเลขเครือข่าย และอีก 24 บิต เป็นส่วนของหมายเลขโหนด
 - Class B: เป็นประเภทเครือข่ายขนาดกลาง และกำหนดให้ 16 บิตแรก เป็น ส่วนของหมายเลขเครือข่าย และอีก 16 บิต เป็นส่วนของหมายเลขโหนด
 - Class C: เป็นประเภทเครือข่ายขนาดเล็ก และกำหนดให้ 24 บิตแรก เป็น ส่วนของหมายเลขเครือข่าย และอีก 8 บิต เป็นส่วนของหมายเลขโหนด
 - Class D: เป็นหมายเลขสำหรับการคิดคือสื่อสารเป็นกลุ่ม (Multicast Address)
 - Class E: เป็นหมายเลขสำหรับใช้ในการทดลอง
- เครื่องหรือโหนดอย่างน้อยจะต้องมีหมายเลขไอพี
 - ใน Class A หรือ Class B หรือ Class C



- จำนวนหมายเลขไอพีที่ใช้งานได้แต่ละเครือข่ายจะมีจำนวน = $2^N - 2$ โดยที่ N เป็นจำนวนบิตของส่วนที่กำหนดหมายเลขเครื่องหรือ โหนด
 - โดจะกันไว้เป็นหมายเลขไอพีที่สม จำนวนเครือข่ายละ 2 หมายเลข หันมาใช้กำหนดให้เครื่อง
 - ส่วนที่กำหนดหมายเลขเครื่อง โหนด ที่เป็น 0 ทั้งหมดจะกันไว้ เป็นหมายเลขเครือข่ายเครือข่ายย่อย (Network Number)
 - ส่วนที่กำหนดหมายเลขเครื่อง โหนด ที่เป็น 1 ทั้งหมดจะกันไว้ เป็นหมายเลขกระจายข้อมูล (Broadcast Number)

การกำหนดที่อยู่แบบไอพี

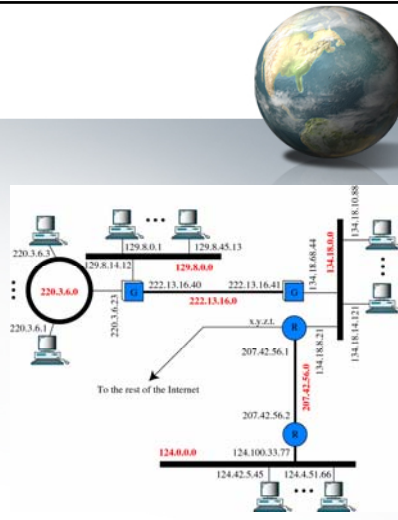


- หมายเลขไอพี ในแต่ละ Class สามารถระบุได้โดยสังเกตจากตัวเลข 8 บิตแรก ของหมายเลขไอพี (ตัวเลขตัวแรกของ Dot Notation)

	From	To
Class A	0.0.0.0 Netid Hostid	127.255.255.255 Netid Hostid
Class B	128.0.0.0 Netid Hostid	191.255.255.255 Netid Hostid
Class C	192.0.0.0 Netid Hostid	223.255.255.255 Netid Hostid
Class D	224.0.0.0 Group address	239.255.255.255 Group address
Class E	240.0.0.0 Undefined	255.255.255.255 Undefined

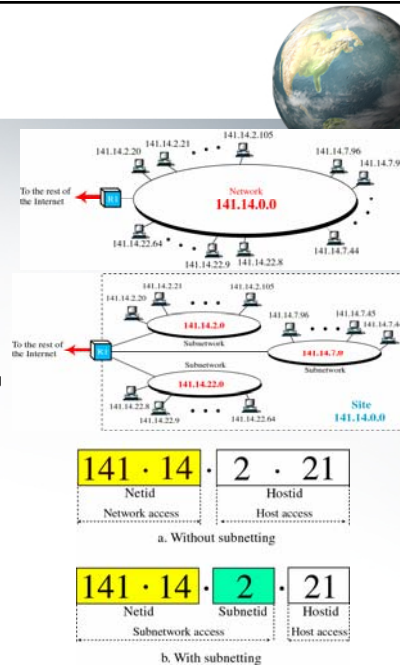
การกำหนดที่อยู่แบบไอพี

- การกำหนดหมายเลขไอพีในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องมีการกำหนด
 - หมายเลขเครือข่าย
 - หมายเลขโหนด
- เครือข่ายแต่ละเครือข่ายจะถูกแบ่งหรือส่งผ่านข้อมูลโดยใช้ Router หรือ Gateway
 - แต่ละเครือข่ายที่สามารถสื่อสารถึงกันได้ จะต้องมีหมายเลขเครือข่ายไม่ซ้ำกัน
- แต่ละเครื่อง/โหนดภายในเครือข่ายเดียวกัน จะมี
 - หมายเลขไอพีส่วนที่เป็นหมายเลขเครือข่ายเหมือนกัน
 - หมายเลขไอพีส่วนที่เป็นหมายเลขโหนดไม่ซ้ำกัน
- กำหนดโดยหน่วยงานกำหนดเครือข่ายกลาง (Network Information Center: NIC)
 - กำหนดหมายเลขไอพีในระดับเครือข่าย ให้แก่องค์กร
 - องค์กรหรือผู้ได้รับ ไปกำหนดหมายเลขเครื่องหรือเครือข่ายย่อยเอง
- การแบ่งเครือข่ายอาจจะ
 - ทำให้เครือข่ายเดียวมีเครื่อง/โหนดในเครือข่ายจำนวนมาก
 - => ทำให้มีการใช้งานมาก
 - มีความจำเป็นต้องแบ่งเป็นเครือข่ายย่อย



การกำหนดที่อยู่แบบไอพี

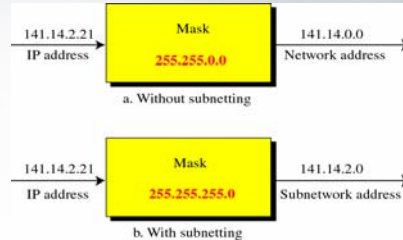
- การแบ่งเครือข่ายย่อย (Sub-netting) เป็นการแบ่งเครือข่ายขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง
 - สามารถแบ่งเครือข่ายย่อยจากหมายเลขเครือข่ายที่มีอยู่ได้
 - เป็นการทำให้การใช้หมายเลขไอพีมีประสิทธิภาพ/คุ้มค่ามากขึ้น
- กำหนดโดย
 - จากหมายเลขไอพีตามมาตรฐาน Class นำส่วนหมายเลขเครื่อง (Host-ID) มากำหนดส่วนเครือข่ายย่อยเพิ่มเติม
 - แบ่งส่วนหมายเลขเครื่องมาแบ่งเป็นส่วนเครือข่ายย่อย
- แต่ละเครือข่ายอาจมีการกำหนดเครือข่ายย่อยเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้
- กำหนดเครือข่ายย่อยโดยใช้มาสก์ (Masking)



การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- การใช้มาสก์ (Masking) เป็นการกำหนดส่วนของหมายเลขไอพีว่าส่วนใดเป็นส่วนหมายเลขเครือข่าย และส่วนใดเป็นส่วนหมายเลขเครื่อง
- กำหนดโดยให้มีตัวเลขขึ้นมามีจุดหนึ่ง ที่มีขนาดความยาวเท่ากับหมายเลขไอพี คือ 32 บิต เรียกว่ามาสก์ (Mask หรือ IP Mask หรือ Subnet Mask)
- ถ้าบิตใดของมาสก์มีค่าเป็น 1 => บิตในตำแหน่งที่ตรงกันในหมายเลขไอพี จะหมายถึงถึงส่วนของหมายเลขเครือข่ายหรือเครือข่ายย่อย
- ถ้าบิตใดของมาสก์มีค่าเป็น 0 => บิตในตำแหน่งที่ตรงกันในหมายเลขไอพี จะหมายถึงถึงส่วนของหมายเลขเครื่อง/โหนด



การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- ตัวอย่างการใช้มาสก์ของหมายเลขไอพีตามมาตรฐานแต่ละ Class โดยไม่มีการแบ่งเครือข่ายย่อย

Class	Mask	Address (Example)	Network Address (Example)
A	255.0.0.0	15.32.56.7	15.0.0.0
B	255.255.0.0	135.67.13.9	135.67.0.0
C	255.255.255.0	201.34.12.72	201.34.12.0
D	N/A	N/A	N/A
E	N/A	N/A	N/A

การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- ตัวอย่างการใช้มาสก์ของหมายเลขไอพีตามมาตรฐานแต่ละ Class โดยมีการแบ่งเครือข่ายย่อย

Class	Mask	Address (Example)	Network Address (Example)
A	255.255.0.0	15.32.56.7	15.32.0.0
B	255.255.255.0	135.67.13.9	135.67.13.0
C	255.255.255.192	201.34.12.72	201.34.12.64
D	N/A	N/A	N/A
E	N/A	N/A	N/A

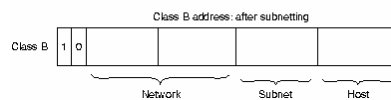
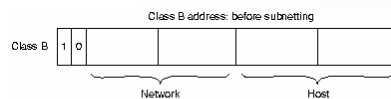
การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



Class B Example Without Masking

Host = 23

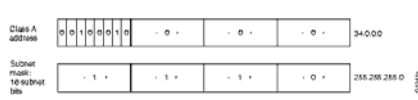
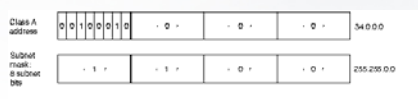
IP Address=> 134.56.23.2
Natural Mask=> 255.255.0.0



Class B Example With Masking

Subnet = 23

IP Address=> 134.56.23.2
Subnet Mask=> 255.255.255.0



การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- การหาหมายเลขเครือข่ายจากหมายเลขไอพีและมาสก์
 - หาได้โดยใช้การกระทำทางบิตแบบ AND
 - <หมายเลขเครือข่าย> = <หมายเลขไอพี> AND <มาสก์>
 - <Network Number> = <IP Address> AND <Mask>
- ตัวอย่างที่ 1
 - IP Address = 45.23.21.8
 - Mask = 255.255.0.0
 - Network Number / Subnet Address = 45.23.0.0
- ตัวอย่างที่ 2
 - IP Address = 45.123.21.8
 - Mask = 255.192.0.0
 - 123 = 0 1 1 1 1 0 1 1
 - 192 = 1 1 0 0 0 0 0 0
 - 64 = 0 1 0 0 0 0 0 0
 - Network Number / Subnet Address = 45.64.0.0

a	b	a AND b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

แบบทดสอบ

- จงหาหมายเลขเครือข่าย โดยกำหนด
 - (1) IP Address = 134.56.23.2,
Mask = 255.255.255.0
 - (2) IP Address = 134.56.23.2,
Mask = 255.255.128.0
 - (3) IP Address = 134.56.23.2,
Mask = 255.255.255.192

การกำหนดที่อยู่แบบไอพี



- การกำหนดหมายเลขไอพีให้กับเครื่อง/อุปกรณ์ ต้องกำหนดทั้งหมายเลขที่อยู่ไอพี (IP Address) และมาสก์ (Mask)
 - ระบุแยกออกจากกันชัดเจน เช่น
 - IP Address = 134.56.23.2
 - Mask = 255.255.255.0
 - ระบุรวมกัน
 - อยู่ในรูปแบบ <IP Address>/<จำนวนบิต "1" ของมาสก์>
 - เช่น 134.56.23.2/24 หมายถึง มาสก์มีจำนวนบิต "1" จำนวน 24 บิตต่อเนื่อง (นับจากบิตแรก) ดังนั้นจะได้เป็น
 - IP Address = 134.56.23.2
 - Mask = 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000 = 255.255.255.0
 - 15.32.56.7/18 หมายถึง มาสก์มีจำนวนบิต "1" จำนวน 18 บิต
 - IP Address = 15.32.56.7
 - Mask = 1111 1111 . 1111 1111 . 1100 0000 . 0000 0000 = 255.255.192.0
 - วิธีนี้จะใช้ได้เฉพาะในกรณีที่กำหนดให้มาสก์มีบิตที่เป็น "1" ต่อเนื่องกันตั้งแต่บิตแรก เท่านั้น

แบบทดสอบ

- จงหาหมายเลขมาสก์ และหมายเลขเครือข่าย ของ
 - (1) 135.41.3.5/16
 - (2) 203.67.45.9/22
 - (3) 201.34.12.193/30

วิธีการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



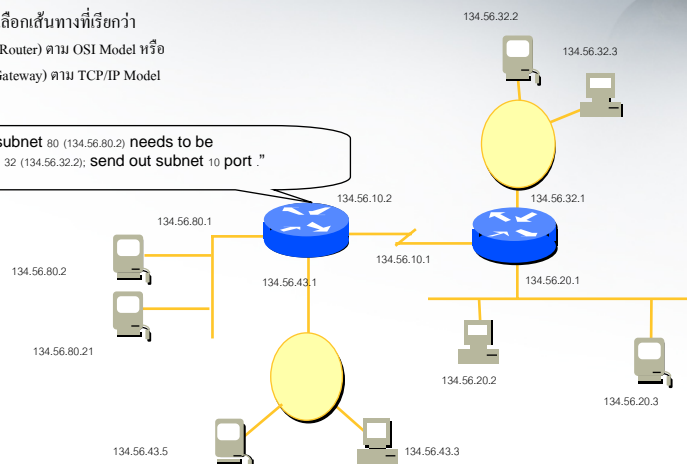
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีแบบ Packet Switching ที่ใช้โพรโทคอล TCP/IP
- ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 - การเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่าย
 - การเลือกเส้นทางเดินข้อมูลและส่งผ่านข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทาง
- การเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่าย อาจเชื่อมต่อไปยังผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider: ISP) โดยใช้
 - ใช้โมเด็ม ได้ความเร็วสูงสุด 56 Kbps
 - ใช้ ISDN (Integrated Services Digital Network) ได้ความเร็ว 64 Kbps หรือ 128 Kbps
 - ใช้ DSL (Digital Subscriber Line) ได้ความเร็ว 64 Kbps จนอาจได้ถึง หลาย Mbps
 - ใช้ NIC (Network Interface Card) เป็นการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (LAN) แล้วระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณจึงเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตอีกทอดหนึ่ง โดยอาจใช้
 - Leased Line
 - WAN Services อื่นๆ เช่น Frame Relay, ATM เป็นต้น

วิธีการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



- การเลือกเส้นทางเดินข้อมูลและส่งผ่านข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทาง (Routing) จะใช้วิธีการรับ IP Packet มาและส่งต่อไปเป็นทอดๆ ไปเรื่อยๆ ในระบบเครือข่าย ไปจนถึงจุดหมายปลายทาง โดยพิจารณาจากหมายเลขไอพีปลายทางของแต่ละแพ็กเก็ต
- โดยใช้อุปกรณ์เลือกเส้นทางที่เรียกว่า
 - เราเตอร์ (Router) ตาม OSI Model หรือ
 - เกตเวย์ (Gateway) ตาม TCP/IP Model

"Packet from subnet 80 (134.56.80.2) needs to be sent to subnet 32 (134.56.32.2); send out subnet 10 port."



วิธีการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



- เราเตอร์ (Router) หรืออุปกรณ์เลือกเส้นทาง - เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการรับและส่งแพ็กเก็ตข้อมูลในระบบเครือข่าย ทำหน้าที่เปรียบเสมือนจราจรควบคุมทิศทางการไหลของข้อมูล
 - จำเป็นที่จะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลสำหรับการควบคุมระหว่างเราเตอร์กันเอง เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางส่งแพ็กเก็ตที่เหมาะสม
 - โดยใช้โพรโทคอลการเลือกเส้นทาง (Internet Routing Protocols)
 - ตัวอย่าง Internet Routing Protocols
 - RIP (Routing Information Protocol)
 - OSPF (Open Shortest Path First)
 - BGP (Border Gateway Protocol)

การเลือกเส้นทาง

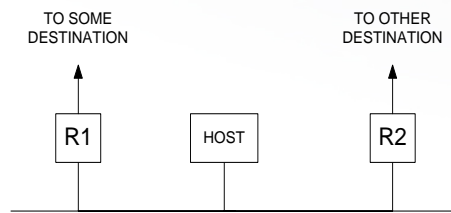


- การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไม่ได้มีการเชื่อมต่อกันโดยตรงทุกเครื่อง
- เครื่องที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงจะใช้วิธีการส่งต่อข้อมูลเป็นทอดๆ จากต้นทางไปจนถึงปลายทาง
- ในการส่งต่อข้อมูลจำเป็นจะต้องใช้การเลือกเส้นทางในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ข้อมูลเดินทางไปถึงปลายทาง
- การเลือกเส้นทาง (Routing)
 - หมายถึงกระบวนการในการเลือกเส้นทางเดินข้อมูล (Path) เพื่อที่จะส่งข้อมูล (Packet) โดยจะทำการตัดสินใจจากตัวเลือกที่มีอยู่
 - การเลือกเส้นทางอาจทำการตรวจสอบจาก
 - ระยะทาง หรือเวลาที่ใช้ในการเดินทาง
 - สภาพภาระงาน (Load) ของเครือข่าย
 - ขนาดข้อมูล
 - ชนิดของการใช้บริการ (Type of service)

การเลือกเส้นทางในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเลือกเส้นทางส่วนใหญ่จะเลือกเส้นทางโดยใช้ข้อมูลที่คงที่ เพื่อให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Paths)
- ในการเลือกเส้นทางนั้น ทั้งเครื่องปลายทาง (Host) และอุปกรณ์เครือข่าย (Router) ต่างก็มีส่วนร่วมในการกำหนดเส้นทางเดินข้อมูลเพื่อให้ไปถึงจุดหมายปลายทาง



การสื่อสารในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

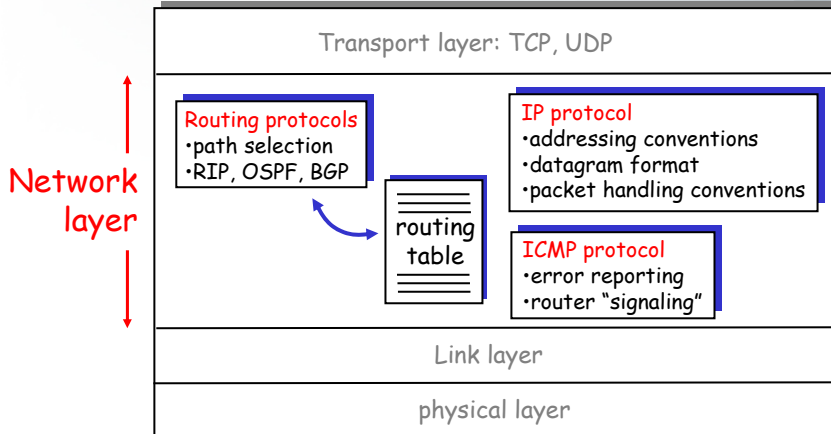


- การสื่อสารข้อมูลมีสองลักษณะ
 - การส่งต่อข้อมูล (Forwarding)
 - การถ่ายทอดข้อมูลต่อ (Refers to datagram transfer)
 - กระทำโดยเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่าย (Performed by host or router)
 - ใช้ตารางเส้นทางในการส่งต่อ (Uses routing table)
 - การเลือกเส้นทางข้อมูล (Routing)
 - กระจายข้อมูลการเลือกเส้นทาง (Refers to propagation of routing information)
 - กระทำโดยการตัดสินใจเส้นทางที่จะส่งผ่านข้อมูลโดยอุปกรณ์เครือข่าย (Performed by routers)
 - เพิ่มหรือปรับเปลี่ยนตารางเส้นทาง (Inserts / changes values in routing table)
- การสื่อสารข้อมูลภายในระบบเครือข่ายเดียวกัน (Direct Delivery)
 - สื่อสารข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันหรือมีการเชื่อมต่อกันโดยตรง
- การสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบเครือข่าย (Indirect Delivery => Next Hop Forwarding)
 - จุดหมายปลายทางไม่ได้อยู่บนเครือข่ายที่เชื่อมต่อกันโดยตรง ต้องทำการส่งผ่านข้อมูลต่อไปเป็นทอดๆ จนถึงที่หมาย
 - ใช้กลไกการเลือกเส้นทาง
 - แบ่งเป็น
 - Static Routing
 - Dynamic/Automatic Routing

การสื่อสารในชั้นเครือข่ายของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



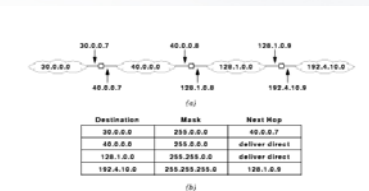
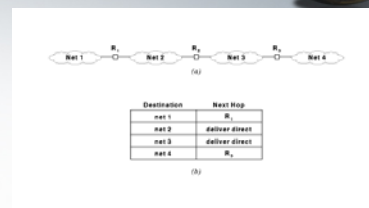
Host, router network layer functions:



การส่ง-รับข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



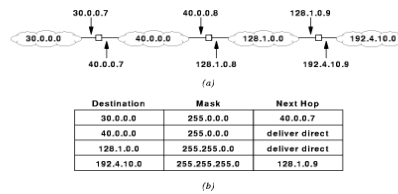
- ในการส่งต่อข้อมูลจะใช้ตารางเส้นทาง (Routing Table) ที่มีการเก็บข้อมูลสำหรับการกำหนดเส้นทางไว้
 - ข้อมูลของปลายทางเก็บอยู่ในรูปแบบของ Network Address
 - จุดที่จะส่งต่อ (Next Hop) จะกำหนดเป็นหมายเลขไอพี (IP Address) ของ Router ที่จะส่งข้อมูลไปให้
 - มีการใช้ Address Mask เพื่อกำหนดว่าจะใช้ค่า Address อย่างไร โดยกำหนดเป็น Prefix
 - Prefix เป็นการกำหนดว่าจะใช้บิตใดของ Address เป็นหมายเลขของเครือข่าย
 - เช่น Class A จะใช้ Mask เป็น 255.0.0.0
 - ทำให้สามารถกำหนดเครือข่ายย่อยได้ (Subnetting)



การส่ง-รับข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



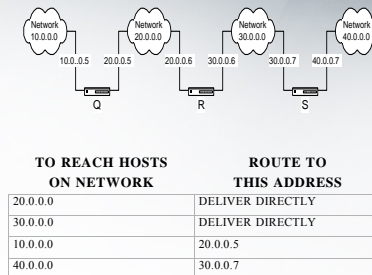
- การหาหมายเลขเครือข่ายปลายทาง จะใช้ Address Mask กับหมายเลขไอพีปลายทาง (Destination Address) เปรียบเทียบกับหมายเลขเครือข่ายในตารางเส้นทาง
- โดยใช้การกระทำแบบ Boolean AND ในการเปรียบเทียบ
 - $\text{if}((\text{Mask}[i] \& D) == \text{Dest}[i]) \text{ forward to NextHop}[i]$
- ตัวอย่าง: ลองพิจารณา 128.1.15.26:



การส่ง-รับข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



- ใช้หลักการ Next-Hop Routing (Forwarding)
 - ตารางเส้นทางจะประกอบด้วยคู่ของ (N, R) โดยที่
 - N เป็นหมายเลขไอพีปลายทาง และ R เป็นหมายเลขไอพีของ Router ถัดไปที่จะเป็นเส้นทางไปยังเครือข่าย N
 - Router R จะเรียกว่า จุดถัดไป (Next Hop) และหลักการที่ตารางเส้นทางเก็บข้อมูลจุดถัดไป เรียกว่า Next-Hop Routing
 - Router จะกำหนดเฉพาะเพียงแค่ขั้นถัดไปของเส้นทางเดินจาก Router R ไปยังเครือข่ายปลายทาง
 - Router จะไม่ทราบเส้นทางที่สมบูรณ์ของจุดหมายปลายทาง
 - นั่นคือ Router ทุกตัวจะมีรายการเครื่องหรือจุดที่เชื่อมต่อโดยตรงอยู่ในตารางเส้นทาง
 - นั่นคือ เมื่อข้อมูล (Datagram) พร้อมทั้งจะถูกส่งออกไป
 - จะทำการหาหมายเลขไอพีปลายทางและคัดเฉพาะส่วนหมายเลขเครือข่ายออกมา
 - ใช้ส่วนของหมายเลขเครือข่ายกำหนดเส้นทางเดินข้อมูล โดยเลือก Router ที่ไปยังเครือข่ายนั้นโดยตรง
 - ในทฤษฎีแล้ว มันจะกำหนดให้มีข้อมูลในตารางเส้นทางที่จำเป็นเท่านั้น



การส่ง-รับข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Default Router



- ใช้ในการเก็บ/ซ่อนข้อมูลบางส่วน และทำให้ขนาดของตารางเส้นทางมีขนาดเล็กลง โดยรวมจุดหมายปลายทางหลายๆอัน เป็นกรณีเดียว (Default Case)
- การทำงาน
 - ทำการค้นหาเส้นทางจะทำการค้นหาจากข้อมูลตารางเส้นทางในแต่ละเครือข่ายจนหมด
 - ถ้าไม่พบเครือข่ายปลายทาง ให้ทำการส่งข้อมูล (Packet) นั้น ไปยัง Default Router

การส่ง-รับข้อมูลในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Host-Specific Routes



- การเลือกเส้นทาง อนุญาตให้สามารถกำหนดเส้นทางสำหรับแต่ละ Host ได้ เป็นกรณีพิเศษ
- ทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายสามารถควบคุมการใช้เครือข่ายให้เป็นไปตามที่ต้องการได้
 - เช่น สำหรับการทดสอบหรือใช้ในการควบคุมความปลอดภัย
- ทำได้โดยกำหนด Address Mask ให้มีค่าเป็น 255.255.255.255

ឥរូប IP Routing Algorithm



Route Datagram (Datagram, Routing Table){

Extract destination IP Add, D from the datagram and compute the network prefix, N;

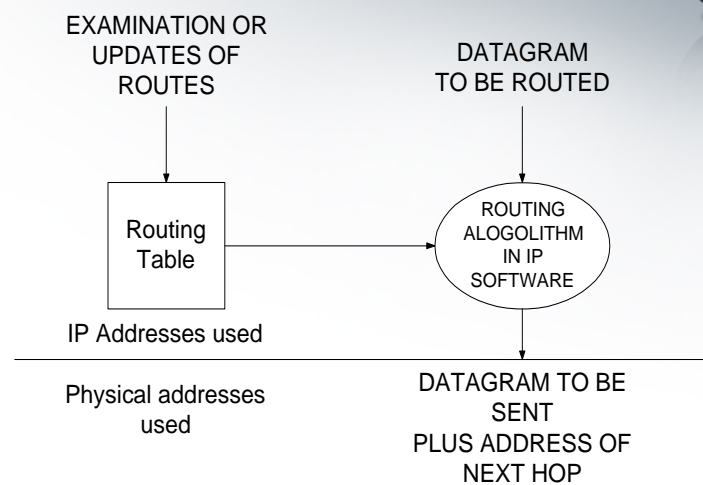
if N matches any directly connected D over that network Add deliver datagram to destination D over that network (This involves resolving D to a physical Add, encapsulating the datagram, and sending the frame.)

else if the table contains a host-specific route for D

```

send datagram to next-hop specified in table
else if the table contains a route for network N
    send datagram to next-hop specified in table
else if the table contains a default route
    send datagram to the default router specified
    in table
else declare a routing error;
}
    
```

ឥរូប Routing with IP Addresses



การจัดการข้อมูลที่ได้รับ

(Handling Incoming Datagrams)



- ในกรณี Hosts
 - ซอฟต์แวร์ของอินเทอร์เน็ตเฟสเครื่องฯ ส่งข้อมูลให้ซอฟต์แวร์ในส่วนของ IP ทำการประมวลผล
 - ถ้าหมายเลขไอพีปลายทางตรงกับหมายเลขไอพีของ Host นั้น ซอฟต์แวร์ในส่วนของ IP รับข้อมูลนั้นแล้วส่งให้ซอฟต์แวร์ในส่วนของชั้นทำงานที่สูงขึ้นไป เพื่อประมวลผลต่อไป
 - ถ้าหมายเลขไอพีปลายทางไม่ตรงกับหมายเลขไอพีของ Host นั้น จะทำการทิ้งข้อมูลนั้นไป

การจัดการข้อมูลที่ได้รับ

(Handling Incoming Datagrams)



- ในกรณี Routers
 - ทำเหมือนกับในกรณี Hosts ยกเว้นในกรณีที่หมายเลขไอพีปลายทางไม่ตรงกับหมายเลขไอพีของ Host นั้น
 - ถ้าหมายเลขไอพีปลายทางตรงกับหมายเลขไอพีของ Router นั้น ซอฟต์แวร์ในส่วนของ IP รับข้อมูลนั้นแล้วส่งให้ซอฟต์แวร์ในส่วนของชั้นทำงานที่สูงขึ้นไป เพื่อประมวลผลต่อไป
 - มักจะใช้ในกรณีที่ต้องการติดต่อกับ Router เช่นการทดสอบ หรือการควบคุมต่างๆ
 - ถ้าหมายเลขไอพีปลายทางไม่ตรงกับหมายเลขไอพีของ Router นั้น
 - ถ้า Router ไม่ได้ถูกกำหนดให้ทำการส่งต่อข้อมูล จะทำการทิ้งข้อมูลนั้นไป
 - ถ้า Router ถูกกำหนดให้ทำการส่งต่อข้อมูล จะทำการส่งให้กลไกการเลือกเส้นทาง เพื่อส่งต่อข้อมูลตาม Algorithm และข้อมูลในตารางเส้นทาง

การสื่อสารข้อมูลภายในระบบเครือข่ายเดียวกัน



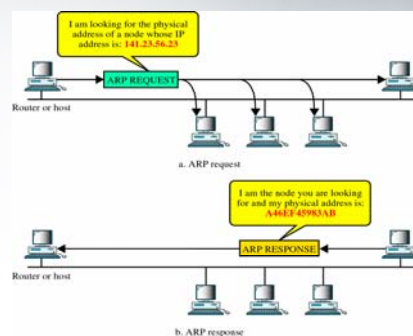
- เมื่อต้องการส่งข้อมูล (Packet) จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันหรือมีการเชื่อมต่อถึงกันโดยตรง จะไม่จำเป็นต้องส่งผ่าน Router
- ผู้ส่งจะทำการ Encapsulate ข้อมูล IP เป็นเฟรมข้อมูลของเครือข่ายที่เชื่อมต่อโดยตรงนั้น
 - จากข้อมูลในส่วน IP จะทราบ หมายเลขไอพีผู้ส่งและผู้รับ (Source and Destination IP Addresses) แล้วส่งให้ส่วนของเครือข่ายทำการสร้างเฟรมข้อมูลแล้วส่งข้อมูลเฟรมนั้นออกไป
- ในการสร้างเฟรมข้อมูลของเครือข่ายนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบที่อยู่หรือหมายเลขของเครื่องที่จะส่งข้อมูลไปซึ่งอยู่บนเครือข่ายนั้น ... แล้วจะทราบได้อย่างไร ?
 - การที่จะทราบว่าต้องส่ง Packet ออกไปบนเครือข่ายที่เชื่อมต่อโดยตรงนั้นสามารถตรวจสอบได้จากหมายเลขไอพีปลายทางในส่วนของหมายเลขเครือข่ายของเปรียบเทียบกับส่วนของหมายเลขเครือข่ายไอพีที่เครื่องนั้นเชื่อมต่ออยู่
 - การที่จะทราบว่าหมายเลขไอพีปลายทางมีหมายเลขประจำเครื่องของเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่เป็นอะไรสามารถทำได้โดยใช้ Address Resolution Protocol (ARP)

การสื่อสารข้อมูลภายในระบบเครือข่ายเดียวกัน

ARP



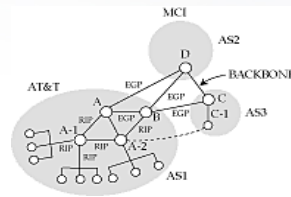
- ARP – Address Resolution Protocol
- เป็นโพรโทคอลที่ใช้หาหมายเลขประจำเครื่องของเครือข่ายในระดับต่ำกว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Lower-Layer Address)
- ทำงานโดยต้องทราบหมายเลขไอพี (IP Address) แล้วทำการ Broadcast เฟรมข้อมูลที่เป็น ARP Request ออกไปในเครือข่าย โดยมีหมายเลขไอพีที่ต้องการหาหมายเลขประจำเครื่องไปด้วย
- เครื่องที่รับผิดชอบหมายเลขไอพีที่อยู่ใน ARP Request ก็จะทำการตอบหมายเลขประจำเครื่องตนเองออกไปเป็น ARP Response กลับไปให้เครื่องที่ส่ง ARP Request มา
- เครื่องที่ถามก็จะสามารถจับคู่หมายเลขไอพีกับหมายเลขประจำเครื่องของเครือข่ายนั้นได้ และนำไปใช้ในการสื่อสารต่อไป
- เพื่อป้องกันการทำงานซ้ำมากเกินไป ก็จะมีการเก็บคู่ของหมายเลขไอพีกับหมายเลขประจำเครื่องที่ได้ไว้ในตาราง ARP (ARP Table)
 - เพื่อที่เมื่อต้องการหาหมายเลขประจำเครื่องจากหมายเลขไอพีก็จะมาตรวจสอบจากตาราง ARP นี้ก่อนทำการส่ง ARP Request ออกไป



การสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบเครือข่าย



- เป็นการส่งข้อมูล (Packet) ไปยังจุดหมายปลายทางที่ไม่ได้อยู่บนเครือข่ายที่เชื่อมต่อถึงกันโดยตรง ต้องทำการส่งผ่านข้อมูลต่อไปเป็นทอดทอดจนถึงที่หมาย
- ใช้กลไกการเลือกเส้นทาง โดยใช้ตารางเส้นทาง (Routing Table)
- แบ่งเป็น
 - Static Routing
 - Dynamic/Automatic Routing



ตารางเส้นทาง (Routing Table)



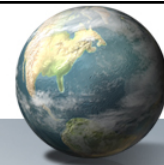
- เพื่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ข้อมูลการส่งต่อ Packet จะเก็บอยู่ในตารางเส้นทาง
 - โดยจะมีการ Initial เมื่อระบบเริ่มต้นทำงาน
 - และจะมีการปรับปรุงข้อมูลเมื่อรูปแบบ (Topology) หรือสถานะเครือข่ายเปลี่ยนแปลง
 - RIP: Vector-Distance Algorithm
 - OSPF: Link State Algorithm
- ในตารางจะมีรายการเครือข่ายปลายทางและจุดส่งต่อ (Next Hop) สำหรับแต่ละรายการ
 - โดยปกติจะจัดเก็บรายการปลายทางในรูปแบบเครือข่ายมากกว่าเป็นรายชื่อ Host เพื่อให้ตารางมีขนาดเล็กและการทำงานมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการเลือกเส้นทาง



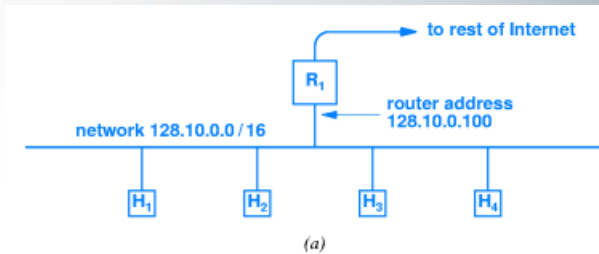
- Static routing
 - ตารางถูกกำหนดขึ้นตอนระบบเริ่มต้นทำงาน
 - จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวเอง
 - ถ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงจะกระทำโดยผู้ดูแลระบบ
- Automatic routing
 - ตารางถูกกำหนดขึ้นตอนระบบเริ่มต้นทำงาน
 - จะต้องมีซอฟต์แวร์สำหรับเลือกเส้นทางทำงานอยู่ โดยจะทำการเรียนรู้เส้นทางต่างๆ และปรับปรุงตารางเส้นทางให้เหมาะสมอยู่เสมอ
 - จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

การเลือกเส้นทางแบบ Static



- นิยมใช้กันมากใน Hosts
- ในตารางเส้นทางมักประกอบด้วยรายการสองลักษณะ
 - Local network → direct delivery
 - Default → nearest router

ตัวอย่างของการเลือกเส้นทางแบบ Static



Net	Mask	Next hop
128.10.0.0	255.255.0.0	direct
default	0.0.0.0	128.10.0.100

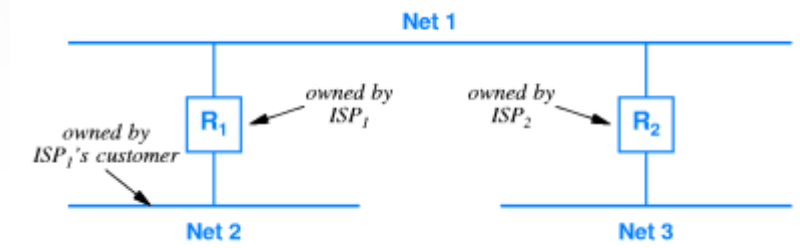
(b)

การเลือกเส้นทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Routing)



- มักใช้ใน IP Routers
- ต้องมีซอฟต์แวร์พิเศษสำหรับทำหน้าที่เลือกเส้นทาง
- Router แต่ละตัวจะติดต่อสื่อสารกับตัวข้างเคียง
- ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางกัน
- ทำงานโดยใช้ route propagation protocol

ตัวอย่างของการแลกเปลี่ยนและแพร่กระจายเส้นทาง



- Router แต่ละตัวจะทำการ ประกาศ (Advertise) ข้อมูลเส้นทางเครือข่ายของตนเองออกไปให้ Router ข้างเคียง
- และจะกระทำต่อไป ทำให้เส้นทางของเครือข่ายหนึ่งๆ สามารถแพร่กระจายไปยัง Router ทั้งหมดในระบบเครือข่ายได้

หลักการของ Autonomous System

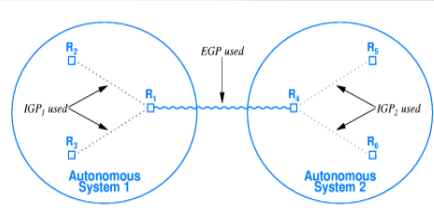


- Autonomous System - AS
 - เป็นกลุ่มของเครือข่ายและ Routers ที่อยู่ภายใต้การดูแล/ควบคุมขององค์กรเพียงองค์กรเดียว
 - มีการกำหนดได้ชัดเจน
- เป็นสิ่งที่จำเป็น เนื่องจากไม่มี Routing Protocol ใดสามารถทำงานครอบคลุมทั้งทั่วทั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- แต่ละ AS สามารถเลือกใช้ Routing Protocol และการเลือกเส้นทาง ได้อย่างอิสระ ไม่ขึ้นต่อกัน

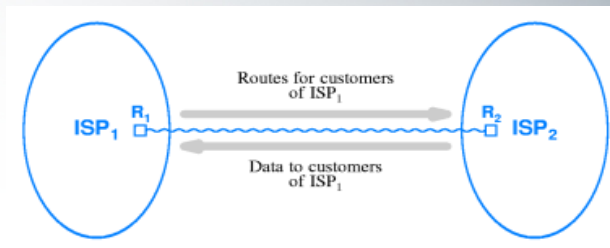
ประเภทของโพรโทคอลการเลือกเส้นทางในอินเทอร์เน็ต



- ประเภทของโพรโทคอลการเลือกเส้นทางในอินเทอร์เน็ต (Internet Routing Protocols) สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทหลัก
 - โดยพิจารณาจาก Autonomous System
- Interior Gateway Protocols (IGPs)
 - ใช้งานระหว่าง Routers ที่อยู่ใน Autonomous System เดียวกัน
 - จุดหมายปลายทางมักอยู่ภายใน
- Exterior Gateway Protocols (EGPs)
 - ใช้งานระหว่าง Autonomous Systems
 - จุดหมายปลายทางอยู่ได้ทั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

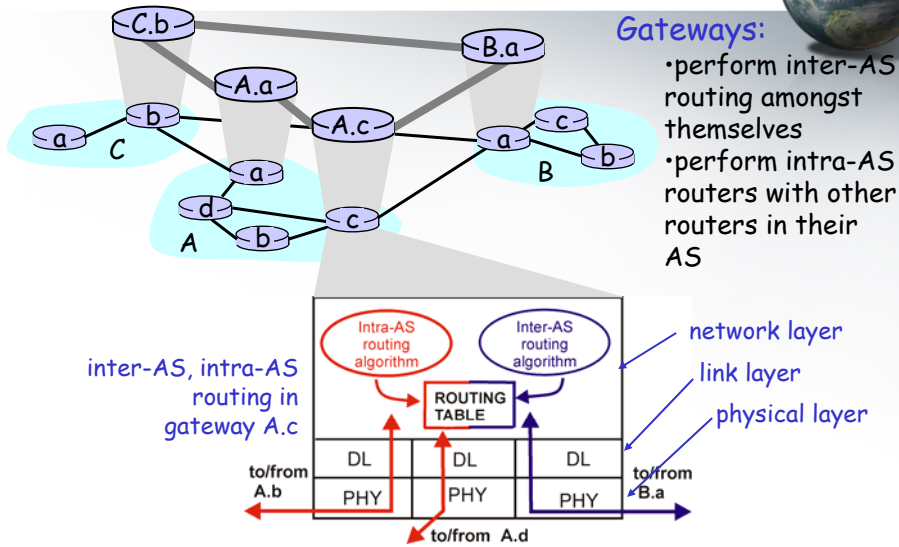


ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเส้นทางและการเดินทางของข้อมูล (The Concept of Route and Data Flow)

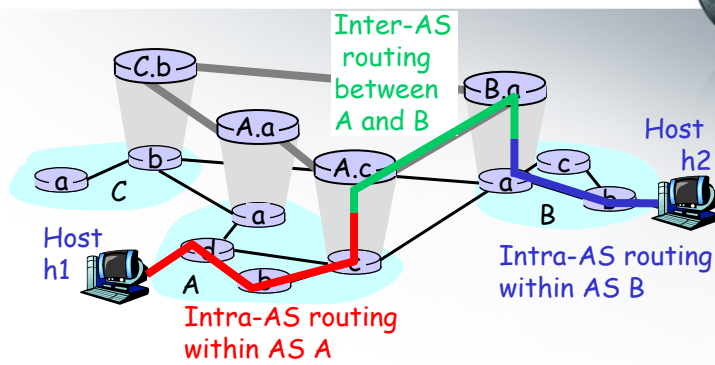


- ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการเลือกเส้นทางของ Routing Protocol
 - หลังจากเส้นทาง (Routes) ได้ทำการประกาศ (Advertise) ออกไป จะทำให้ข้อมูล (Packets) เดินทาง (Flow) มาตามเส้นทางที่ประกาศออกไปนั้น

Intra-AS and Inter-AS routing



Intra-AS and Inter-AS routing



- specific inter-AS and intra-AS Internet routing protocols shortly
 - BGP, OSPF, RIP

Internet Routing Protocols



- Border Gateway Protocol (BGP)
- Routing Information Protocol (RIP)
- Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

Border Gateway Protocol (BGP)



- เป็นการเลือกเส้นทางระหว่าง autonomous systems (EGP)
- สามารถกำหนดนโยบายในการควบคุมการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางได้
- ใช้การขนส่งข้อมูลในแบบที่เชื่อถือได้ (TCP)
- กำหนดเส้นทางของระบบให้แต่ละรายการจุดหมายปลายทางได้
- ปัจจุบันเป็นทางเลือกหลักของกลุ่ม EGP สำหรับใช้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- เวอร์ชันปัจจุบันเป็นเวอร์ชันสี่ (BGP-4)

The Routing Information Protocol (RIP)



- เป็นการเลือกเส้นทางภายใน autonomous system (IGP)
- ใช้หลักการนับจำนวนอุปกรณ์ที่ผ่าน (Hop count metric)
- ใช้การขนส่งข้อมูลแบบ Unreliable (UDP)
- ส่งข้อมูลในแบบกระจาย (Broadcast) หรือส่งเป็นกลุ่ม (Multicast)
- ใช้หลักการ Distance vector algorithm
- สามารถส่งผ่าน default route ได้
- มีใช้งานทั่วไป เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย
 - เช่น Implemented by Unix program => routed

รูปแบบของข้อมูลใน RIP Packet



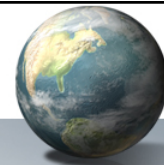
0	8	16	24	31
COMMAND (1-5)		VERSION (2)	MUST BE ZERO	
FAMILY OF NET 1		ROUTE TAG FOR NET 1		
IP ADDRESS OF NET 1				
SUBNET MASK FOR NET 1				
NEXT HOP FOR NET 1				
DISTANCE TO NET 1				
FAMILY OF NET 2		ROUTE TAG FOR NET 2		
IP ADDRESS OF NET 2				
SUBNET MASK FOR NET 2				
NEXT HOP FOR NET 2				
DISTANCE TO NET 2				
...				

The Open Shortest Path First Protocol (OSPF)



- เป็นการเลือกเส้นทางภายใน autonomous system (IGP)
- สนับสนุนการทำงานในการแบ่งเครือข่ายย่อย และใช้มาสก์ ในแบบ CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- สามารถทำการแลกเปลี่ยน message โดยวิธีการ Authenticated ได้
- สามารถทำการรับข้อมูลเส้นทางจาก autonomous system ภายนอกได้
- ใช้วิธีการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อ (link-status (SPF) algorithm)
- สนับสนุนระบบเครือข่ายแบบ multi-access (เช่น Ethernet)

คุณลักษณะของ OSPF



- Link state
- Uses [Dijkstra's Algorithm](#)
- [32 bit sequence number](#)
- 30 mins update interval(minimum frequency of Link State Advertisement), even if there is no change
- Detection of communication breaks with HELLO message

- Secured
- Can computer different route for different class of Traffic
- Load balancing if multiple same cost path exists for same destination
- Possibility of multiple metrics type
- Can make hierarchy in a autonomous system

- Load balancing

ประสิทธิภาพของ OSPF



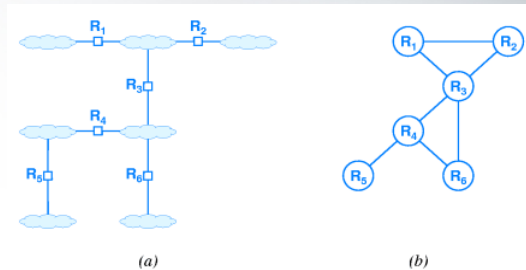
- แบ่งระบบเครือข่ายใน AS เป็นส่วนๆ เรียกว่าพื้นที่ (Area)
- ข้อมูลสถานะการเชื่อมต่อ (Link-status information) สามารถแลกเปลี่ยนกันได้ภายในพื้นที่
- สามารถทำการสรุปค่าเส้นทาง (Routes summarized) ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลให้พื้นที่อื่น
- ลด overhead ของการทำงาน (less broadcast traffic)

การทำงานแบบตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อ (Link-Status)



- อุปกรณ์ Router เป็น โหนด (node) ในแผนภูมิกราฟ
- เครือข่าย (Network) เป็นเส้น (edge) ในแผนภูมิกราฟ
- สำหรับแต่ละคู่ข้างเคียงของ Router (Adjacent pair of routers) ทำการตรวจสอบเป็นระยะๆ ดังนี้
 - ทดสอบการเชื่อมต่อถึงกัน (Test connectivity)
 - กระจายข้อมูลสถานะการเชื่อมต่อไปให้พื้นที่ (Broadcast link-status information to area)
- Router แต่ละตัวจะใช้ข้อความสถานะการเชื่อมต่อ (link-status messages) ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest paths)

ตัวอย่างของ OSPF Graph



- (a) an interconnect of routers and networks, and
- (b) an equivalent OSPF graph
- Router corresponds to a node in the graph

OSPF กับการปรับเปลี่ยนขนาดเครือข่าย



- เนื่องจาก *OSPF* อนุญาตให้ผู้ดูแลเครือข่ายทำการแบ่ง *Router* และเครือข่ายภายใน *AS* เป็นพื้นที่หลายๆ ส่วน
- => ทำให้ *OSPF* สามารถปรับเปลี่ยนขนาดเครือข่าย เพื่อที่จะจัดการกับจำนวน *Router* ที่มากๆ ได้ดีกว่า *IGP* แบบอื่น

สรุป



- ระบบอินเทอร์เน็ตเป็นหนึ่งในหลายบริการด้านการสื่อสารข้อมูลที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว มีจำนวนผู้ใช้หลายล้านคนจากทั่วโลกเข้ามาใช้งานค้นหาและแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตถือกำเนิดมาจากการพัฒนาระบบเครือข่ายสำหรับการวิจัยของหน่วยงานรัฐบาลและสถาบันการศึกษา ที่ชื่อว่า ARPANET ต่อมามีการนำเอามาใช้งานในทางการค้าด้วย
- ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำงานแบบแพ็กเก็ตสวิตช์ โดยใช้โพรโทคอลที่ซีพีไอพี
- ระบบอินเทอร์เน็ตมีการกำหนดที่อยู่เครื่องที่จะติดต่อสื่อสารกันด้วยหมายเลขที่อยู่ไอพี โดยมีการแบ่งเป็นกลุ่มของเครื่อง เป็นเครือข่ายหรือเครือข่ายย่อย
 - ปัจจุบันใช้งานรุ่นที่สี่เป็นหมายเลขไอพีขนาด 32 บิต และมีการกำหนด Dot Notation เพื่อให้เรียกได้สะดวก
 - มีการกำหนดหมายเลขไอพีเป็น Class เป็น A, B, C, D, E เพื่อกำหนดประเภทของเครือข่าย
 - การแบ่งกลุ่มเครือข่ายย่อยกำหนดโดยใช้มาสก์ ซึ่งเป็นตัวเลขขนาดเท่ากับหมายเลขที่อยู่
 - ในการกำหนดหมายเลขไอพีให้แก่เครื่องจะต้องมีการกำหนดทั้งหมายเลขไอพีและมาสก์

สรุป



- การสื่อสารข้อมูลแพ็กเก็ตจะใช้วิธีการรับและส่งข้อมูลแพ็กเก็ตเป็นทอดๆ โดยใช้อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) ไปเรื่อยๆ จนถึงจุดหมายปลายทาง โดยพิจารณาจากหมายเลขไอพีปลายทางของแพ็กเก็ตนั้นๆ
- การเลือกเส้นทางในระบบเครือข่ายจะทำงานโดยใช้ตารางเส้นทาง (Routing Table)
- การส่งข้อมูล (Packet) ไปในเครือข่ายเดียวกันที่เชื่อมต่อกันโดยตรงจะใช้ Address Resolution Protocol (ARP) ช่วยในการค้นหาหมายเลขประจำเครื่องตามหมายเลขไอพี
- การเลือกเส้นทางไม่ว่าจะเป็นแบบ Static หรือ Automatic จะกระทำโดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลในตารางเส้นทาง
- การเลือกเส้นทางแบบอัตโนมัติจะต้องมีการใช้ Routing Protocol ช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและทำการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ณ ขณะนั้น
- ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีการแบ่งออกเป็นหลาย Autonomous System (AS) โดยแต่ละแห่งจะสามารถเลือกใช้การเลือกเส้นทางหรือ Routing Protocol ได้เป็นอิสระต่อกัน
- Internet Routing Protocols แบ่งเป็น IGP และ EGP
- IGP ทำงานภายใน AS เดียวกัน มี Protocols ที่นิยมใช้ได้แก่
 - RIP มักใช้ในเครือข่ายขนาดเล็ก ทำงานในแบบ Vector-Distance Algorithm
 - OSPF มักใช้ในเครือข่ายขนาดกลางถึงใหญ่ มีการแบ่งเป็น Area ทำงานในแบบ Link State Algorithm
- EGP ทำงานระหว่าง AS มี Protocols ที่นิยมใช้ได้แก่
 - BGP-4 ใช้ทั่วไปในระบบอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน สามารถกำหนดนโยบายควบคุมการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางได้ดี

END

Questions and Comments

