




# Embedded Systems Programming on STM32 MCU


การโปรแกรมระบบสมองกลฝังตัวบน



ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32

# Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)

 โพรโทคอลที่เป็นฐานของอินเทอร์เน็ต

-  ประกอบไปด้วย TCP (Transmisstion หรือ Transfer) และ IP
-  TCP (Transport layer) เป็นโพรโทคอลดูแลเรื่องโครงสร้างการเชื่อมต่อและการส่งข้อมูล
-  TP (Network layer) ทำหน้าที่ route แพ็กเก็ตข้อมูล (datagrams) ผ่านโครงสร้างโดยอาศัย IP address

 เป็น connection-oriented เชื่อมต่อระหว่าง client กับ server

-  ต้องสร้างช่องสัญญาณเชื่อมต่อ established ก่อนเริ่มส่งข้อมูล
-  server เปิดรอการเชื่อมต่อ (listen) ให้ client ร้องขอ establish

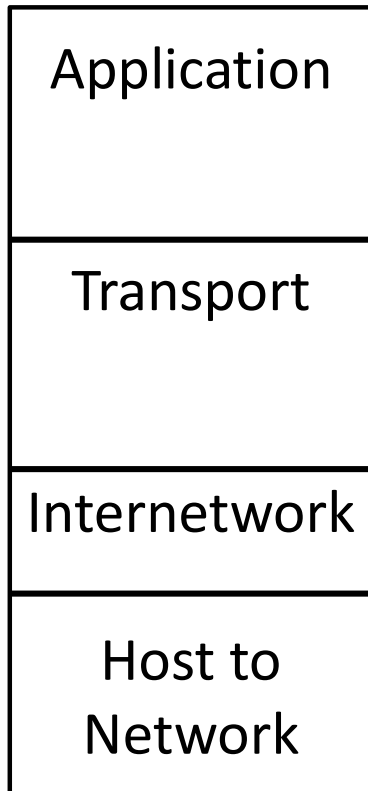


Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

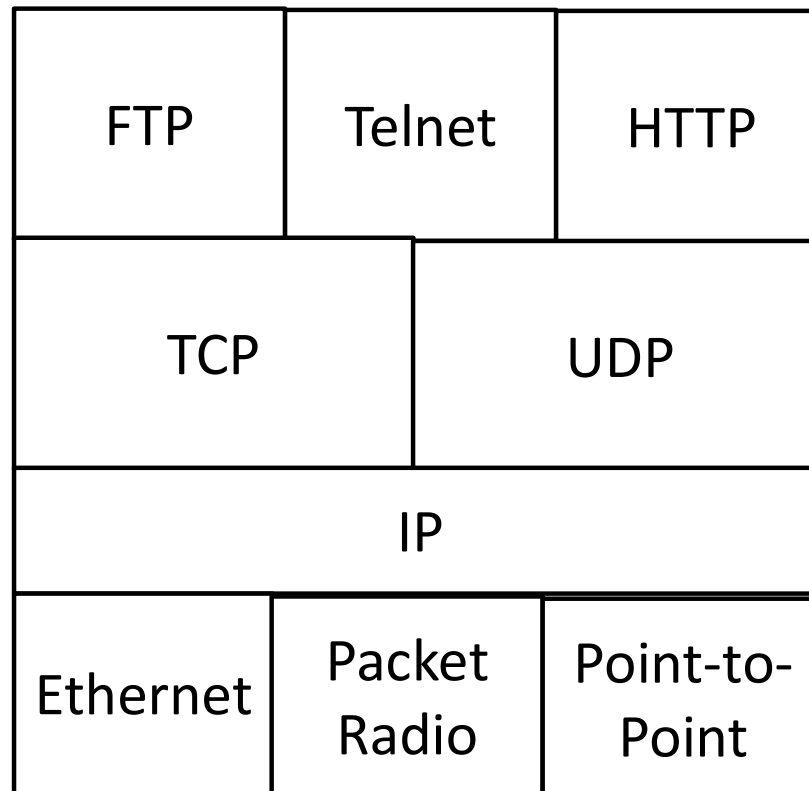
TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# TCP/IP Reference Model

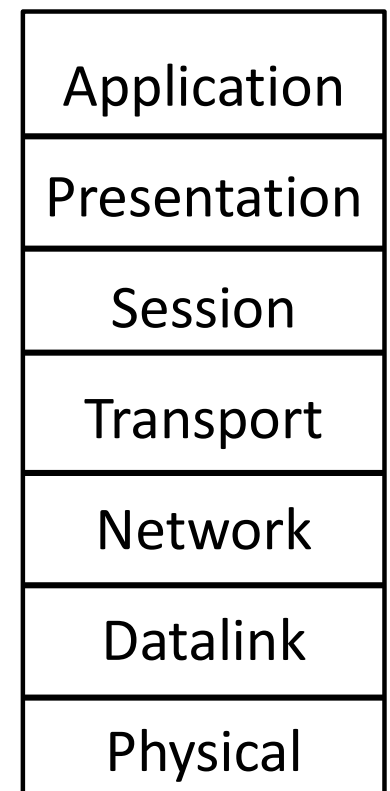
## TCP/IP Model



## TCP/IP Protocols



## OSI Reference Model

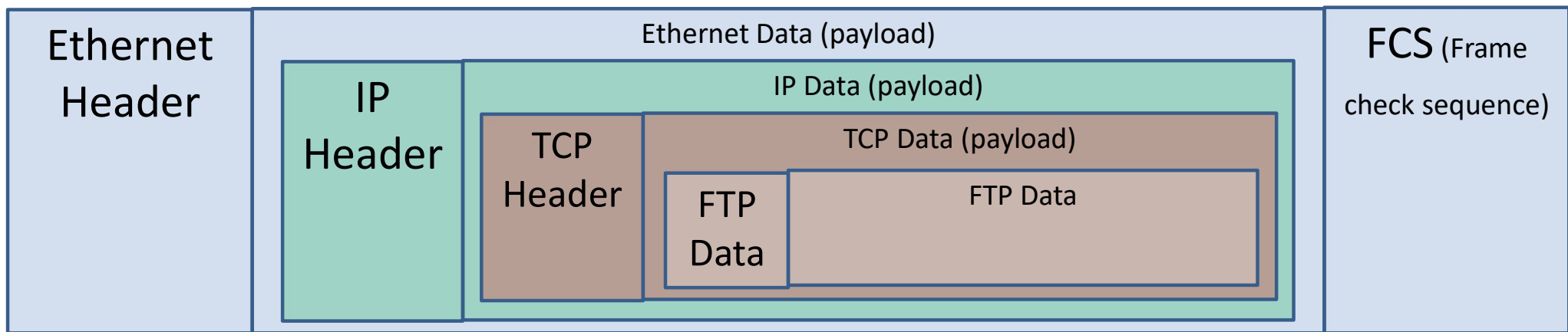


# OSI Model

🌱 Open Systems Interconnection model โมเดลนำเสนอโครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่างระบบ

💡 แบ่งออกเป็นระดับชั้น ในลักษณะที่แพ็กเก็ตข้อมูลในระดับชั้นบน จะถูกห่อหุ้ม (encapsulate) ด้วยโครงสร้างแพ็กเก็ตระดับชั้นรองลงมา


💡 ตัวอย่างเช่นการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล FTP จะมีลักษณะการห่อหุ้มโครงสร้างแพ็กเก็ตข้อมูลดังนี้





Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# OSI Model


 Open Systems Interconnection model โมเดลนำเสนอโครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่างระบบ


 Physical layer กำหนดโครงสร้างทางกายภาพของตัวอุปกรณ์ เช่น หน้าตาปลั๊ก สายสัญญาณ คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสายส่ง คลื่นสัญญาณไร้สาย ฯลฯ

 Data link layer กำหนดโครงสร้างข้อมูลที่ใช้รับส่งระหว่างโหนดสองโหนด ซึ่งรวมถึงกลไกการตรวจจับและแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล

 แบ่งย่อยเป็น Medium access control (MAC) และ Logical link control (LLC)

 ตัวอย่าง MAC อย่างเช่นมาตรฐาน 802.3 (Ethernet) 802.11 (Wi-Fi) 802.15.4 (ZigBee)

 Network layer กำหนดกลไกการรับส่งแพ็กเก็ตข้อมูลจากโหนดหนึ่งๆ ในเครือข่ายย่อยหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายย่อย

 แต่ละโหนดจะมีเลขที่อยู่ (address) เฉพาะตน เพื่อใช้ระบุว่าการส่งข้อมูลจะส่งกันภายในเครือข่ายย่อยเดียวกันหรือจะส่งต่อไปยังเครือข่ายอื่นที่เชื่อมอยู่ด้วย


 ในกรณีที่แพ็กเก็ตข้อมูลในระดับชั้นบนมีความยาวมากเกินไป อาจถูกตัดแบ่งเพื่อส่งเป็นหลายแพ็กเก็ต





Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER


TODAY TOPIC IS  
TCP/IP


# OSI Model

 Open Systems Interconnection model โมเดลนำเสนอโครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่างระบบ

 Transport layer ควบคุมความถูกต้องของแพ็กเก็ตข้อมูลที่จะส่งผ่านช่องทางการสื่อสาร


 เนื่องจาก Network layer มีการกำหนดค่า maximum transmission unit (MTU) Transport layer จึงต้องมีกลไกในการแบ่งแพ็กเก็ต ข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วแบ่งส่งต่อไปยังระดับชั้น Network layer


 อาจมีกลไกการตรวจสอบความถูกต้องของการส่งข้อมูล และอาจส่งเฟรมที่สูญหายซ้ำ (เช่น TCP) หรืออาจไม่มีการตรวจสอบใดๆ (เช่น UDP)


 Session layer ควบคุมการกำหนดสภาพเริ่มต้น การจัดส่งแพ็กเก็ตข้อมูล และการจบการส่งข้อมูล

 ตัวอย่างเช่นการ log on , log off, suspending-restarting, terminating session

 Presentation layer ควบคุมการโอนถ่ายข้อมูลระหว่างเครือข่าย

 ที่มี session layer ต่างกัน หรือระหว่างระบบปฏิบัติการที่มีการจัดการข้อมูลที่แตกต่างกัน

 การเข้ารหัส การถอดรหัสข้อมูล

 ตัวอย่างการจัดการอย่างเช่น การสร้างและจัดการโครงสร้างเอกสาร XML การแปลงรหัสอักขระ ฯลฯ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# OSI Model

🌿 Open Systems Interconnection model โมเดลนำเสนอโครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่างระบบ

💡 Application layer กำหนดลักษณะการบริการที่ผ่านช่องทางการสื่อสาร

🌈 ตัวอย่างเช่น HTTP, FTP, SMB/CIFS, DHCP และอื่นๆ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

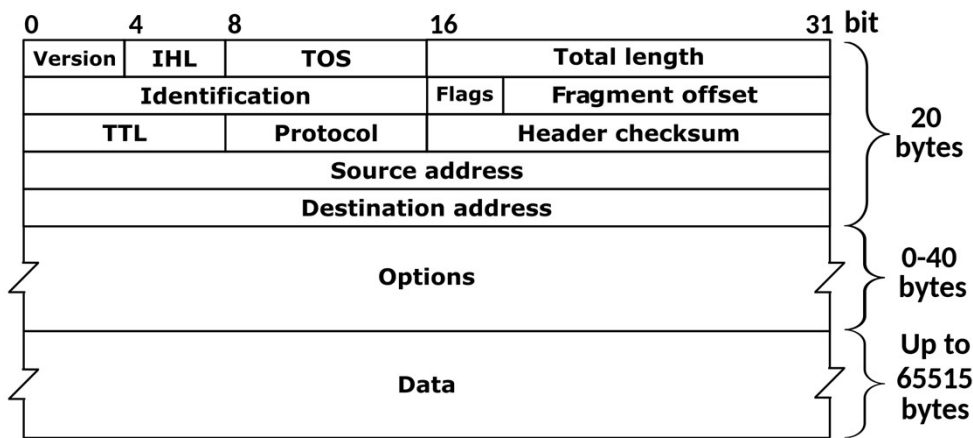
TODAY TOPIC IS  
TCP/IP



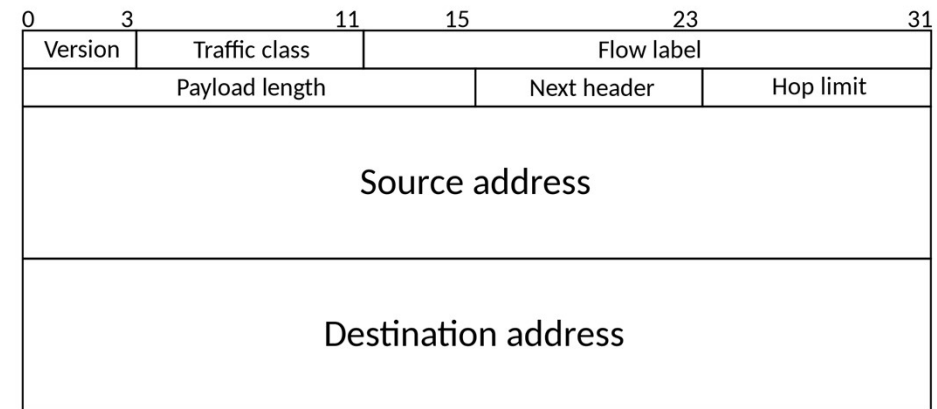
# Internet Protocol (IP)

🌱 IP แต่เดิมถูกคิดค้นเพื่อนำไปใช้ใน SATNET (1982) และ ARPANET (1983) ที่ต่อมาพัฒนาการเป็นอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน

💡 เวอร์ชันที่คงใช้กันในปัจจุบันคือเวอร์ชัน 4 (IPv4) และเวอร์ชัน 6 (IPv6)



โครงสร้างแพ็กเก็ตข้อมูล (datagram) ของ IPv4



โครงสร้างเฉพาะส่วนหัว (Header) ของ IPv6



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP



# Internet Protocol (IP)

🌿 เลขที่อยู่เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม 32 บิต

🌿 การนำเสนอเลขที่อยู่ (address) ของ IPv4 แบ่งออกเป็นสี่ค่า (0-255) คั่นด้วยจุด

🌐 เช่น 192.168.1.0

🌿 อินเทอร์เน็ตในปัจจุบันจัดการ IP แบบคลาส (classful addressing) โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

Class	Leading bits	Size of <i>network number</i> bit field	Size of <i>rest</i> bit field	Start address	End address	Default <u>subnet mask</u> in <u>dot-decimal notation</u>	<u>CIDR notation</u>
Class A	0	8	24	0.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0	/8
Class B	10	16	16	128.0.0.0	191.255.255.255	255.255.0.0	/16
Class C	110	24	8	192.0.0.0	223.255.255.255	255.255.255.0	/24
Class D ( <a href="#">multicast</a> )	1110	not defined	not defined	224.0.0.0	239.255.255.255	not defined	/4
Class E (reserved)	1111	not defined	not defined	240.0.0.0	255.255.255.255	not defined	not defined



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# Internet Protocol (IP)

🌿 ช่วงเลขที่อยู่ที่น่าสนใจ

- 🌐 0.0.0.0/8 Current network (ใช้สื่อสารกันระหว่างซอฟต์แวร์)
- 🌐 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16 Private network (ออกแบบมาเพื่อใช้เป็นเครือข่ายย่อยในองค์กร)
- 🌐 100.64.0.0/10 Private network (ออกแบบมาเพื่อใช้กับ NAT แบบ large-scale ที่ ISP ใช้กัน)
- 🌐 127.0.0.0/8 Host (ใช้เพื่ออ้างถึงเครื่องตนเอง = local host)
- 🌐 169.254.0.0/16 Subnet (ออกแบบมาเพื่อใช้สื่อสารเป็นภายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน โดยเฉพาะกรณีที่ไม่มีการตั้งค่าใดๆ เข้ามาจัดการเสริมอย่างเช่น DHCP)
- 🌐 224.0.0.0/4 Multicast



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# Domain Name Service (DNS)

🌿 ชื่อที่ใช้เรียกแทน IP address

🌿 ในระบบเครือข่ายย่อยสมัยก่อน เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่ต่อเข้าด้วยกันจะมีไฟล์ข้อความเพื่อเก็บตารางเทียบจากชื่อมาเป็น IP address

💡 ในลินุกซ์ /etc/hosts

💡 ในวินโดวส์ c:\windows\system32\drivers\etc\hosts

🌿 เพื่อเพิ่มความสะดวกในการค้นชื่อเครื่องที่ไม่ต้องเก็บตารางไว้ล่วงหน้า จึงเกิดบริการ DNS (1983)

💡 ตัวอย่างชื่อเช่น www.mut.ac.th



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# Domain Name Service (DNS)

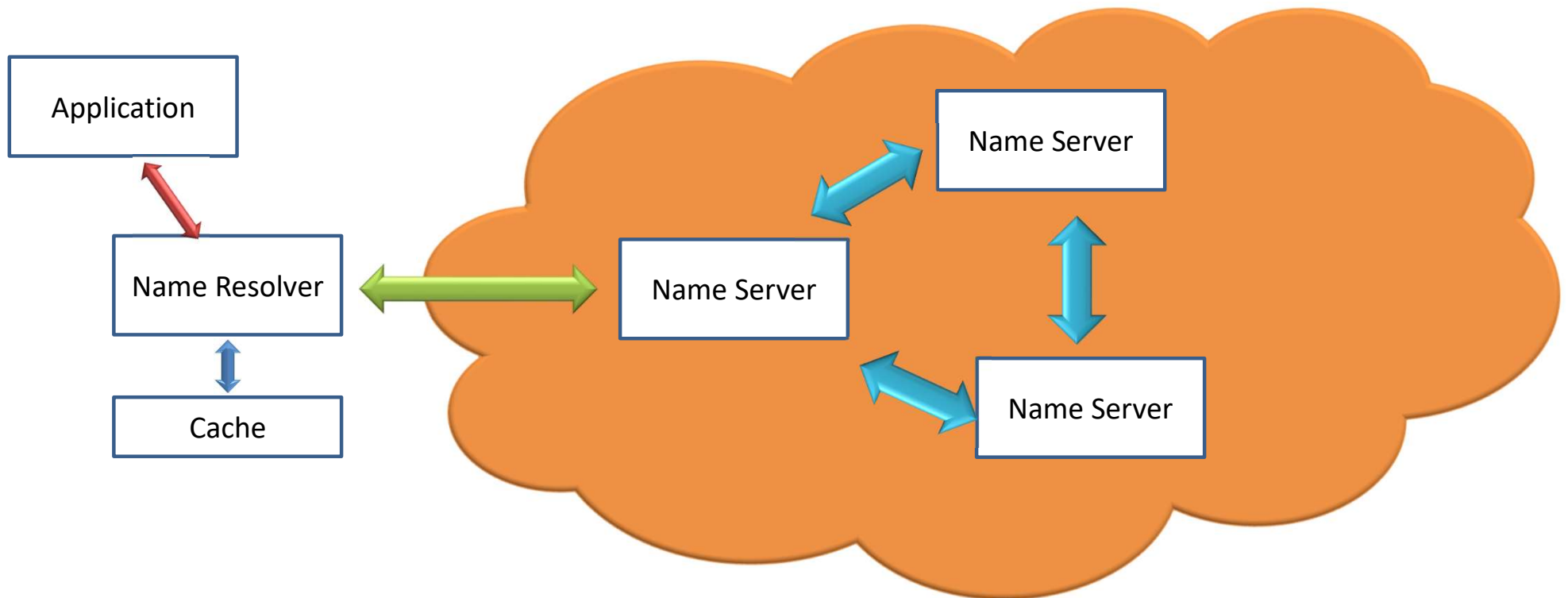
- 🌿 แบ่งเป็นระดับชั้น คั่นด้วยจุด (.)
- 🌿 ระดับชั้นบนสุดเป็นรหัสประเทศ (.th) หรือองค์กรเช่น .com .edu .net
- 🌿 ระดับรองลงมาเป็นประเภทองค์กร เช่น .co .go
- 🌿 ระดับรองลงมาอีกเป็นองค์กร เช่น mut
- 🌿 ระดับรองลงไปอีกเป็นหน่วยงานในองค์กร หรือประเภทการให้บริการเช่น www (world-wide-web) ที่ใช้เก็บข้อมูลซึ่งเข้าถึงด้วยโปรโตคอล http/https) หรืออย่างเช่น regext.mut.ac.th



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

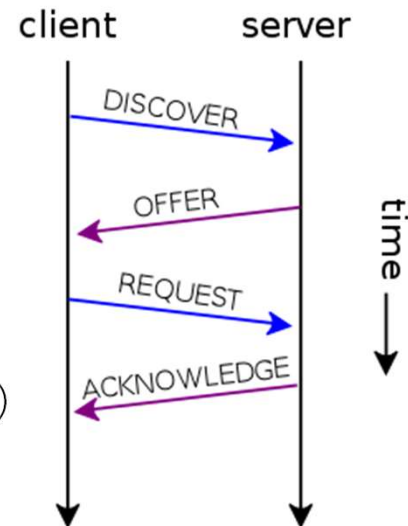
TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# Domain Name Service (DNS)



# Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- 🌿 network management protocol ตัวหนึ่งในระดับ application layer
- 🌿 ใช้เพื่อกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นต้องใช้งานอินเทอร์เน็ตแกไหนดต่างๆ ในระบบ
- 🌿 DHCPv4 สำหรับ IPv4 และ DHCPv6 สำหรับ IPv6
- 🌿 ทำงานแบบ client-server model
  - 🔵 กำหนดเครื่องที่ให้บริการ DHCP ที่เตรียมค่าต่างๆ ไว้พร้อม เช่น default gate way, name servers, time servers, IP ของเครื่องที่ขอบริการ (ซึ่งอาจกำหนดเป็น static หรือ dynamic IP) เป็นต้น
  - 🔵 เครื่อง client เมื่อเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่าย จะร้องขอบริการโดย broadcast การร้องขอ (DHCPDISCOVER) ผ่าน 255.255.255.255 และ server จะส่ง DHCPOFFER กลับมาด้วยข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการให้
  - 🔵 ทั้งนี้ในระบบอาจมี server หลายเครื่องซึ่งให้ OFFER กลับมา client จะ REQUEST กลับไปยังเครื่อง server ตัวเดียวเพื่อตอบรับข้อมูลที่ OFFER มานั้น



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# Transmission Control Protocol (TCP)

- 🌱 รับส่งข้อมูลระหว่างสองจุด (server-client)
- 🌱 ส่งข้อมูลแบบ full-duplex และมีกลไกการควบคุมการรับส่งข้อมูล (flow control)
- 🌱 ข้อมูลมีความเสถียร หากแพ็กเก็ตข้อมูลสูญหาย หรือผิดพลาด มีกลไกการส่งใหม่
- 🌱 ส่งข้อมูลเป็นสตรีมขนาดใหญ่ได้

TCP segment header

Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Sequence number																															
8	64	Acknowledgment number (if ACK set)																															
12	96	Data offset				Reserved 000			NS	CW R	EC E	UR G	AC K	PS H	RS T	SY N	FIN	Window Size															
16	128	Checksum																Urgent pointer (if URG set)															
20	160	Options (if <i>data offset</i> > 5. Padded at the end with "0" bits if necessary.)																															
⋮	⋮																																
60	480																																



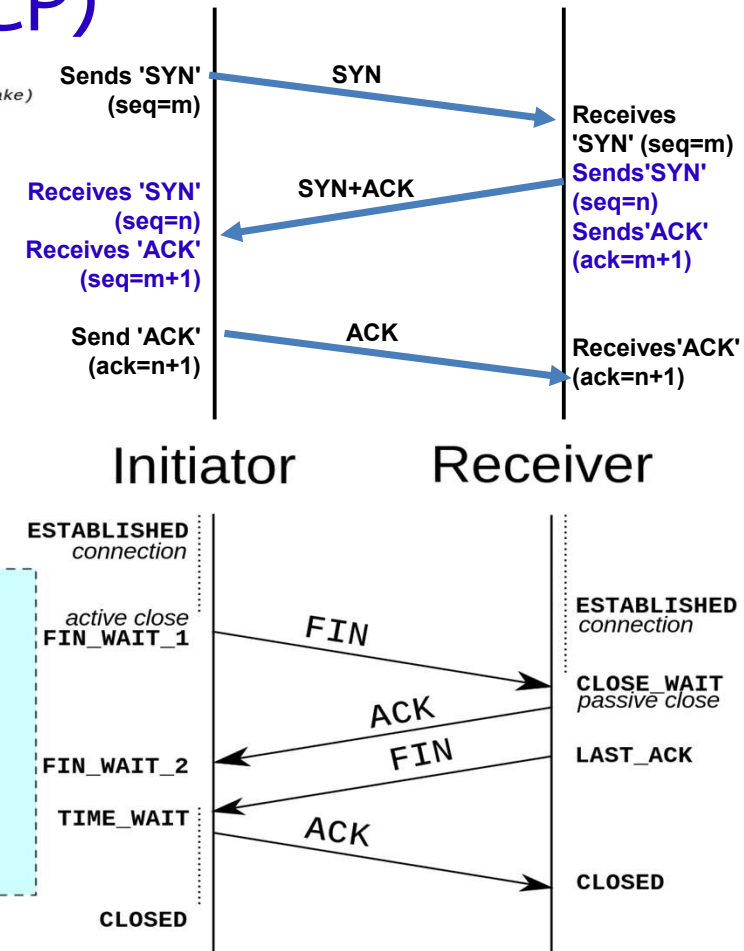
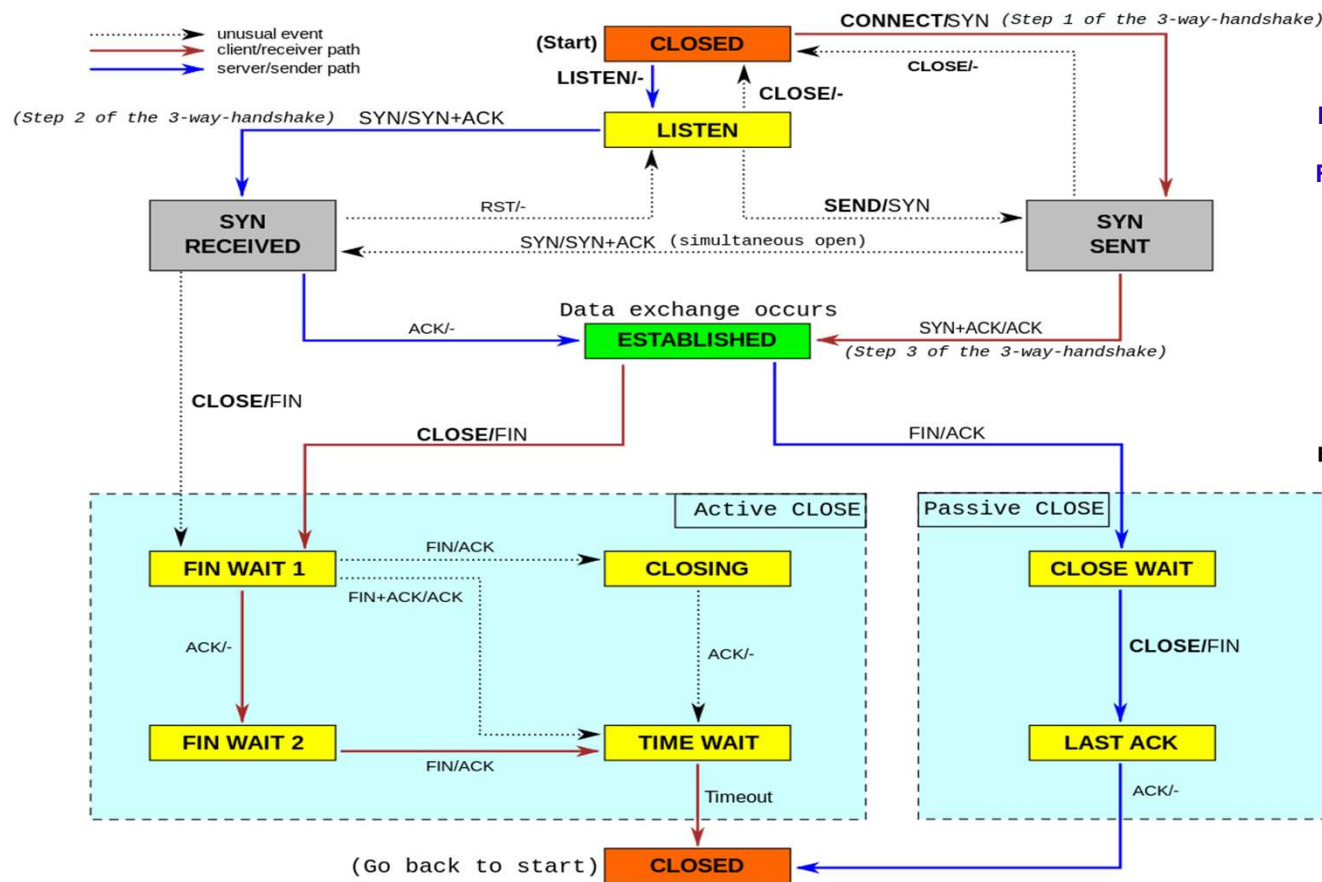
PRESENTER

TCP/IP

**IVILL** Institute of Innovation



# Transmission Control Protocol (TCP)



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# User Datagram Protocol (UDP)

- 🌿 รับส่งข้อมูลระหว่างสองจุด (server-client)
- 🌿 ไม่มีกลไกการป้องกันความสูญหายของข้อมูล (No acknowledges. or retransmissions)
- 🌿 ตัวอย่าง application layer เช่น DNS NTP DHCP เป็นต้น
- 🌿 ใช้ในการส่งข้อมูลที่อาจเสียหายบางส่วนแต่ไม่มีผลกระทบ(ที่รุนแรง)ต่อการใช้งาน
  - 💧 การสตรีมมีเดีย เช่นเสียงและภาพ
  - 💧 มีบิตตรวจสอบความผิดพลาด (อาจใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องโดยซอฟต์แวร์ปลายทาง)

UDP datagram header


Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	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
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Length																Checksum															





Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP


# TCP .vs. UDP


 TCP ต้องเชื่อมต่อ (establish) ระหว่างสองฝั่งก่อน จากนั้นจึงเริ่มส่งข้อมูลได้


 มีความเสถียรในการส่งข้อมูล หากแพ็กเก็ตใดสูญหาย จะมีการส่งใหม่


 แต่ถ้าสูญหายจำนวนมาก การเชื่อมต่อจะถูกปิด)

 มีลำดับของการส่งข้อมูล หากส่งข้อมูลต่อเนื่องกัน ข้อมูลที่ถูกส่งไปก่อน ปลายทางจะได้รับก่อน

 ถ้ามีการตกหล่นของแพ็กเก็ต ข้อมูลที่ถูกส่งไปหลังจากแพ็กเก็ตที่หายจะถูกพักไว้ก่อน เพื่อรอแพ็กเก็ตที่ส่งซ้ำ

 กลไกการเชื่อมต่อที่มีกระบวนการซับซ้อนกว่า UDP

 การส่งข้อมูลในลักษณะสตรีม

 มองโครงสร้างข้อมูลในลักษณะส่งผ่านต่อเนื่องกันไปเป็นสายยาว byte stream การจัดการแบ่งข้อมูลเป็นแพ็กเก็ตต่างๆ เกิดขึ้นเป็นการภายในโปรโตคอล



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP

# TCP .vs. UDP

🌱 UDP มีลักษณะเป็น connectionless protocol กล่าวคือไม่ต้องสร้างกลไกการเชื่อมต่อเป็นกิจจะลักษณะเหมือน TCP แต่อาศัย server เปิดรอการเชื่อมต่อ และ client ร้องขอการเชื่อมต่อแล้วส่งข้อมูลไปยัง server โดยไม่มีกลไกตรวจสอบความถูกต้องใดๆ

💡 ไม่รับประกันความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งไป แพ้เกิดอาจสูญหายไปไม่ถึงปลายทาง หรือมีความผิดพลาด

🌈 ไม่มี acknowledgement, retransmission หรือ timeout

💡 ไม่มีลำดับแพ็กเก็ตข้อมูล ในการส่งข้อมูลหลายแพ็กเก็ตไปยังปลายทาง ไม่รับประกันว่าที่ปลายทางจะได้ข้อมูลตามลำดับที่ต้นทางส่งไป

💡 การตรวจสอบข้อมูล (checksum) กระทำเป็นรายแพ็กเก็ต (datagram)

💡 ไม่มีการตรวจสอบการชนกันของข้อมูล หรือการควบคุมทราฟฟิกในระบบ

💡 การส่งข้อมูลแบบ broadcast และ multicast กระทำได้ง่ายโดยใช้ IP address ที่ใช้เพื่อการนี้



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP



## สรุปหัวข้อ

- 🌿 TCP/IP เป็นโพรโทคอลมาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารของอินเทอร์เน็ต
- 🌿 TCP และ UDP เป็นโพรโทคอลในระดับชั้น Transport ใช้เพื่อการรับส่งข้อมูลระหว่างสองจุด
- 🌿 TCP มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (และส่งใหม่ในกรณีสูญหายหรือผิดพลาด) ส่วน UDP ไม่มีการตรวจสอบใดๆ
- 🌿 TCP ถูกนำมาใช้เป็นฐานของโพรโทคอลในระดับ Application layer อย่างเช่น FTP, HTTP, Telnet
- 🌿 UDP ถูกนำมาใช้เป็นฐานของโพรโทคอลในระดับ Application layer อย่างเช่น DHCP, NTP และการสตรีมมีเดียต่างๆ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG  
PRESENTER

TODAY TOPIC IS  
TCP/IP