

Networking Devices

Akharin Khunkitti
KMITL



หัวข้อ

- Introduction
- OSI Model Device Types
 - Repeater, Bridge, Router and Gateway
 - Bridge and Layer-2 Switch
 - Router and Layer-3 Switch
- L2 Switching Concept
- Devices Comparison
- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)
- Summary



บทนำ

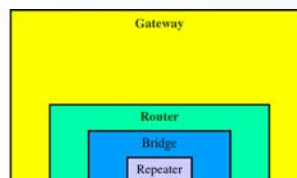
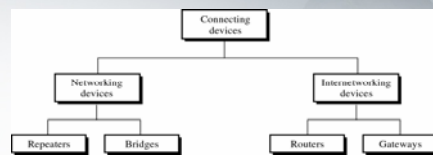


- ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (Local Area Network: LAN) หมายถึงระบบเครือข่ายที่มีขอบเขตการใช้งานจำกัดอยู่ภายในพื้นที่ขนาดเล็ก
 - ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันหรือใช้งานอุปกรณ์ร่วมกัน
 - ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์, อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่าย และสายสื่อสาร
- ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณมีความอ่อนตัวต่อการใช้งานมาก
 - สามารถปรับระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ได้
 - สามารถขยายหรือเพิ่มเครื่องการใช้งานได้ง่าย
- เพื่อความเข้าใจจะต้องทราบถึงชนิดของระบบเครือข่ายและการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายในแบบต่างๆ

การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเข้าด้วยกัน

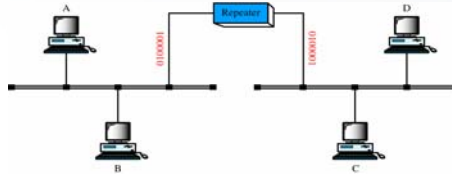
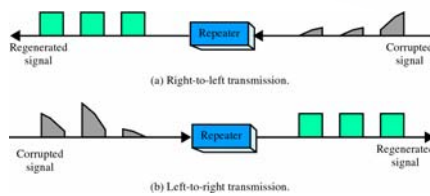
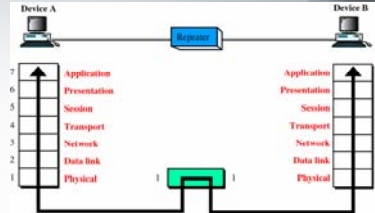


- ระบบเครือข่ายเป็นการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เข้าด้วยกัน
 - เมื่อมีการใช้งานเพิ่มขึ้น ระบบเครือข่ายจะต้องมีการขยายตัว โดยการเพิ่มเครื่องหรืออุปกรณ์จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อเพิ่มขึ้น
- อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายตามมาตรฐาน OSI Model
 - อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Repeater)
 - บริดจ์ (Bridge)
 - อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router)
 - เกตเวย์ (Gateway)



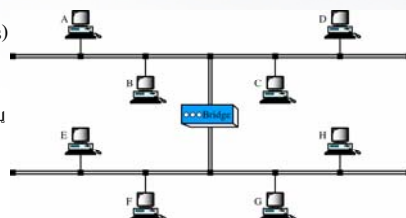
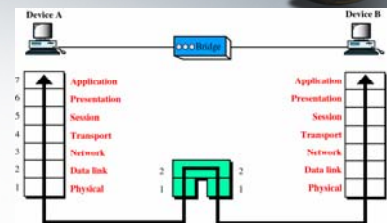
อุปกรณ์ทวนสัญญาณ

- อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Repeater) ทำงานที่ Physical Layer (Layer 1) ของ OSI Model
- ทำหน้าที่สร้างสัญญาณขึ้นมาใหม่ มิใช่เป็นเพียงการขยายสัญญาณ
- ทำงานโดยรับสัญญาณเข้ามาจากสื่อด้านหนึ่ง แล้วแปลงเป็นข้อมูล แล้วสร้างสัญญาณใหม่ส่งออกไปในสื่ออีกด้านหนึ่ง
- เป็นการเพิ่ม/ขยายระยะทางให้ได้ไกลขึ้น



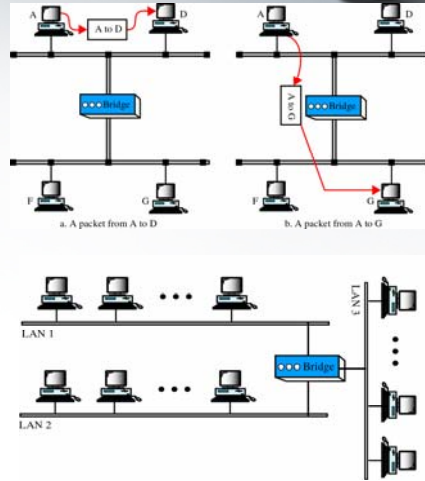
บริดจ์

- บริดจ์ (Bridge) ทำงานที่ Data Link Layer (Layer 2) ของ OSI Model
- แบ่งเครือข่ายให้มีขนาดเล็กกลง (Small Segment)
- รับและส่งผ่าน (Relay) เฟรมข้อมูลระหว่างสองเครือข่ายหรือมากกว่า
- ชนิดของบริดจ์
 - Simple Bridges - เชื่อมต่อสองเครือข่าย (Segments)
 - Multiport Bridge - เชื่อมต่อมากกว่าสองเครือข่าย
 - Transparent Bridge - เชื่อมต่อเครือข่ายที่เหมือนกัน
 - Translation Bridge - เชื่อมต่อเครือข่ายที่แตกต่างกัน ทำให้มีการแปลงรูปแบบข้อมูล



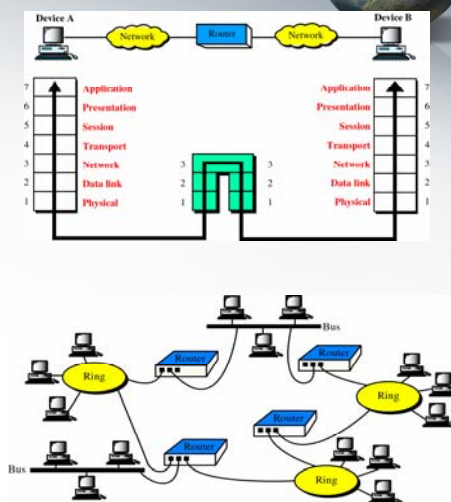
บริดจ์

- การทำงานจะรับเฟรมข้อมูลจากเครือข่ายหนึ่ง แล้วนำมาตรวจสอบกับฐานข้อมูลการส่งต่อ (Forwarding Information Base: FIB) แล้วทำการส่งเฟรมข้อมูลต่อไปยังเครือข่ายตามที่ตรวจสอบได้ (Store-and-Forward)



อุปกรณ์เลือกเส้นทาง

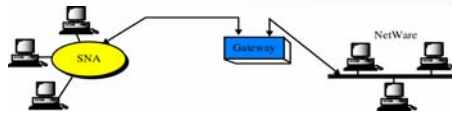
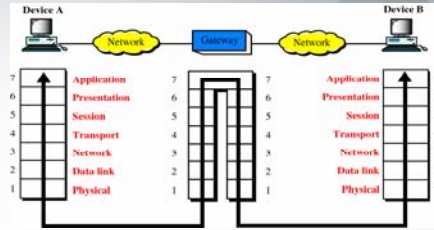
- อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) ทำงานที่ Network Layer (Layer 3) ของ OSI Model
- เป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย (Internetwork)
- แยกเครือข่ายย่อยออกจากกัน
- ส่งต่อแพ็คเกจข้อมูล ไปยังเครือข่ายหรือกลุ่มของเครือข่ายที่เป็นจุดหมายปลายทาง
- มีการกำหนดวิธีการเลือกเส้นทาง
- สามารถเลือกเส้นทางที่เหมาะสมหรือที่ดีที่สุดสำหรับแพ็คเกจได้
 - เช่น เร็วที่สุด หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด
 - หลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาได้



เกตเวย์

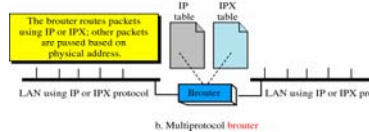
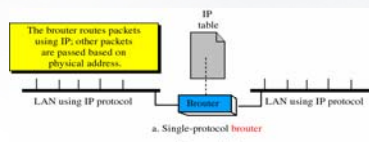
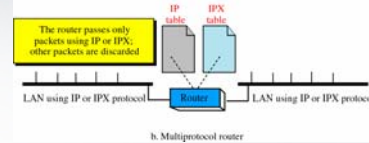
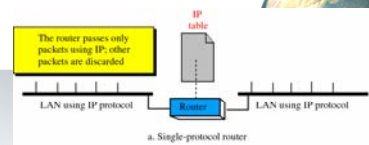


- เกตเวย์ (Gateway) ทำงานที่ Transport Layer (Layer 4) จนถึง Application Layer (Layer 7) ของ OSI Model
- สามารถเข้าใจโปรโตคอลของระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่ได้
- ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลไปกลับระหว่างโปรโตคอลได้ เรียกว่า Protocol Converter



อุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ

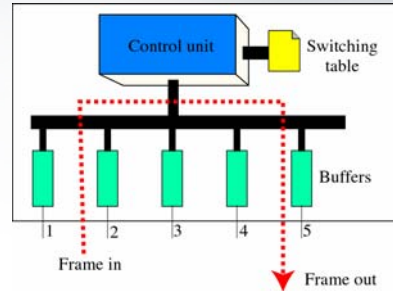
- Multi-Protocol Router
 - เป็นอุปกรณ์เลือกเส้นทางที่ทำงานได้หลายโปรโตคอล
 - ทำงานกับโปรโตคอลในชั้น Network Layer ที่รู้จัก (ทำงานเป็น Router) ถ้าไม่รู้จักก็จะไม่ทำงานให้
- BRouter – Bridge/Router
 - ทำงานทั้งใน Data Link Layer และ Network Layer
 - โดยอาจจะรู้จักโปรโตคอลในชั้น Network Layer เพียงโปรโตคอลเดียวหรือหลายโปรโตคอล
 - ถ้าได้รับแพ็กเก็ตข้อมูลที่รู้จักในชั้น Network Layer ก็จะทำงานให้ (ทำงานเป็น Router)
 - แต่ถ้าเป็นแพ็กเก็ตที่ไม่รู้จักโปรโตคอลในชั้น Network Layer ก็จะทำงานให้ในชั้น Data Link Layer (ทำงานเป็น Bridge)



อุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ



- สวิตช์ (Switch) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายที่สามารถรับและส่งผ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว
- Layer-2 Switch ทำงานเหมือน Multipoint Bridge ที่สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว
 - Store-and-Forward Switch
 - ทำงานโดยรับเฟรมข้อมูลทั้งหมดเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วตรวจสอบกับข้อมูลภายในเพื่อทำการส่งต่อไป
 - Cut-Through Switch
 - ทำงานโดยระหว่างรับเฟรมข้อมูลจะทำการตรวจสอบข้อมูลเมื่อทราบว่าส่งต่อไปทางใดก็จะส่งเฟรมข้อมูลออกไปทันที โดยไม่จำเป็นต้องรอรับเฟรมข้อมูลจนครบก่อน
- Layer-3 Switch หรือ Routing Switch ทำงานโดยใช้ข้อมูล Network Layer => Router
 - ส่งผ่านแพ็กเก็ตได้อย่างรวดเร็ว => High Speed Router



ตารางสรุปอุปกรณ์เชื่อมต่อตาม OSI Model



อุปกรณ์	ทำงานที่ Layer ของ OSI Model	ข้อมูล	Physical Layer	Data Link Layer	Network Layer
Repeater	Physical Layer	สร้างสัญญาณข้อมูลใหม่ในชั้น Physical Layer	เหมือนกัน	เหมือนกัน	เหมือนกัน
Bridge	Data Link Layer	กรองและส่งผ่านเฟรมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่อยู่ที่ของ Data Link Layer	เหมือน หรือ ต่างกัน	เหมือนกัน	เหมือนกัน
Router	Network Layer	เลือกเส้นทางและส่งผ่านแพ็กเก็ตโดยใช้ข้อมูลที่อยู่ที่ของ Network Layer	เหมือน หรือ ต่างกัน	เหมือน หรือ ต่างกัน	เหมือนกัน
Gateway	Transport Layer to Application Layer	ประมวลผลและแปลงข้อมูลของ Transport ถึง Application Layer	เหมือน หรือ ต่างกัน	เหมือน หรือ ต่างกัน	เหมือน หรือ ต่างกัน

เปรียบเทียบระหว่าง Hub และ Switch



- Hubs

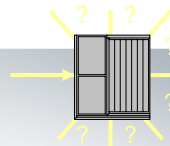
- เป็นการทำงานในแบบใช้ช่องทางสื่อสารร่วมกัน (Shared-medium hub)
 - เป็นการทำงานในลักษณะ multipoint repeater
- ส่งสัญญาณที่ได้รับมาออกไปยังทุกช่องทาง (Port)
- มีเพียงสถานีเดียวที่สามารถส่งสัญญาณได้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง
 - เช่น ในกรณี 10 Mbps LAN, ความสามารถในการสื่อสารรวมจะเป็น 10 Mbps ไม่ว่าจะมี Hub นั้นจะมีจำนวน ports เท่าใดก็ตาม



- L2 switches - วิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

- เฟรมข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกส่ง (switch) ไปยังช่องทางที่กำหนด
- ช่องทางอื่นที่ไม่ได้ใช้ จะสามารถใช้ในการสื่อสาร (switch) สำหรับการติดต่อสื่อสารอื่นๆได้
- สามารถสื่อสารได้พร้อมกันมากกว่าหนึ่งคู่การสื่อสาร ในเวลาเดียวกัน
 - ความสามารถ (Capacity) สามารถเกินความสามารถของ Port หนึ่งๆ ได้
 - ความสามารถในการสื่อสาร สามารถสูงตามจำนวน Port ได้ นั่นคือ ความสามารถสูงสุดอาจเป็น อัตราการสื่อสารต่อ Port คูณ จำนวน Port

L2 Switches



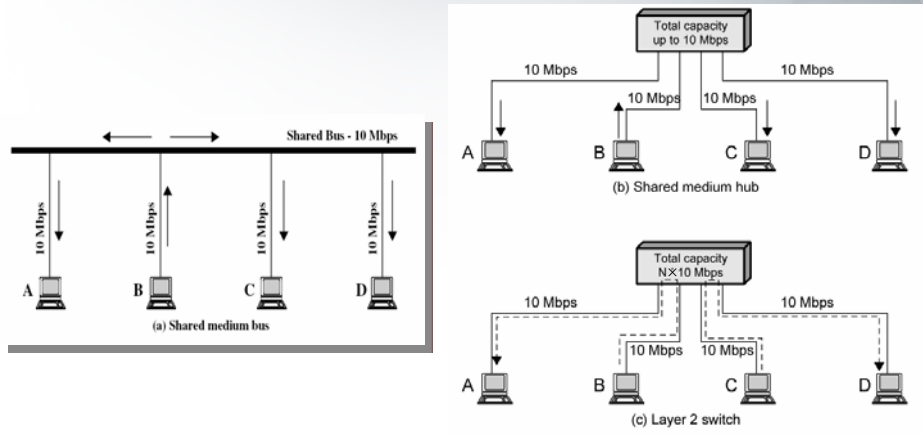
- ข้อได้เปรียบ

- ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
- อุปกรณ์แต่ละตัวจะได้รับความสามารถในการสื่อสารโดยเฉพาะ (dedicated capacity)
- สามารถปรับขนาดได้ดีและง่าย
- สำหรับกรณีเครือข่ายอีเทอร์เน็ต อุปกรณ์แต่ละตัวยังคงใช้ Ethernet MAC protocol เหมือนเดิม

- L2 switches แบ่งออกเป็น 2 แบบ

- Store-and-forward switch
 - รับข้อมูลเข้ามาพักข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าจะส่งต่อไปทางใด แล้วส่งข้อมูลออกไป
- Cut-through switch
 - ใช้ประโยชน์จากการที่ค่าตำแหน่งปลายทาง (Destination Address) อยู่ช่วงต้นของเฟรมข้อมูล
 - เริ่มทำการส่งต่อข้อมูลออกไปยังช่องทางที่เป็นปลายทางทันทีที่ทราบจุดหมายปลายทาง โดยไม่ต้องรอให้รับข้อมูลครบทั้งหมด
 - แต่มีข้อเสียคือ อาจจะมีการส่งเฟรมข้อมูลที่มีความผิดพลาดในตัวเฟรมออกไป โดยไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องก่อน
 - ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูล (CRC Checking) ก่อนการส่งต่อ เนื่องจากส่วน CRC อยู่ท้ายเฟรม

การทำงานในรูปแบบต่างๆ



บริดจ์ (Bridges)



- ความต้องการ
 - มีความสามารถในการขยายได้มากกว่า LAN หนึ่งวง
 - สามารถเชื่อมต่อกับ LANs/WANs อื่นๆ ได้
- ทางเลือก
 - เลือกใช้ บริดจ์ (bridge) หรือ ไม่ก็ อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (router)
- บริดจ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานได้ง่ายกว่า
 - เชื่อมต่อวง LAN ที่เหมือน/คล้ายกันเข้าด้วยกัน
 - ใช้โปรโตคอลแบบเดียวกันทั้ง physical และ link layers
 - มีการประมวลผลที่น้อยกว่า
 - **การทำงานแบบบริดจ์จะเป็นพื้นฐานการทำงานของ L2 switches**
- อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) เป็นอุปกรณ์ที่เอนกประสงค์มากกว่า
 - สามารถเชื่อมต่อ LANs และ WANs ที่มีความหลากหลายเข้าด้วยกันได้



ข้อดีของการเลือกใช้บริดจ์



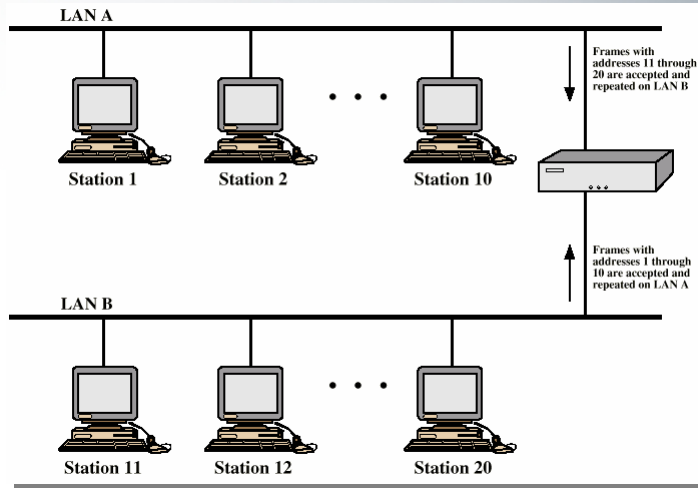
- ในการสร้างเครือข่ายขนาดใหญ่ ถ้าทำการเชื่อมต่อเครือข่าย LAN หลายวงเข้าด้วยกันจะดีกว่าการสร้างเป็นเครือข่าย LAN ขนาดใหญ่เพียงวงเดียว ในด้าน
 - ความเชื่อถือได้ (Reliability)
 - เมื่อเครือข่ายเกิดความผิดพลาด จะสามารถแยกเครือข่ายที่ทำงานผิดพลาดออกไปได้ ส่วนที่เหลือจะยังคงทำงานต่อไปได้
 - ประสิทธิภาพ (Performance)
 - ทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารอยู่ภายในวง นอกจากนี้ยังสื่อสารแบ่งการสื่อสารเป็นกลุ่มได้
 - ความปลอดภัย (Security)
 - ทำให้เกิดความปลอดภัยในทางกายภาพ (Physical security)
 - การสื่อสารสามารถแยกออกจากกันได้ เป็นส่วนๆ
 - สามารถติดต่อสื่อสารข้ามวงได้ โดยอยู่ภายใต้การควบคุม
 - ภูมิศาสตร์ (Geography)
 - LAN ที่เชื่อมต่อด้วยบริดจ์สามารถกระจายทางกายภาพได้ดีกว่า
 - ตัวอย่างเช่น
 - LAN ของอาคาร 2 แห่ง
 - ระหว่างอาคารอาจทำการเชื่อมต่อกันด้วยบริดจ์

การทำงานของบริดจ์



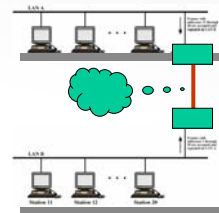
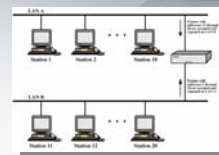
- รับเฟรมข้อมูลทุกเฟรมที่ถูกส่งออกมาจากวง LAN แล้วตรวจสอบตำแหน่งของสถานีต่างๆ ใน LAN วงอื่นๆ
- ใช้ MAC protocol ในการส่งต่อเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมไปยังเครือข่าย LAN ปลายทาง
- ทำซ้ำขั้นตอนดังกล่าวไปเรื่อยๆ
- **หลักการ**การทำงานของบริดจ์จะเป็นพื้นฐานของการทำงานของ *L2 switches* (เช่น *Ethernet*)

การทำงานของบริดจ์

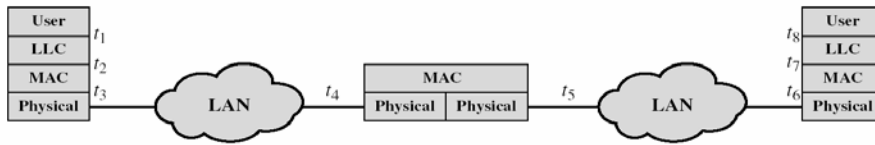


ประเด็นการพิจารณาในการออกแบบบริดจ์

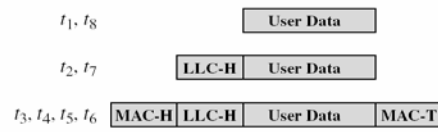
- หน้าที่การทำงานของบริดจ์
 - ไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเฟรมข้อมูล
 - No encapsulation
 - Exact bitwise copy of frame
 - จัดเตรียม Buffer สำหรับเก็บข้อมูลให้เพียงพอสำหรับการใช้งานสูงสุด
- บริดจ์ต้องมีความฉลาดในการเลือกเส้นทางและเรียนรู้ตำแหน่งของสถานีต่างๆ ได้
 - ต้องสามารถบอกได้ว่าเฟรมข้อมูลใดที่จะต้องส่งผ่านไป
 - ในระบบอาจมีจำนวนบริดจ์ในการส่งข้อมูลข้ามมากกว่าหนึ่งได้
- ในระบบอาจมีจำนวน LAN มากกว่าสองวง
- การทำงานของบริดจ์ สถานีในเครือข่ายต้องไม่รับทราบการทำงานของบริดจ์ (*transparent*)
 - ทุกสถานีในทุกวง LAN จะทำงานเหมือนกับว่าอยู่ในวง LAN เดียวกัน



การเชื่อมต่อ LAN 2 วง



(a) Architecture

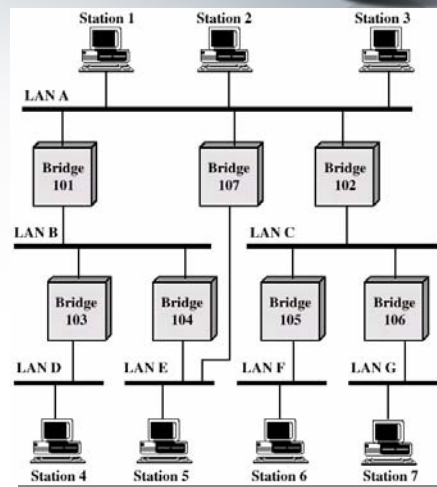


(b) Operation

การเชื่อมต่อ LAN หลายวง



- ตัวอย่าง: S1 → S6
 - S1 ส่งเฟรมข้อมูลไปใน LAN A
 - 101, 107, & 102 รับข้อมูล
 - 102 ส่งต่อข้อมูลไปยัง LAN C, แต่ 101 and 107 ไม่ส่งต่อ
 - 105 and 106 รับข้อมูล
 - 105 ส่งต่อข้อมูลไปยัง LAN F, แต่ 106 ไม่ส่งต่อ
 - S6 ได้รับเฟรมข้อมูล

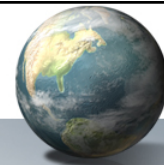


การทำงานของบริดจ์ตามมาตรฐาน



- เพื่อให้รองรับการเชื่อมต่อบริดจ์หลายตัวและวง LAN หลายวงเข้าด้วยกัน
- มีการกำหนดมาตรฐานการทำงานเพื่อไม่ให้ส่งข้อมูลวนไม่รู้จบในเครือข่าย
- คณะทำงาน IEEE 802.1 ได้กำหนดมาตรฐาน โดยมีการกำหนดวิธีการทำงานของบริดจ์ในแบบ Spanning Tree ขึ้นมา
- IEEE 802.1D เป็นมาตรฐานการทำงานของบริดจ์
 - รองรับการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อเครือข่ายได้โดยอัตโนมัติ
- การทำงานของบริดจ์ในชั้น MAC ประกอบด้วย
 1. การส่งต่อเฟรม (Frame forwarding)
 2. การเรียนรู้ตำแหน่ง (Address learning)
 3. การแก้ปัญหาปวน โดยใช้ Spanning Tree (Loop resolution via spanning-tree protocol)

1. การส่งต่อเฟรม (Frame forwarding)



- บริดจ์จะดูแลฐานข้อมูลการส่งต่อ (forwarding database) ในแต่ละ port
 - เป็นรายการตำแหน่งของสถานีที่เชื่อมต่ออยู่กับ Port นั้น
- สำหรับเฟรมข้อมูลที่ได้รับเข้ามาที่ port X:
 - ตรวจสอบตำแหน่งปลายทาง (Destination MAC Address) ของเฟรมข้อมูลที่ได้รับ กับรายการในฐานข้อมูลการส่งต่อในทุก Port ยกเว้น port X
 - ถ้าไม่พบตำแหน่ง ให้ส่งต่อเฟรมข้อมูลนั้นออกไปยังทุก port ยกเว้น port X
 - ถ้าพบตำแหน่งว่าอยู่ที่ port Y ให้ตรวจสอบสถานะของ port Y ว่าอยู่ในสถานะ Blocking หรือ Forwarding
 - สถานะ Blocking จะป้องกัน port ทำการรับและส่งเฟรมข้อมูล
 - ถ้าไม่อยู่ในสถานะ Blocking ให้ทำการส่งต่อเฟรมข้อมูลนั้น ไปยังเครือข่ายที่ port Y

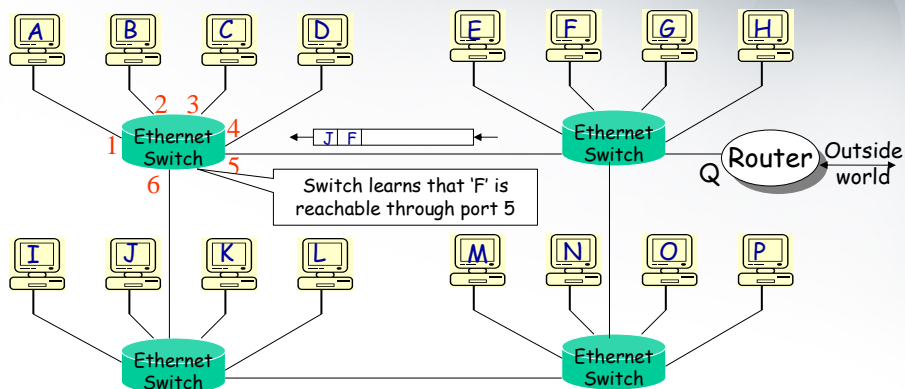
2. การเรียนรู้ตำแหน่ง (Address Learning)

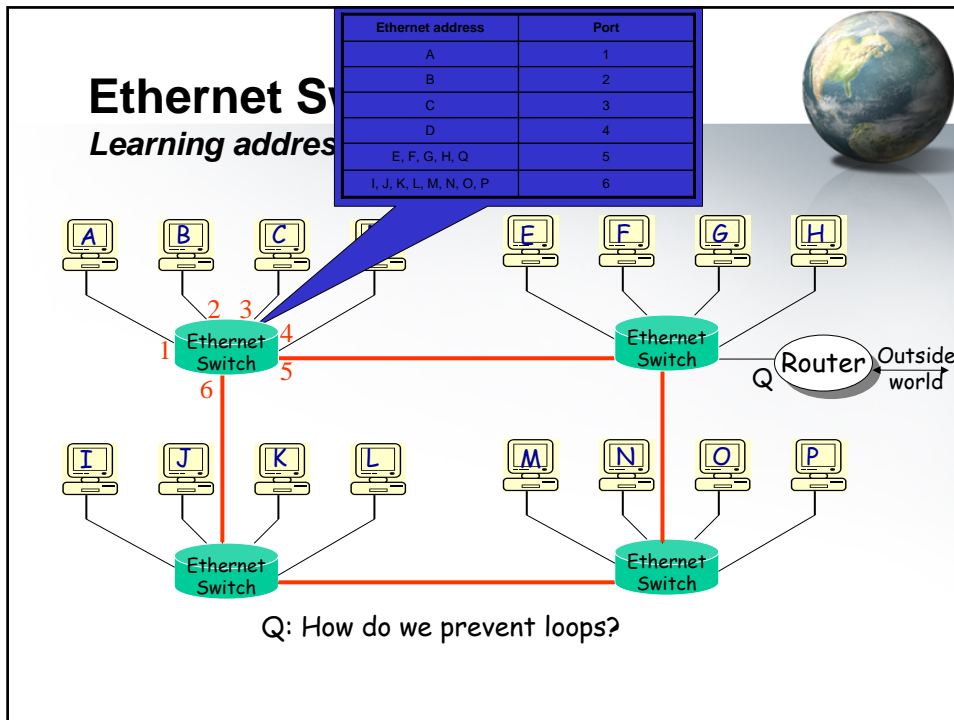


- การกำหนดฐานข้อมูลการส่งต่อ (forwarding database) ในบริดจ์ อาจจะทำการกำหนดขึ้นเองก็ได้
 - แต่ก็มึวิธีการที่จะกำหนดได้โดยการเรียนรู้ตำแหน่ง โดยอัตโนมัติ
- ในการเรียนรู้ตำแหน่งโดยอัตโนมัติ สามารถเรียนรู้ได้โดยใช้ตำแหน่งผู้ส่ง (Source MAC Address) ในเฟรมข้อมูลได้
 - เมื่อเฟรมข้อมูลได้รับเข้ามาทาง port X แสดงว่ามาจาก LAN ที่เชื่อมต่ออยู่กับ port X
 - ให้ใช้ตำแหน่งผู้ส่ง (Source MAC Address) ในเฟรมข้อมูลนั้น ไปปรับปรุงรายการในฐานข้อมูลการส่งต่อโดยใช้ MAC Address นั้น ระบุในฐานข้อมูลว่ามีสถานีที่มี MAC Address นี้เชื่อมต่ออยู่ที่ port X
 - นอกจากนี้ ยังมีกลไกของนาฬิกาจับเวลา (timer) สำหรับแต่ละรายการในฐานข้อมูล
 - เพื่อที่จะรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและป้องกันการเก็บข้อมูลที่ไมตรงกับความเป็นจริง
 - โดยค่าเวลาจะถูกกำกับเข้ากับแต่ละรายการที่ถูกเพิ่มให้กับฐานข้อมูล
 - เมื่อหมดเวลา รายการนั้นจะถูกลบออกจากฐานข้อมูล
 - การดูแลกลไกเวลาของแต่ละรายการ จะกระทำโดย
 - เมื่อได้รับเฟรมข้อมูลเข้ามา ตำแหน่งผู้ส่ง (Source MAC Address) ของเฟรมจะถูกตรวจสอบกับรายการที่อยู่ในฐานข้อมูล
 - ถ้ารายการนั้นมีปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะทำการปรับปรุงรายการ แล้วทำการตั้งค่าเวลาใหม่ (timer reset)
 - แต่ถ้ารายการนั้น ไม่มีในฐานข้อมูล จะทำการสร้างรายการใหม่ พร้อมกับตั้งค่าเวลาให้กับรายการนั้น

Ethernet Switching

Learning addresses





3. Spanning Tree Algorithm

- การเรียนรู้ตำแหน่ง (Address learning) สามารถทำงานได้ในรูปแบบต้นไม้ (tree layout)
 - กรณีที่ไม่มีลูบเกิดขึ้นในระบบ
- แต่ในการออกแบบใช้งานระบบเครือข่ายจริง อาจจะมีเส้นทางสำรองในระบบ
 - ทำให้เกิดมีการวนรอบหรือลูบขึ้นในรูปแบบเครือข่าย
 - การวนรอบหรือลูบทำให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้ตำแหน่งของระบบได้

ตัวอย่างของการเกิดเหตุการณ์วนรอบหรือลูบอย่างง่าย:

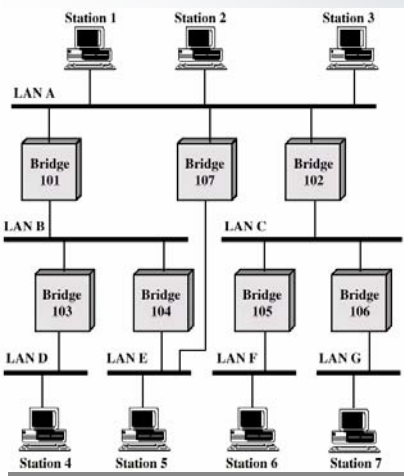
- A ส่งเฟรมข้อมูลไปยัง B
- บริดจ์แต่ละตัวรับเฟรมข้อมูลเข้ามาทำงาน
- บริดจ์แต่ละตัวปรับปรุงฐานข้อมูลว่า A อยู่บน X แล้วส่งเฟรมข้อมูลออกไปทาง Y
- บริดจ์แต่ละตัวได้รับเฟรมข้อมูลเดิมทาง Y
- บริดจ์แต่ละตัวปรับปรุงฐานข้อมูลว่า A อยู่บน Y (เนื่องจาก A เป็น Source MAC address และได้รับทาง Y)
- Oops! ☹
- ถึงตอนนี้ บริดจ์ทั้งสองตัวจะไม่ส่งต่อเฟรมข้อมูลไปให้ A!

802.1 Spanning Tree

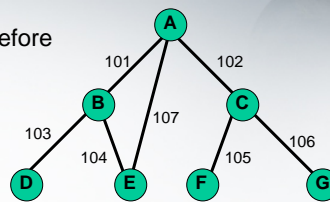


- เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใน LAN ที่ใช้บริจค์ทำงาน
 - นำเอาทฤษฎีกราฟมาใช้ โดยสร้างเป็นรูปกราฟที่ประกอบด้วย โหนด(nodes) และเส้น (edges) แล้วสร้างเป็นแผนภูมิต้นไม้แบบ Spanning Tree ขึ้นมา ทำให้ลูปหายไป
 - คำว่า “Spanning” หมายถึงบริจค์ทุกตัวถูกรวมเข้ามาในแผนภูมิ และ “Tree” จะหมายถึงการเชื่อมต่อที่ไม่มีลูปเกิดขึ้น
 - การทำงานในการสร้าง Spanning Tree จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลของบริจค์ระหว่างกันทุกตัว ตาม Spanning Tree Protocol (STP) โดย
 - ทำการเลือกบริจค์หรือสวิตช์ที่จะทำหน้าที่เห็น Root ขึ้นมาก่อน
 - ทำการเลือกเส้นทางสำหรับทุกวง LAN เพื่อให้สื่อสารถึงกัน ได้ (เลือกเส้นทางไปยัง Root)
 - กำจัดลูปในระบบ โดยทำให้ Port หรือสวิตช์ที่เป็นทางเลือกสำรอง ให้อยู่ในสถานะ Backup (สำรอง)

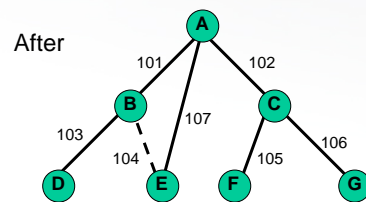
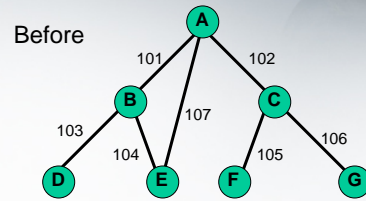
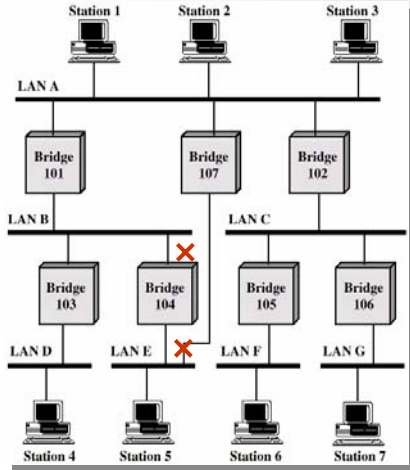
ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ



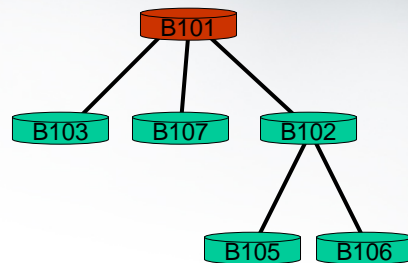
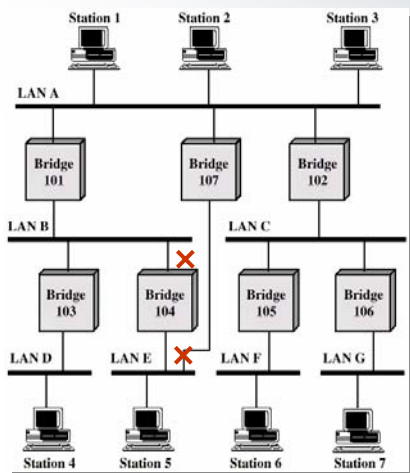
Before



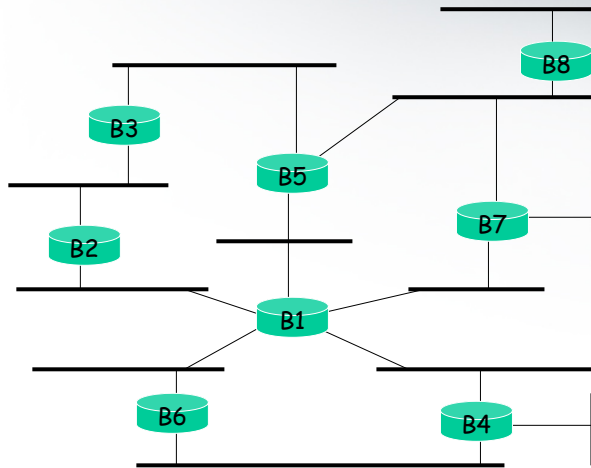
ตัวอย่างการสร้าง Spanning Tree



ตัวอย่างการสร้าง Spanning Tree



ตัวอย่างการสร้าง Spanning Tree

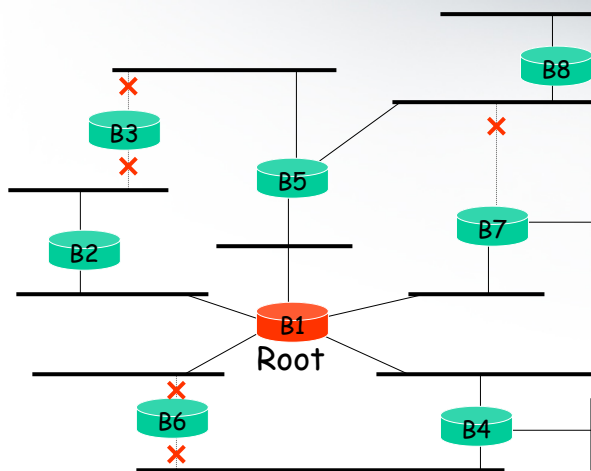


Protocol operation:

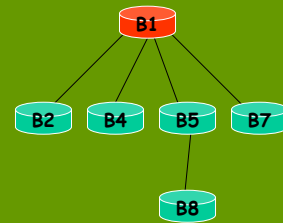
1. Picks a **root**
2. For each LAN, picks a **designated** bridge that is closest to root.
3. All bridges on a LAN send frames toward **root** via **designated** bridge.

Example from CS244a, Stanford Univ., Winter 2002

ตัวอย่างการสร้าง Spanning Tree



Spanning Tree:



Example from CS244a, Stanford Univ., Winter 2002

ปัญหาในการใช้ L2 Switches



- L2 switches อาจไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในกรณีที่มีจำนวนสถานีในเครือข่ายเพิ่มขึ้นจำนวนมาก
 - จำนวนอุปกรณ์และเครือข่ายที่เชื่อมต่อในระบบโดยใช้ L2 switches ใช้การอ้างตำแหน่งสถานีในระดับเดียวกันทั้งหมด ไม่ได้แบ่งเป็น โครงสร้าง (flat address space)
 - มีเครือข่ายย่อยเป็น LAN เพียงเครือข่ายเดียว
 - ทุกสถานีใช้การอ้างที่อยู่สำหรับกระจายข้อมูลเดียวกัน (common MAC broadcast address)
 - ถ้ามีสถานีใดส่งเฟรมข้อมูลในแบบกระจาย (broadcast frame) เฟรมข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ทุกตัวที่เชื่อมต่ออยู่กับ L2 Switched หรือบริดจ์ทั้งหมด
 - มีจำนวนการส่งข้อมูลแบบกระจายที่มาก (Broadcast overload)
 - เฟรมข้อมูลในแบบกระจาย (Broadcast MAC frames) จะเป็นการเพิ่มภาระงานให้ทุกสถานีใน LAN เนื่องจากทุกสถานีจะต้องทำการประมวลผลเฟรมนั้น
 - อุปกรณ์ที่มีปัญหาในการทำงานอาจทำให้เกิดปัญหากับ LAN ทั้งหมดได้
 - ขาดการเชื่อมต่อแบบหลายช่องทางเชื่อมต่อ (Lack of multiple links)
 - กลไกการทำงานแบบบริดจ์ (MAC bridging) ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการที่มีเส้นทางเชื่อมต่อหลายเส้นทางได้ เนื่องจากกลไก Spanning Tree จะทำให้กลายเป็นเส้นทางสำรอง
 - การไม่สามารถใช้การมีอยู่หลายเส้นทางของเครือข่าย (multiple links) ทำให้ขาดประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้ (performance and reliability) ของระบบ
- การใช้อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้

การเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับเครือข่ายอีเทอร์เน็ต

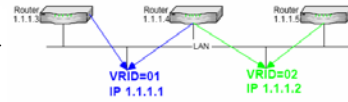


- รีพีตเตอร์ (Repeater) หรือ Hub
 - แก้ปัญหาข้อจำกัดด้านกายภาพ
 - ระยะทาง
 - สัญญาณรบกวน
 - สถานีต่างๆ ที่เชื่อมต่อด้วย Repeater จะอยู่ในกลุ่มการชนกันของข้อมูล (Collision Domain) เดียวกัน
- บริดจ์ (Bridge) หรือ L2 Switch
 - เชื่อมต่อเครือข่ายเข้าด้วยกัน โดยทำงานที่ชั้นเหมือนกัน (Data Link Layer)
 - สถานีต่างๆ ที่เชื่อมต่อด้วย Bridge หรือ L2 Switch เครือข่ายจะถูกแยก Collision Domain ด้วย Bridge หรือ L2 Switch
 - ทำให้ประสิทธิภาพการสื่อสารดีขึ้น (กว่าการเชื่อมต่อด้วย Repeater)
 - สถานีต่างๆ ที่เชื่อมต่อด้วย Bridge หรือ L2 Switch จะอยู่ในกลุ่มการกระจายข้อมูล (Broadcast Domain) เดียวกัน
 - เมื่อ Bridge หรือ L2 Switch ได้รับเฟรมที่มีที่อยู่สำหรับกระจายข้อมูล จะส่งต่อเฟรมนั้นออกไปยังทุก ports
- อุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) หรือ L3 Switch
 - เชื่อมต่อเครือข่ายที่เหมือนกันหรือต่างกันเข้าด้วยกัน โดยอาจเป็น LAN หรือ WAN ก็ได้
 - สถานีต่างๆ ที่เชื่อมต่อด้วย Router หรือ L3 Switch เครือข่ายจะถูกแยก Broadcast Domain ด้วย Router หรือ L3 Switch
 - ทำให้ประสิทธิภาพการสื่อสารดีขึ้น (ขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ด้วย)

Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)



- เป็นการทำงานของกลุ่มของ Router ที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือน Router เพียงตัวเดียว
- ทำงานโดยใช้หมายเลขเสมือนของกลุ่มเพียงหมายเลขเดียว
 - หมายเลขไอพีเสมือนเพียงหมายเลขเดียว (ONE virtual IP address)
 - หมายเลขที่อยู่ MAC เสมือนเพียงหมายเลขเดียว (ONE virtual MAC address)
- ในการทำงานจะมี Router ตัวหลักเพียงตัวเดียว (Master Router) ที่จะทำหน้าที่ในการส่งต่อข้อมูลแพ็กเก็ต
- Router ในกลุ่มที่เหลือจะอยู่ในสถานะสำรองการทำงาน (Back Up)
 - ซึ่งจะทำงานในกรณีที่ Router ตัวหลักไม่สามารถทำงานได้ (Fail) จะมีการเลือก Backup Router ขึ้นมาทำหน้าที่เป็น Master Router แทน
 - Backup Router จะไม่ทำการส่งต่อข้อมูลให้
- การกำหนดหมายเลขไอพีจะกำหนดโดยผู้ดูแลระบบ ไม่ให้ซ้ำกันทั้งหมายเลขจริงและเสมือน
- การกำหนดหมายเลข Virtual MAC Address จะใช้หมายเลข 00-00-5E-00-01- {VRID}
 - The first three octets are derived from the IANA's OUI.
 - The next two octets (00-01) indicate the address block assigned to the VRRP.
 - {VRID} is the VRRP Virtual Router Identifier.
 - up to 255 VRRP routers on a network.

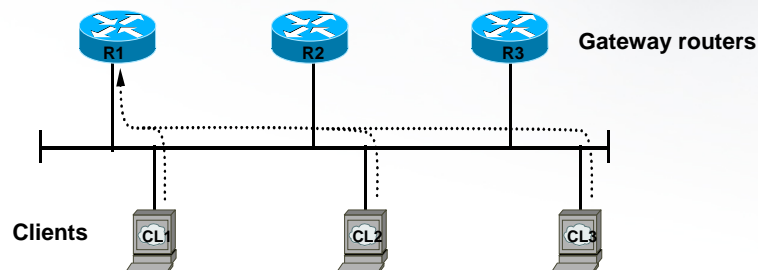


หลักการทำงานของ VRRP



R1- Master, forwarding traffic; R2, R3 - backup

VRRP ACTIVE	VRRP BACKUP	VRRP BACKUP
IP: 10.0.0.254	IP: 10.0.0.253	IP: 10.0.0.252
MAC: 0000.0c12.3456	MAC: 0000.0c78.9abc	MAC: 0000.0cde.f123
vIP: 10.0.0.10	vIP:	vIP:
vMAC: 0000.5e00.0100	vMAC:	vMAC:

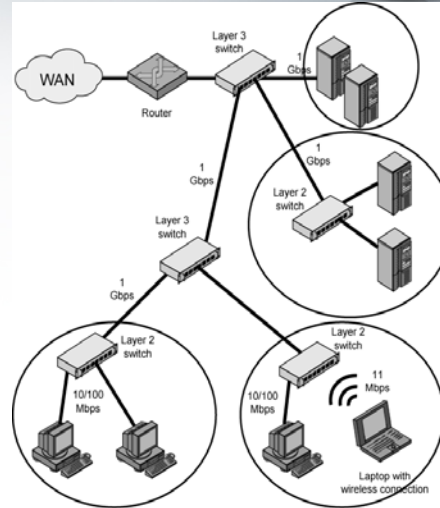


IP: 10.0.0.1	IP: 10.0.0.2	IP: 10.0.0.3
MAC: aaaa.aaaa.aa01	MAC: aaaa.aaaa.aa02	MAC: aaaa.aaaa.aa03
GW: 10.0.0.10	GW: 10.0.0.10	GW: 10.0.0.10
ARP: 0000.5e00.0100	ARP: 0000.5e00.0100	ARP: 0000.5e00.0100

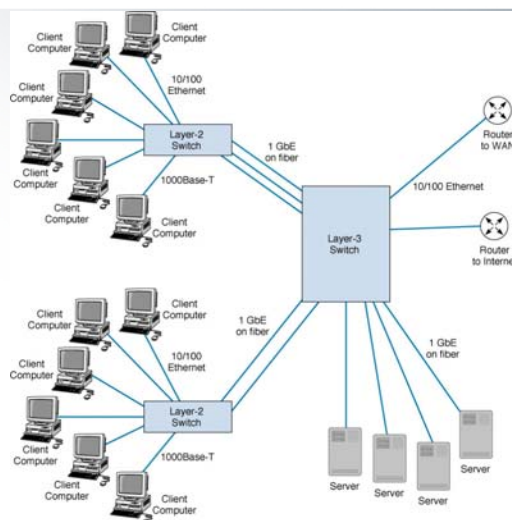
ตัวอย่างการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย LAN ขนาดใหญ่



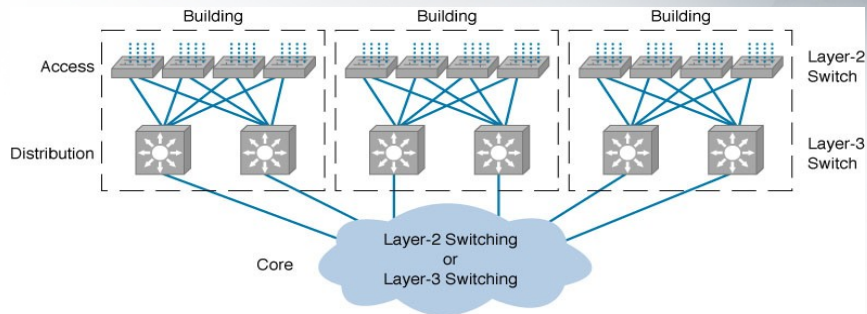
- Thousands of devices and more
- Desktop systems @ 10-100 Mbps
 - Into L2 switch
- Wireless LAN connectivity available for mobile users
- L3 switches at LAN's core
 - Form local backbone
 - Interconnected at 1 Gbps
 - Connect to L2 switches at 100 Mbps to 1 Gbps
- Servers connect directly to L2 or L3 switches at 1 Gbps
- Router provides WAN connection
- Circles in diagram identify separate LAN subnetworks
 - Each MAC broadcast frame limited to own subnetwork



ตัวอย่างการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย



ตัวอย่างการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ที่มีโครงสร้าง



สรุป



- ระบบเครือข่ายจะมีการเชื่อมต่อกัน จึงต้องมีอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่าย
 - ตาม OSI Model จะแบ่งประเภทอุปกรณ์เชื่อมต่อเป็น
 - Repeater ทำงานที่ Layer 1 Physical
 - Bridge ทำงานที่ Layer 2 Data Link
 - Router ทำงานที่ Layer 3 Network
 - Gateway ทำงานที่ Layer 4-7 Transport to Application
 - Switch เป็นอุปกรณ์รับและส่งต่อข้อมูลตาม Layer ที่กำหนด ที่สามารถทำงานด้วยความเร็วสูง
 - อุปกรณ์ที่ทำงานที่ชั้นสูงสุดๆ จะต้องมีการประมวลผลข้อมูลมาก ทำให้ทำงานได้ช้าลง และมีความซับซ้อนมากกว่าอุปกรณ์ที่ทำงานชั้นต่ำกว่า
- สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายอีเทอร์เน็ต
 - Repeater ไม่ได้แยก Collision Domain => ขยายระยะทาง
 - Bridge or L2 Switch แยก Collision Domain แต่ไม่ได้แยก Broadcast Domain
 - Router or L3 Switch แยก Broadcast Domain
- VRRP ช่วยทำให้เกิดการทำงานในลักษณะมีการสำรองการทำงานของอุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router)

END

Questions and Comments

