



Embedded Systems Programming on STM32 MCU

การโปรแกรมระบบสมองกลฝังตัวบน


ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32


Communication for Internet of Things

 Internet of Things (IoT) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

 อุปกรณ์ต่างๆ (โหนดต่างๆ) ของเซ็นเซอร์/แอคชูเอเตอร์ และคอมพิวเตอร์ต่างๆ เชื่อมต่อสื่อสารกันผ่านทางอินเทอร์เน็ต

 โพรโตคอลพื้นฐานคือ IP

 โพรโตคอลชั้นสูงขึ้นไปที่นิยมใช้กันเช่น TCP, UDP, HTTP, Websocket, MQTT

 ช่องทางการสื่อสารมีทั้งแบบมีสายและไร้สาย

 มีสายเช่น Ethernet, Point-to-point (PPP-Point-to-Point Protocol)

 ไร้สายเช่น Packet Radio , Zigbee, Lora, Bluetooth , Wi-Fi



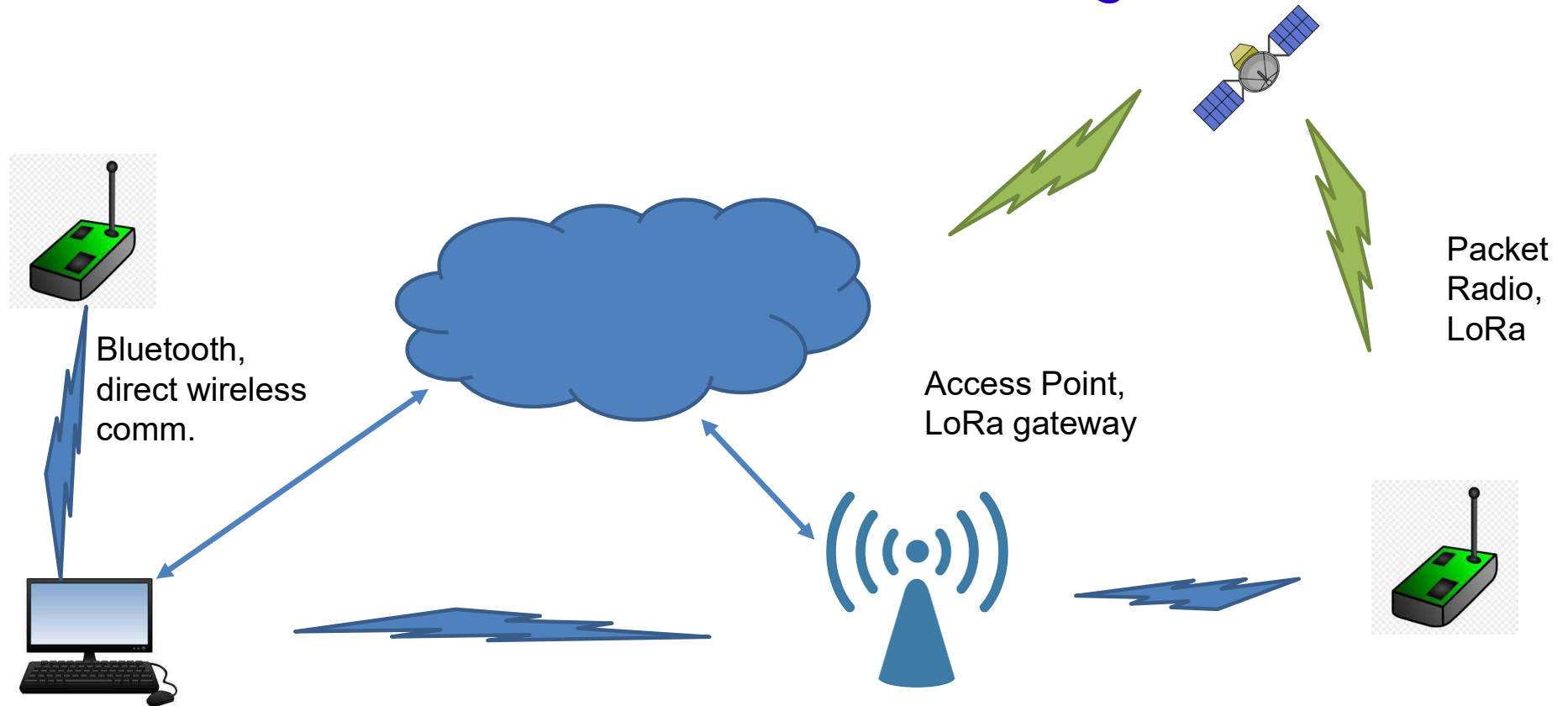
Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG

PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

Communication for Internet of Things



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

Simple Packet Communication

🌿 ลักษณะโดยทั่วไปของโครงสร้างแพ็กเก็ต

- 💡 ไบต์หัวและไบต์ลงท้าย (อาจประกอบไปด้วยหลายไบต์)
 - 🌈 ข้อมูลต่างๆ ประกอบรายละเอียดของตัวแพ็กเก็ต และจำแนกหน้าที่ของแพ็กเก็ต
- 💡 ความยาวรวมของแพ็กเก็ต (option)
- 💡 ขนาดของเพย์โหลด (อาจไม่จำเป็นถ้าเพย์โหลดมีขนาดคงที่)
- 💡 ตัวเพย์โหลด

0xAA	length	Payload	CRC	0x0D
------	--------	---------	-----	------

ตัวอย่างโครงสร้างแพ็กเก็ตที่ใช้ในปฏิบัติการ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

Bluetooth

🌿 IEEE 802.15.1-2002

🌿 ช่องทางการสื่อสารระยะสั้น

🌿 คลื่นความถี่ 2.402GHz – 2.48GHz

🌿 ลักษณะการเชื่อมต่อเรียกว่า Piconet

🌊 1 เน็ตประกอบไปด้วย 1 master(ผู้เริ่มเชื่อมต่อ) และสูงสุดถึง 7 slaves

🌿 นิยมใช้งานเพื่อ

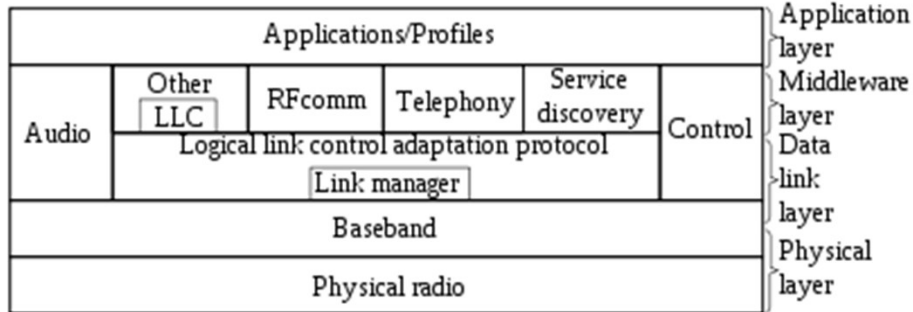
🌊 สื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์/สมาร์ทโฟน กับอุปกรณ์ต่อพ่วง

🌊 สื่อสารระหว่างรีโมท กับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ในบ้าน (เช่น กลอนประตู)

🌊 การส่งข้อมูลเสียง

🌿 มีการนำเอาโปรโตคอลอื่นร่วมเข้าไปใน protocol stack ของ Bluetooth เช่น

🌊 PPP, TCP/IP/UDP, OBEX (Object Exchange Protocol), WAE/WAP (wireless application environment/wireless application protocol)



Bluetooth®

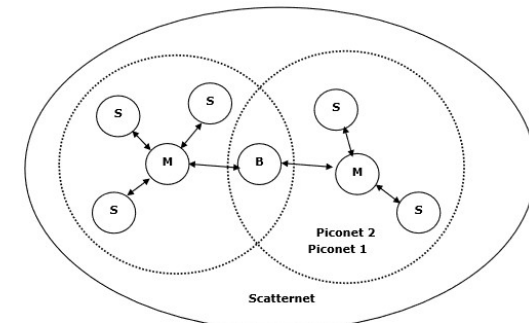


Figure: Piconets and Scatternets



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

Zigbee



🌿 IEEE 802.15.4

🌿 ช่องทางการสื่อสารระยะสั้น 10-100เมตรในระยะสายตา

🌿 คลื่นความถี่ 8685/915MHz (20-40kbps) และ 2450MHz(250kbps)

🌿 ลักษณะการเชื่อมต่อเป็น mesh

🔵 Coordinator (C) เป็นอุปกรณ์หลักของระบบ ทำหน้าที่จัดการ PAN (Personal Area Network)

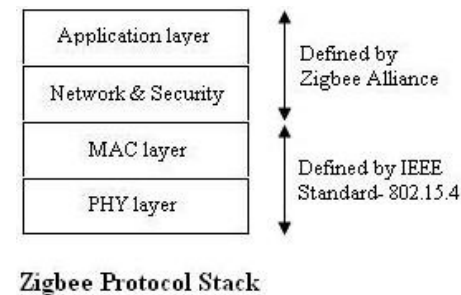
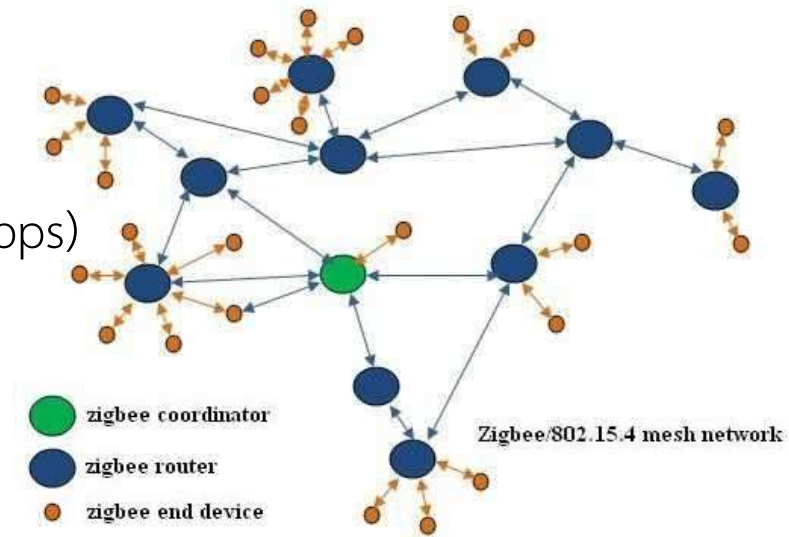
🌿 สามารถช่วยดูแลเรื่องการ route ข้อมูลภายในเครือข่าย

🌿 ทำงานตลอดเวลา

🔵 Router (R) จะต้องมียังอย่างน้อยหนึ่งตัวที่เชื่อมกับ C เพื่อให้ R และ E ตัวอื่น เชื่อมเข้าหากัน

🌿 ทำงานตลอดเวลา

🔵 End Devices (E) มักใช้พลังงานจากแบตเตอรี่และอาจ sleep เมื่อไม่มีการ รับส่งข้อมูล

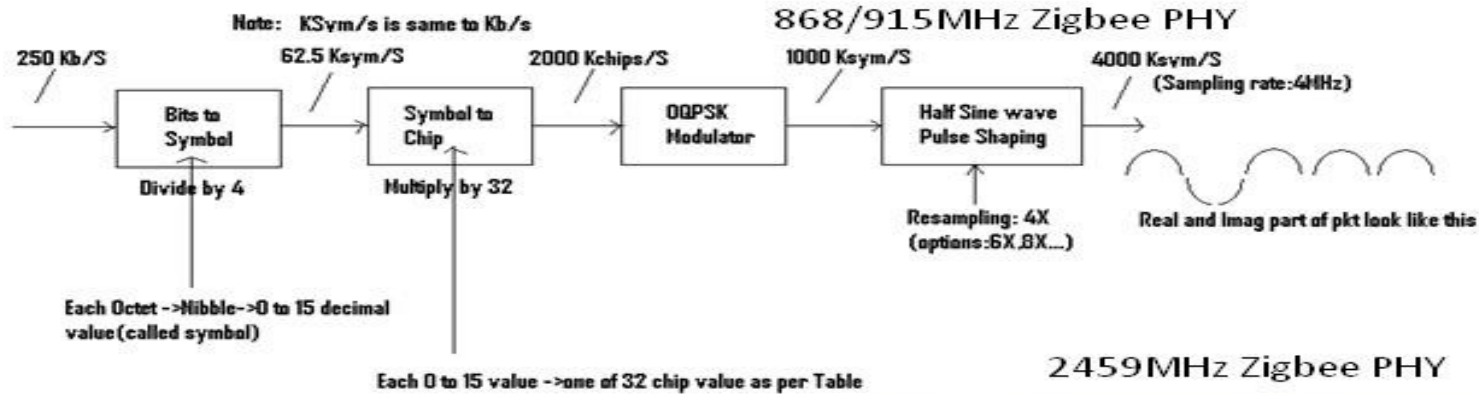
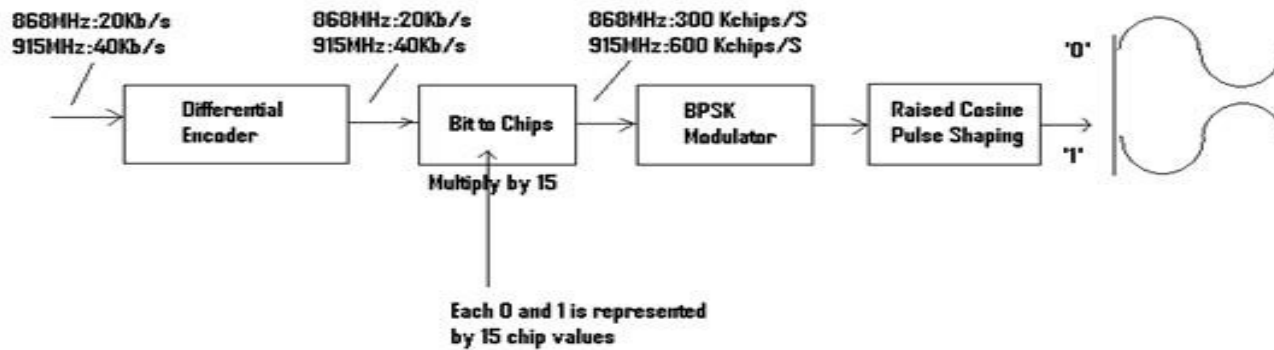


Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

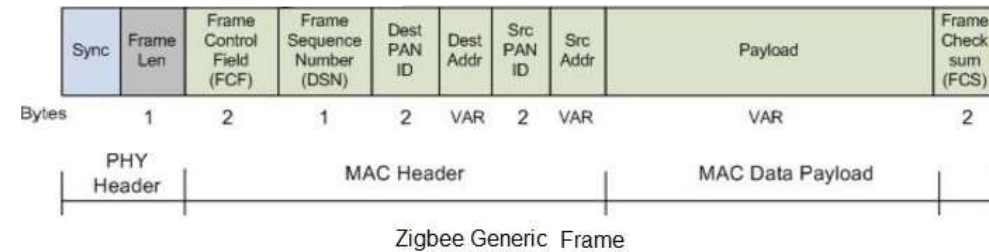
TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

Zigbee



2459MHz Zigbee PHY



Zigbee PHY Packet Structure

Octets:4	1	1	variable	
Preamble	SFD	Frame length(7 bits)	reserved(1 bit)	PSDU
SHR	PHR		PHY payload	



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG

PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

LoRa

🌿 ช่องทางการสื่อสารระยะไกล (อาจสูงได้ถึง 5กม.) ใช้คลื่นความถี่ต่ำ

🌿 คลื่นความถี่แล้วแต่ประเทศ

🌐 EU868 (863-873MHz) สหภาพยุโรป

🌐 AU915/AS923-1 (915-928MHz) อเมริกาใต้

🌐 US915 (902-928MHz) อเมริกาเหนือ

🌐 IN865 (865-867MHz) อินเดีย

🌐 AS923 (915-9258MHz) ทวีปเอเชีย

🌐 2.4GHz ไม่ขึ้นกับท้องถิ่น

🌿 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 0.3-2kbit/s

🌿 ขนาดแพ็กเก็ตข้อมูลเล็ก (เช่นไม่กี่สิบบิตถึง 2xx บิต)

🌿 ในไม่กี่ปีที่ผ่านมา เริ่มมีการทดลองนำเอา LoRa gateway ติดตั้งบนดาวเทียมเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บนภาคพื้นดินในที่ห่างไกล



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

LoRaWAN

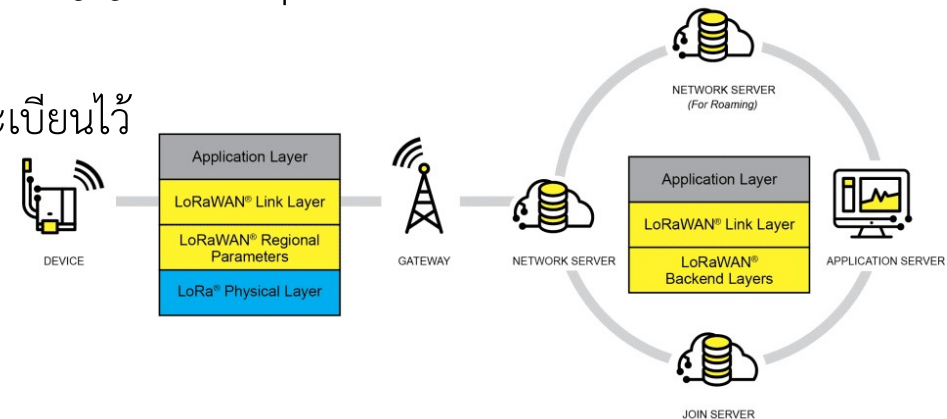
ระบบเครือข่ายที่ใช้ LoRa เป็นตัวรับส่งระหว่างอุปกรณ์กับ LoRa gateway

- Device อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อโดยใช้การสื่อสารแบบ LoRa กับเกตเวย์
- Gateway ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างอุปกรณ์กับระบบเครือข่ายปกติ
- Network server ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อระหว่าง Gateway กับอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายอื่นๆ
- Application server ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ Network server เพื่อจัดการเข้าถึงอุปกรณ์ (ซึ่งผ่านระบบเครือข่ายที่รองรับ LoRaWAN) สำหรับให้ผู้ใช้เข้าถึงอุปกรณ์ได้

เมื่อมีข้อมูลส่งออกจากอุปกรณ์ เกตเวย์ตัวใดตัวหนึ่งจะรับสัญญาณจากอุปกรณ์ และส่งให้กับ Network server

- server จัดการเฉพาะ ID ของ device และ gateway ที่ลงทะเบียนไว้

รองรับ AES encryption



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

LoRaWAN

🌿 ประเภท (class) ของ device

🌊 A-All

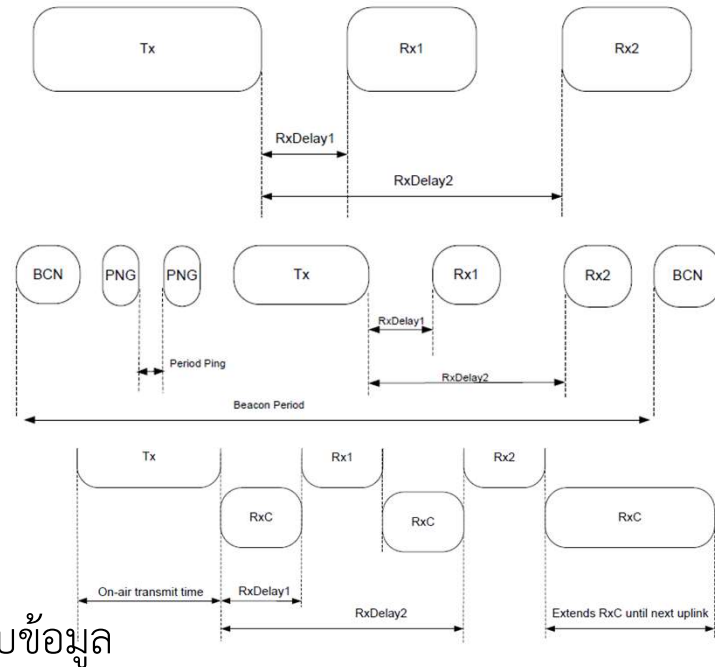
- 🌿 เซ็นเซอร์หรือแอ็กชูเอเตอร์ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ที่ไม่จำเป็นต้องรับส่งข้อมูลแบบทันเวลา
- 🌿 อุปกรณ์ทุกตัวจะต้องรองรับการทำงานในลักษณะนี้

🌊 B-Beacon

- 🌿 แอ็กชูเอเตอร์ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
- 🌿 ใช้การรับส่งที่ควบคุมการประหยัดพลังงาน โดยมีการควบคุมเวลาหน่วง (latency-controlled)
- 🌿 การส่งข้อมูลอาศัย time slot ที่ sync กับ network beacon

🌊 C-Continuous

- 🌿 ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟหลัก
- 🌿 อุปกรณ์ประเภทนี้จะรอรับข้อมูลตลอดเวลา จึงไม่มีเวลาหน่วงในการรับข้อมูล

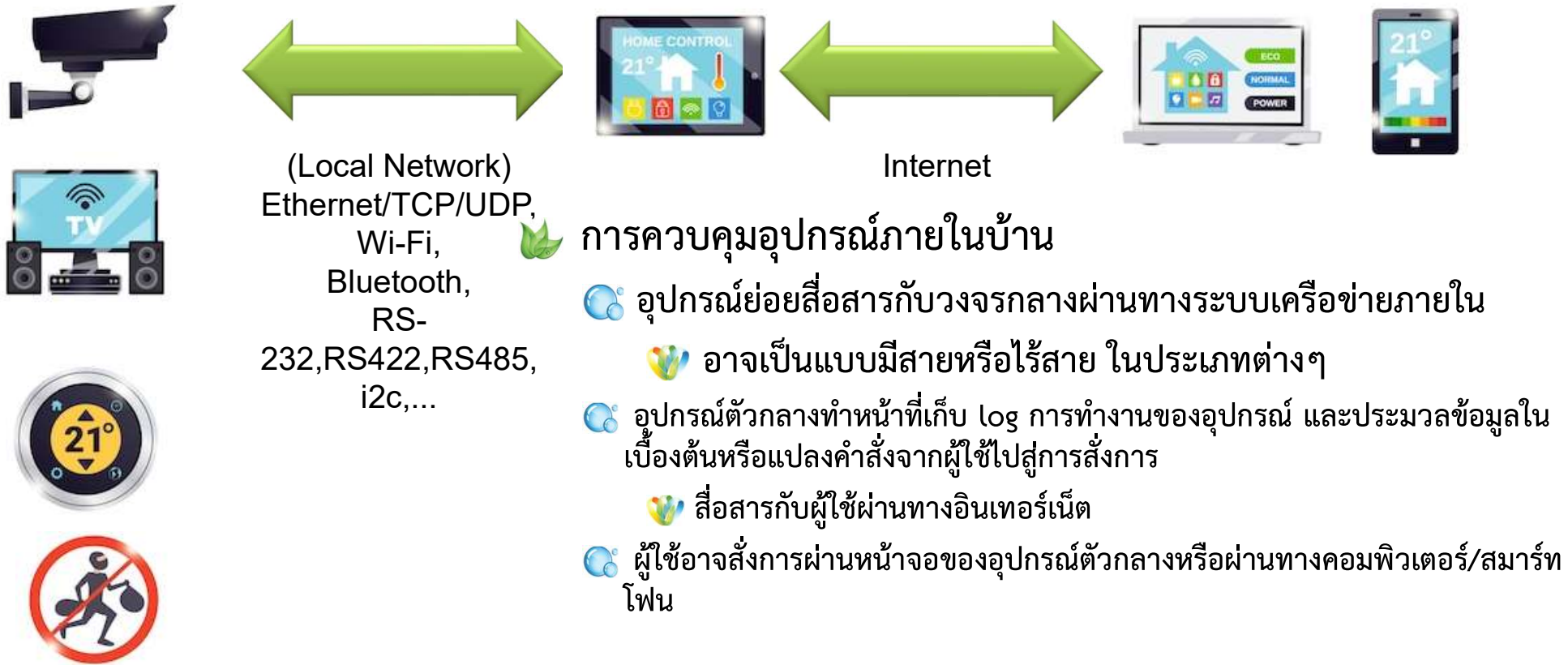


Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

ตัวอย่างลักษณะการเชื่อมต่อ IoT แบบต่างๆ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER






TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

ตัวอย่างลักษณะการเชื่อมต่อ IoT แบบต่างๆ



การจัดการข้อมูลของยานพาหนะ

-  รถยนต์ติดตั้งอุปกรณ์บอกตำแหน่ง (GPS) และระบบเครือข่ายสื่อสาร
 -  IP โดยทั่วไปจะเป็น private address ดังนั้นจึงต้องมีเซิร์ฟเวอร์ตัวกลางคอยจัดการ
-  เซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับรถยนต์
 -  ใช้ IP แบบ public IP ที่ต้องเริ่มต้นสื่อสารกับรถยนต์ก่อน
 -  อาจใช้โปรโตคอลที่หลากหลาย เช่น TCP/UDP หรือในระดับ application layer อย่าง HTTP, websocket หรืออื่นใด



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

ตัวอย่างลักษณะการเชื่อมต่อ IoT แบบต่างๆ



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics

ตัวอย่างลักษณะการเชื่อมต่อ IoT แบบต่างๆ



🌿 การจัดการปศุสัตว์

🔵 การตรวจสอบปศุสัตว์ในระยะไกล นิยมใช้ LF-RFID (Long range) โดยติด RFID tag ที่ตัวสัตว์

👤 ตรวจสอบโดยใช้เครื่องติดตั้งประจำที่ เช่นที่ประตู หรือใช้เครื่องเคลื่อนที่

🔵 ในกรณีระยะไกลอาจใช้ NB-IoT (Narrow band) หรือ LoRaWAN เป็นต้น

🔵 ผู้ปฏิบัติงานใช้อุปกรณ์ที่มี GPS อ่านข้อมูลประกอบเพื่อส่งกลับ base station

🔵 อาจมีการตั้งอุปกรณ์ส่งต่อสัญญาณในตำแหน่งต่างๆ เพื่อเพิ่มระยะ

👤 ตามจุดต่างๆ ภายในบริเวณท้องทุ่งที่เลี้ยง

👤 ใช้โดรน



Asst.Prof. Thanwa SRIPRAMONG
PRESENTER

TODAY TOPIC IS

Data Communication Basics