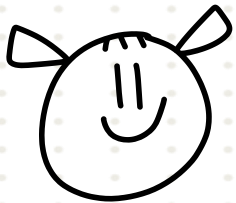


Introduction to Embedded System



คำนิยาม

ระบบฝังตัว คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์ไปติดตั้งไว้ในสิ่งของต่างๆ เพื่อให้สิ่งเหล่านั้นทำงานได้ตามความต้องการ



ตัวอย่างเช่น ไมโครเวฟเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการรับ

input คือ เวลา โหมด อุณหภูมิ

Output คือ มอเตอร์ เสียงเตือนความร้อน

คำนิยาม

- ★ Embedded System แปลว่า ระบบฝังตัวหรือระบบสมองกลฝังตัว
- ★ คือ ระบบประมวลผลที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) หรือชิป (chip) ขนาดจิ๋วที่ถูกติดตั้งหรือฝังไว้กับอุปกรณ์ผลิตภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ หรือแม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตเพื่อให้มีความฉลาดมากขึ้นสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ได้ด้วยโปรแกรมที่ฝังไว้ เช่น เครื่องซักผ้า ไมโครเวฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ
- ★ การโปรแกรมสามารถทำได้โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น C/C++ หรือ Python เป็นต้น
- ★ ระบบฝังตัวหรือสมองกลฝังตัว เป็นการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่น ชิป หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีหน้าที่ประมวลผล โดยนำไปติดตั้งยังอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความสามารถรองรับการทำงานที่มากขึ้น เช่น การนำไปฝังไว้ในหลอดไฟเพื่อให้สามารถสั่งการเปิด/ปิดหลอดไฟผ่านอินเทอร์เน็ตได้
- ★ ระบบฝังตัวสามารถนำไปติดตั้ง (ฝัง) ไว้กับสิ่งใดก็ได้แม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตเช่นมนุษย์และสัตว์เพื่อเก็บศึกษา เก็บข้อมูล หรือเพื่อการสื่อสารและสั่งการโดยทั่วไปแล้วระบบฝังตัวที่ติดตั้งบนสิ่งมีชีวิตและสิ่งของบางอย่างจะส่งข้อมูลแบบไร้สาย ซึ่งอาจมีการสั่งการผ่านโปรโตคอลไร้สาย เช่น Bluetooth, W-Fi, หรือระบบอินเทอร์เน็ต
- ★ ระบบฝังตัว คือ คอมพิวเตอร์ที่ถูกฝังหรือติดตั้งไว้ในสิ่งต่างๆ เพื่อให้สิ่งนั้นทำงานได้ตามที่ต้องการซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นงานเฉพาะด้าน



จิ๋ว, เล็กมาก Micro + Processor ตัวประมวลผล



★ คือ ตัวประมวลผลขนาดเล็กจิ๋ว

★ ทำหน้าที่เป็นเสมือนสมองกลคล้ายกับสมองของมนุษย์ที่จะมีความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์เพื่อให้งานได้อย่างสำเร็จลุล่วง มีหน้าที่คล้ายกับ CPU ในคอมพิวเตอร์แต่จะมีประสิทธิภาพและความเร็วน้อยกว่าอีกทั้งยังมีขนาดเล็กกว่า

ระบบคืออะไร ?

★ คือ การทำงานของสิ่งต่างๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันเพื่อบรรลุเป้าหมาย

★ มี 2 ประเภท คือ non-computerized system, computerized system



Non-computerized system

- ☀ คือ ระบบการทำงานที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบดิจิทัล
- ☀ เช่น การเรียนการสอนในห้องเรียนที่ใช้กระดานดำและชอล์ค, การซื้อของโดยใช้เงินสดจ่ายเป็นต้น

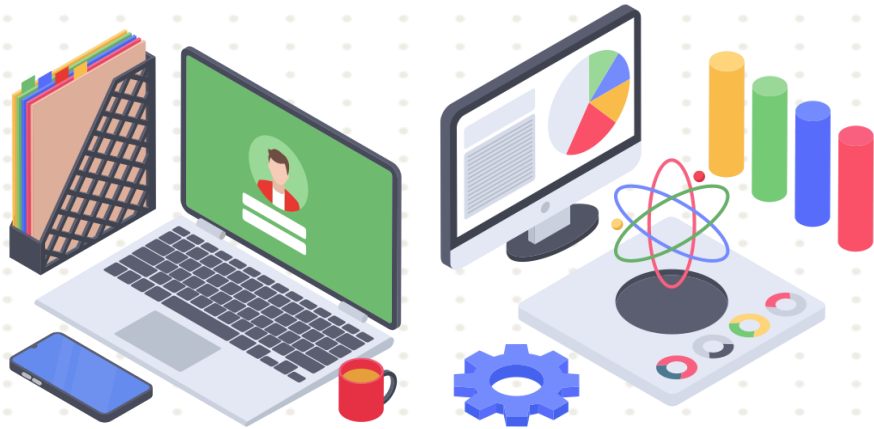
Computerized system หรือ computer system

- ☀ คือ ระบบการทำงานใดๆ ที่มีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของระบบ
- ☀ เช่น การเรียนการสอนออนไลน์ในทีม, ชักผ้าด้วยเครื่องชักผ้า
- ☀ ระบบฝังตัว คือ ระบบที่ถูกฝังไว้ในสิ่งต่างๆ เพื่อให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ
- ☀ ระบบฝังตัว คือ **คอมพิวเตอร์** ที่ถูกฝังไว้ในสิ่งต่างๆ เพื่อให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ



Computer System

☀ แบ่งได้ 2 ประเภทย่อย



☀ General Purpose Computer

คือ คอมพิวเตอร์สำหรับทำงานทั่วไป
เช่น PC, Laptop ใช้ดูหนัง เล่นเกมส์



☀ Special Purpose Computer

คือ คอมพิวเตอร์ที่ทำงานเฉพาะทางถูกออกแบบ
ให้สามารถเฉพาะด้านนั้นๆ เช่น เครื่องคิดเลข
ไมโครเวฟ



ลักษณะเฉพาะของระบบสมองกลฝังตัว

- ☀ ด้วยระบบฝังตัวจะมีการทำงานคล้ายกับคอมพิวเตอร์ คือ หน่วยประมวลผล หน่วยความจำและมีหน่วย/ส่งออกข้อมูล (input/output : I/O) ทำหน้าที่ในการรับค่าต่างๆ เช่น ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หรือจากผู้ใช้ เช่นระบบเปิด/ปิดไฟผ่าน โทรศัพท์มือถือ
- ☀ หลังจากนั้นจะส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลซึ่งความเร็วในการประมวลผลขึ้นอยู่กับความเร็วและขนาดของหน่วยความจำ
- ☀ หลังจากนั้นจะทำการส่งผลลัพธ์ไปยังหน่วยแสดงผล กระบวนการทั้งหมดจะรวมอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวซึ่งจะเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller)

ความแตกต่างระหว่างระบบฝังตัวกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป



Computer คืออะไร?

- ☀ มี 3 ส่วนประกอบหลักๆ คือ processor, memory, components & peripherals (I/O)
- ☀ เช่น smart phone, tablet, game console, smart TV, laptop, PC

< General Purpose PC >

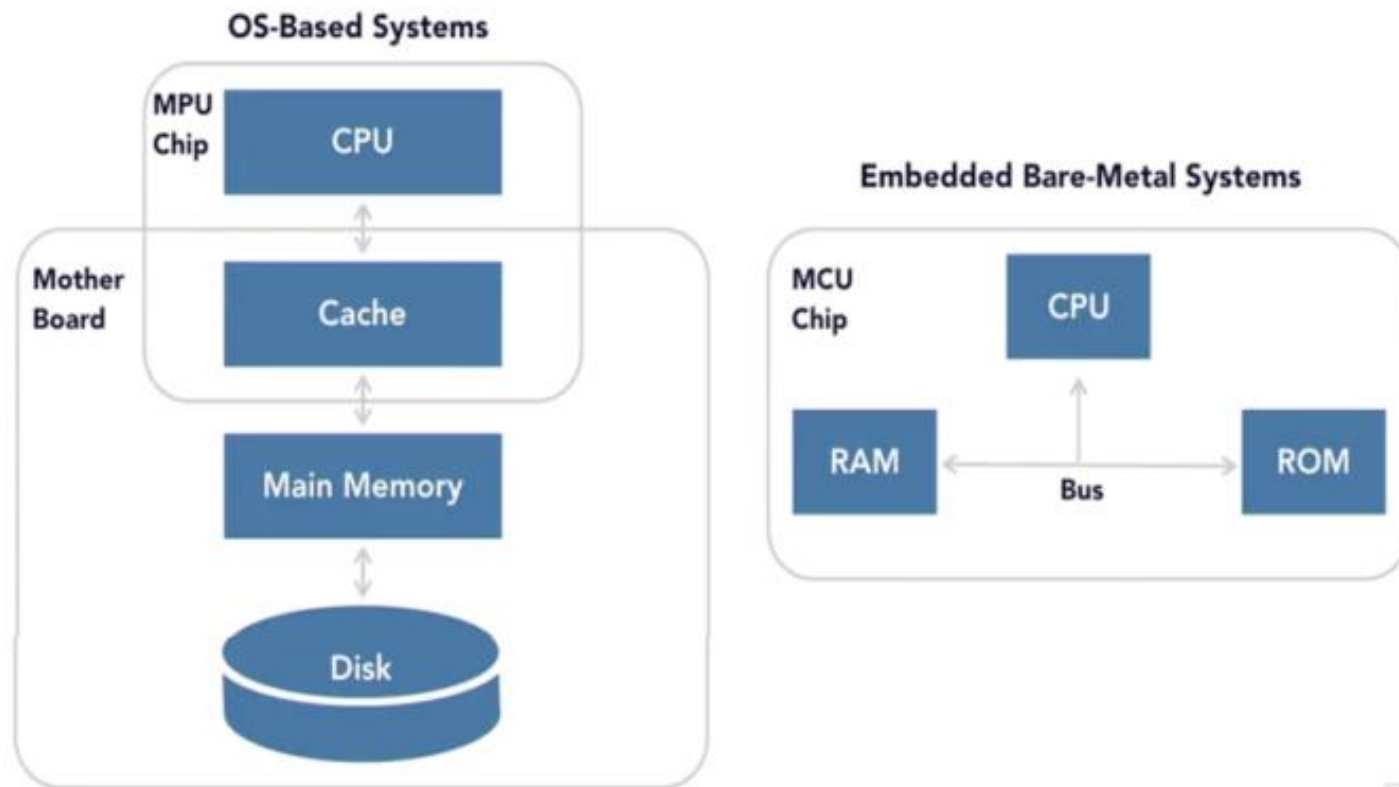


< Embedded System >



ความแตกต่างทางด้านสถาปัตยกรรมของระบบทั้ง 2

- ☀ ระบบฝังตัวจะมีความซับซ้อนน้อยกว่าเนื่องจากเป็นระบบที่มีการทพงานเฉพาะด้านและมีขั้นตอนการทำงานที่ไม่
- ☀ ซับซ้อนเมื่อเทียบกับ pc ที่มีระบบปฏิบัติการที่รองรับการทำงานแบบ multi-tasking มีการประมวลผลกราฟิกมีการจัดการ I/O ที่มีความหลากหลายอีกทั้งยังต้องการการประมวลผลในระดับสูง



ความแตกต่างทางด้านสถาปัตยกรรมของระบบทั้ง 2

☀ จากภาพจะเห็นว่า CPU จะต้องการหน่วยความจำช่วย (cache) เนื่องจากลักษณะการทำงานของ PC จะเป็นการทำงานแบบ multi-tasking และผู้ใช้ยังมีการเรียกใช้งานเดิมซ้ำๆ ในขณะที่ตัวเครื่องต้องตอบสนองอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ PC ต้องการ hard disk ในการเก็บข้อมูลที่มีปริมาณมาก ในขณะที่ระบบฝังตัวแทบจะไม่มีควมจำเป็นใจในการเก็บข้อมูลเลยหรือหากมีการใช้งานก็จะสามารถนำไปใส่ไว้ใน ROM ที่มีขนาดเล็กหรือส่งขึ้นระบบฐานข้อมูลด้วยระบบ cloud



อะไรคือสิ่งต่างๆ

- ☀ ระบบฝังตัวสามารถถูกติดตั้งไว้ได้กับทุกสิ่ง ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต
- ☀ กล่าวคือระบบฝังตัวสามารถถูกติดตั้งไว้กับ มนุษย์ สัตว์ ยานพาหนะ อุปกรณ์เครื่องใช้ ผ้า màn ดิน เสื้อผ้า เครื่องบิน แก้ว อากาศ น้ำ อื่นๆ (ทุกสิ่งทุกอย่าง)
- ☀ ระบบฝังตัวที่ติดตั้งในสัตว์หรือโดยเฉพาะมนุษย์นั้นจะมีข้อจำกัดค่อนข้างมากและมีประเด็นที่ต้องพิจารณา เช่น จริยธรรมการทดลองในสิ่งมีชีวิตและข้อจำกัดทางกฎหมาย ความยินยอม เป็นต้น
- ☀ Embedded = put inside, placed inside, implanted แปลว่า ฝัง, ติดตั้ง ใส่ไว้ด้านใน ตรึงไว้



การจำแนกประเภทของระบบฝังตัว

1. Real-time embedded systems
2. Standalone embedded systems
3. Networked embedded systems
4. Mobile embedded systems
5. Embedded subsystems



Real-time embedded systems

- ☀ คือ ระบบที่ต้องการการตอบสนองอย่างทันท่วงทีที่ต้องตอบสนองและทำงานได้ตามที่ต้องการ
- ☀ สิ่งที่สำคัญที่สุดของ real-time คือ output ซึ่งต้องแสดงผลลัพท์ออกมาโดยปราศจาก delay หรือทำงานได้ตามที่คาดหวังโดยไม่มีข้อผิดพลาด เช่น รถยนต์อัตโนมัติหรือระบบบินต่อสู้อากาศยาน
- ☀ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ
 1. soft real-time embedded systems สามารถยอมให้มี delay เพียงเล็กน้อยได้ เช่น weather station
 2. hard real-time embedded systems ไม่อนุญาตให้มี delay หรือหน่วงเวลาเนื่องจากการทำงานจะเป็นการทำงานที่ต้องการความแม่นยำในการประมวลผลและตอบสนองที่สูงและการทำงานต้องเป็นไปอย่างเที่ยงตรง เช่น ระบบจีปนาวิธ รถยนต์อัตโนมัติ



Standalone embedded systems

- ☀ สามารถทำงานได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาระบบอื่น หมายถึง ไม่ต้องการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ สามารถประมวลผลและแสดงผลได้ด้วยตัวเอง
- ☀ บางระบบจะมีการเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอกในกรณีที่ต้องการบรรลุวัตถุประสงค์
- ☀ เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิทัลสามารถทำงานได้ด้วยตนเองซึ่งถือเป็น standalone แต่เมื่อต้องการโอนรูปถ่ายโอนรูปภาพไปยัง PC จำเป็นที่จะต้องใส่สายสัญญาณ เช่น USB



Networked embedded systems

- ☀ โดยปกติแล้วจะต้องเชื่อมต่อไปยังระบบภายนอกจึงจะสามารถทำงานได้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หลักและในขณะทำงานจะต้องเชื่อมต่อตลอดเวลา เช่น กล้องวงจรปิดที่จะต้องเชื่อมต่อไปยังตัวบันทึก, ATM ที่ต้องเชื่อมต่อ server, Smart home
- ☀ โดยปกติแล้วจะเป็น network หรือ standalone จะขึ้นอยู่กับการทำงานถ้ามีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายเพื่อควบคุมหรือแสดงผลผ่านแอปจะเป็น network และถือว่าเป็น IOT แต่ถ้าระบบมีการทำงานด้วยตนเองไม่ต้องเชื่อมต่อเครือข่าย เช่น ผ้าฆ่าเชื้ออัตโนมัติเปิดปิดเองด้วยเซนเซอร์วัดแสงจะถือว่าไม่เป็น network เพราะไม่ใช่อินเทอร์เน็ต

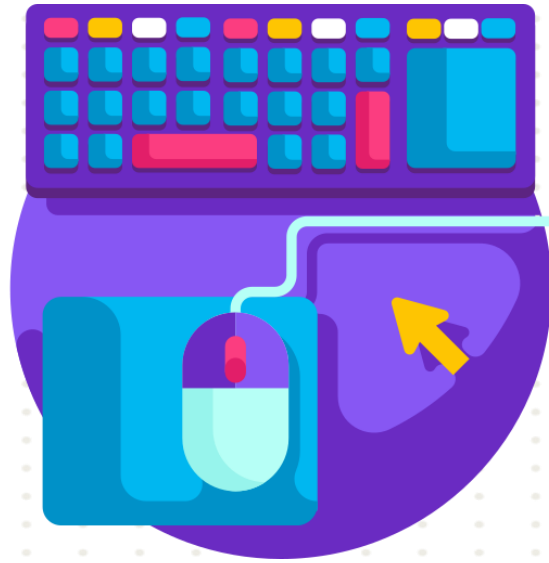


Mobile embedded systems

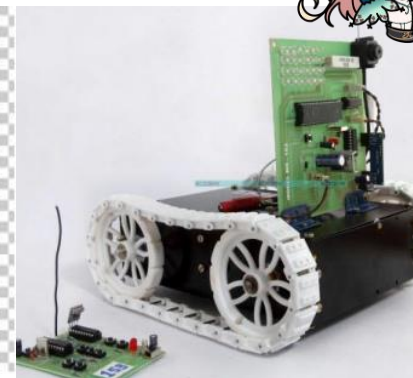
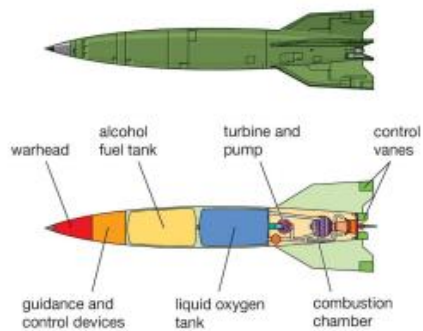
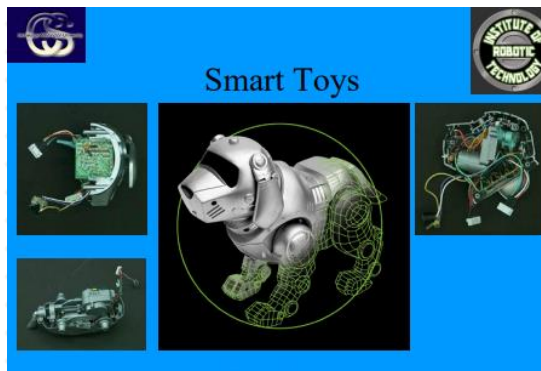
- ★ ระบบฝังตัวแบบเคลื่อนที่ที่โดยปกติจะมีขนาดเล็ก พกพาได้โดยส่วนใหญ่จะทำงานได้ด้วยตนเองถือว่าเป็น standalone แต่ไม่ใช่ทุกระบบจะเป็น เช่น smart phone
- ★ กล้องดิจิทัล, เครื่องคิดเลข, อุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์ แท็บเล็ตถือว่าเป็นระบบฝังตัวแบบเคลื่อนที่ เชื่อมต่อลักษณะของการใช้งานสามารถพกพาไปยังที่ต่างๆ ได้และมีลักษณะการทำงานแบบ standalone หรือ network ก็ได้
- ★ ข้อสังเกต : อุปกรณ์พกพาจำพวก smartphone หรือแท็บเล็ตในบางตำราอาจจัดให้เป็น PC เนื่องจากสามารถใช้งานได้อย่างหลากหลายคล้ายคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เหล่านี้กำลังมาทดแทน PC โดยส่วนแบ่งการตลาดระหว่าง smart phone กับ PC นั้นกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเนื่องจากปัจจุบันสามารถทำงานบน smart phone แทน PC ได้หลายอย่างเช่น ดูหนัง ฟังเพลง ทำกราฟิกก็สามารถทำให้เสร็จสิ้นได้บน smartphone เครื่องเดียวและทำงานอย่างอื่นที่ PC ทำไม่ได้ เช่น GPS
ดังนั้น smartphone จึงมีความใกล้เคียง PC มากกว่าที่จะเป็น embedded systems แต่ก็ถือเป็นระบบฝังตัว

Embedded systems

- ☀ คือ ระบบฝังตัวรองที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบอื่นซึ่งต้องการเชื่อมต่อไปยังระบบหลักจึงจะสามารถบรรลุเป้าหมาย
- ☀ การทำงานหลักได้ เช่น ระบบกล้องวงจรปิด, เม้าส์, คีย์บอร์ด gaming ที่มีฟังก์ชันการปรับแสงสีในตัวโดยไม่ต้องพึ่งพา PC สามารถตั้งค่าในตัวเองแต่ถ้าไม่เชื่อมต่อกับ PC จะถือว่าไม่สามารถใช้งานฟังก์ชันหลักที่เป็นแป้นพิมพ์ได้



ตัวอย่าง



ขนส่ง, logistic, ยานพาหนะ, เครื่องมือแพทย์