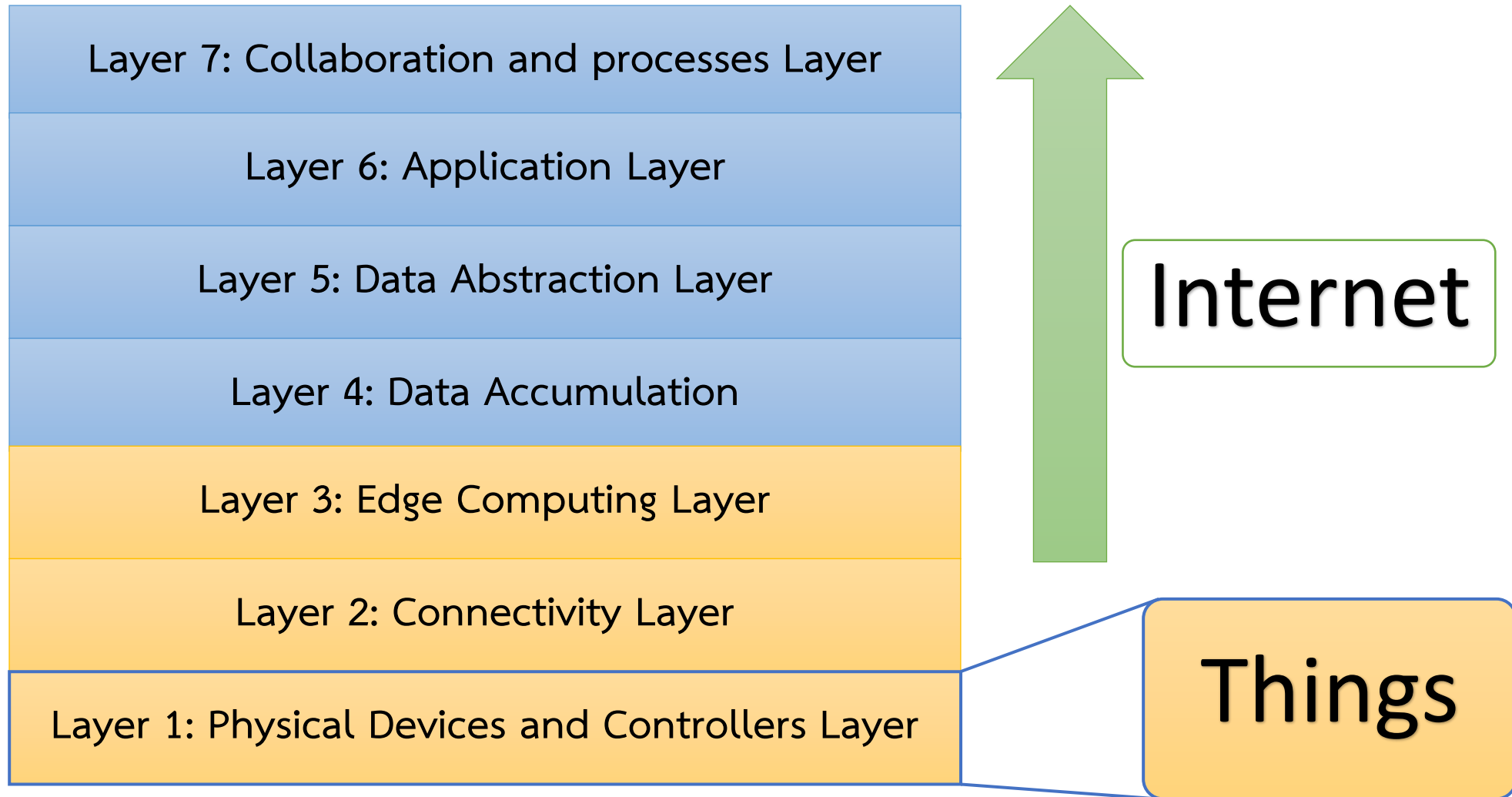
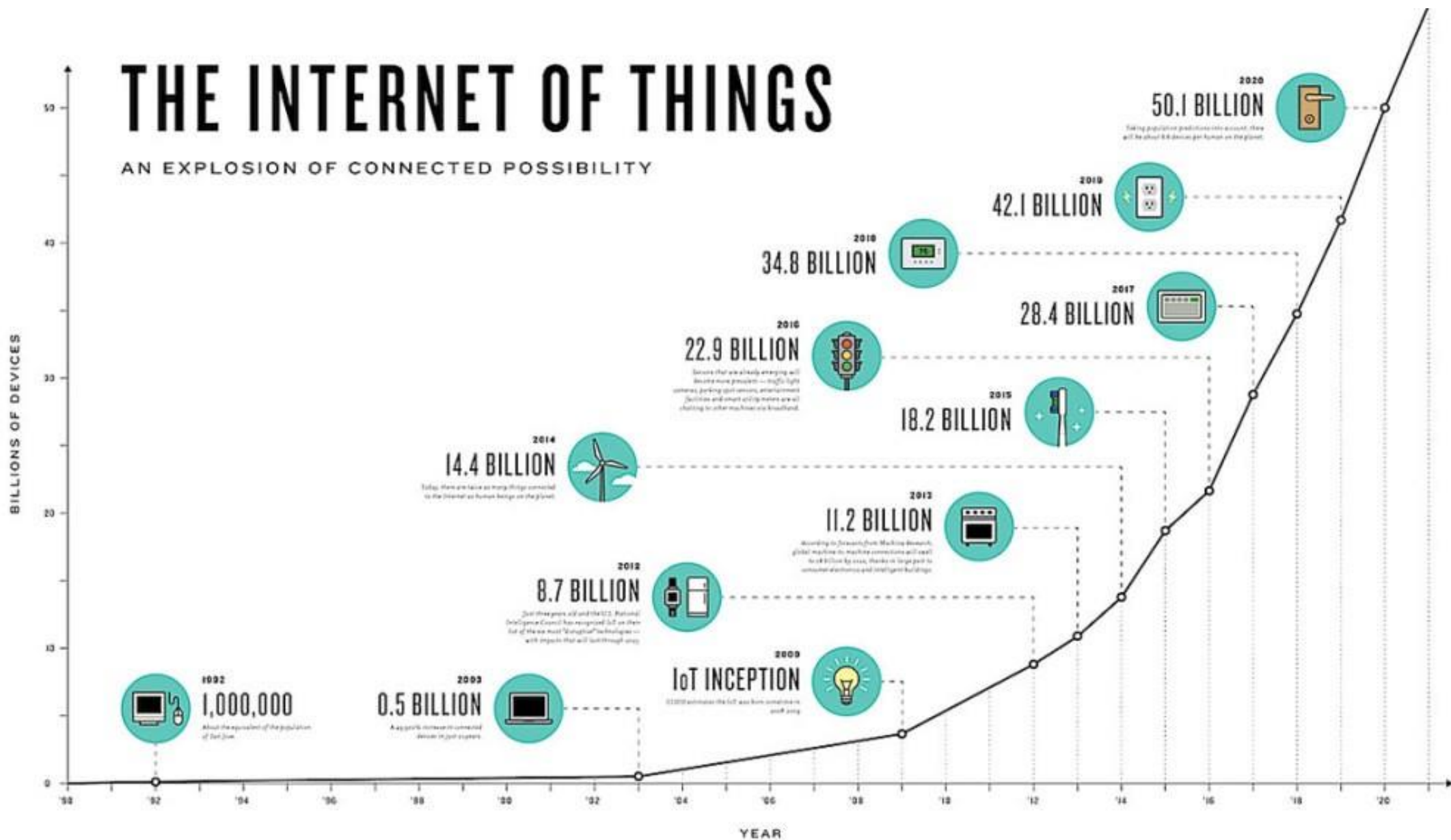


หน่วยที่ 2

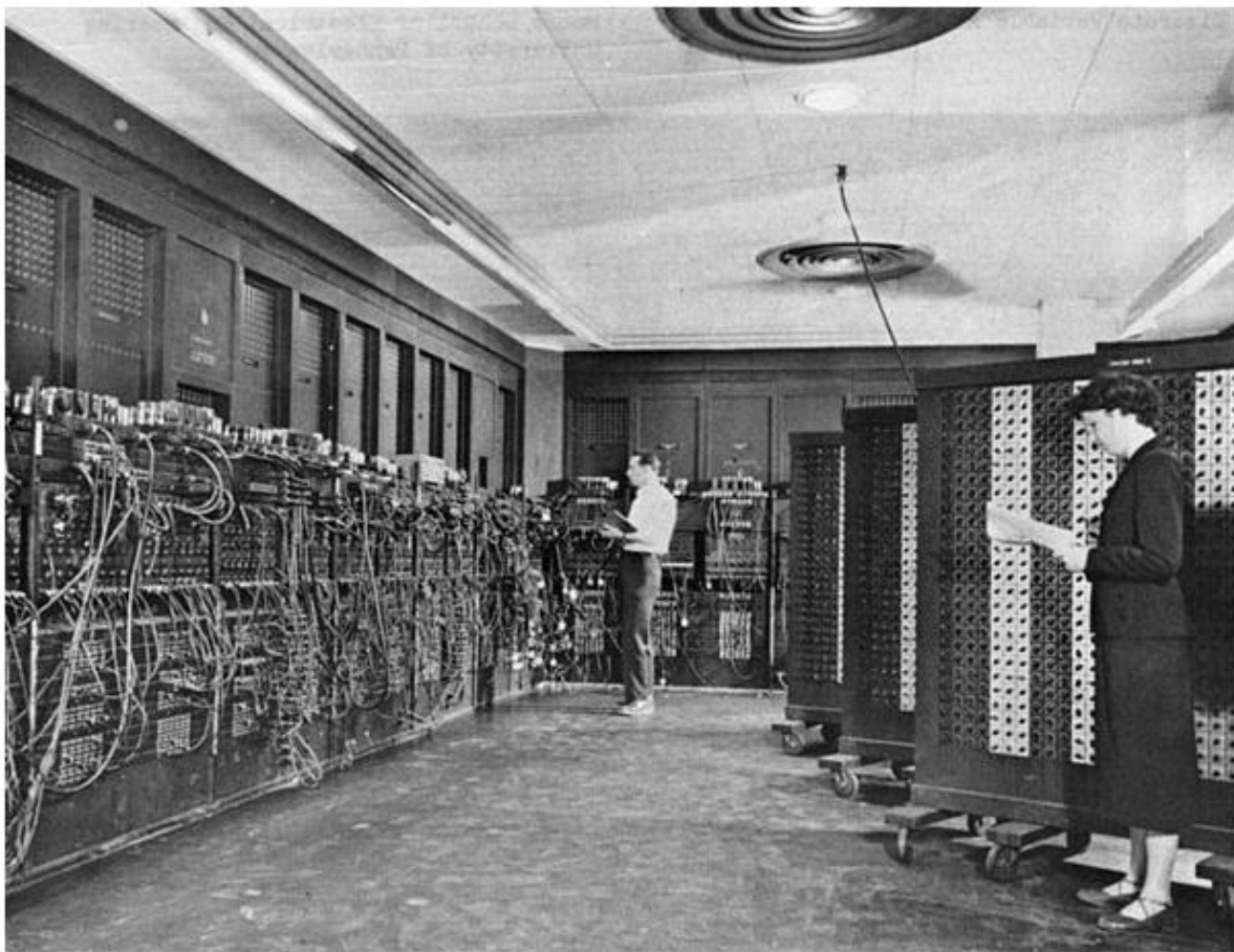
Fundamental of Microcontroller for IoT Devices

สถาปัตยกรรม IoT





Computer



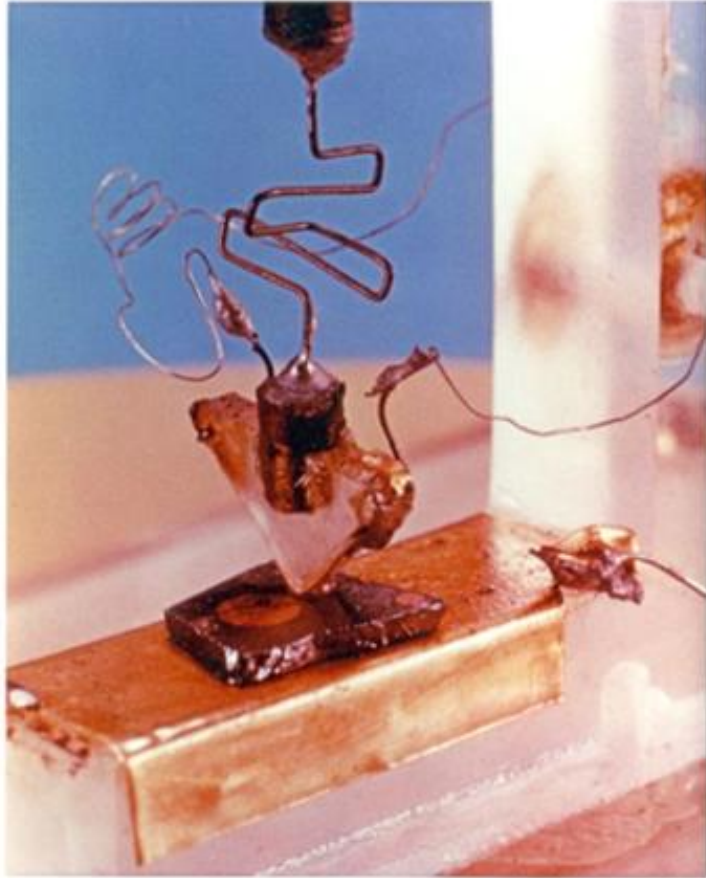
ENIAC

- เริ่มดำเนินการสร้างในปี 1943
- แล้วเสร็จปี 1946
- ใช้หลอดสุญญากาศ
- ยังไม่มีการประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์
ที่ใช้งานได้จริงจนกระทั่ง 1947

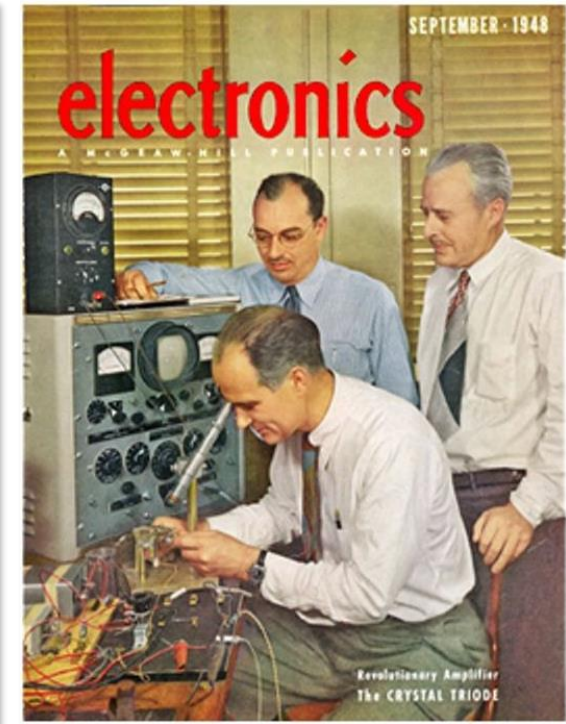
<https://www.computerhope.com/jargon/e/eniac.htm>

The picture is a public domain U.S. Army photo of the ENIAC. The wires, switches, and components are all part of the ENIAC with two of the team of operators helping run the machine. The ENIAC is now being displayed at the [Smithsonian Institution](#) in Washington D.C. In 1996, the U.S. Postal Services released a new stamp commemorating the 50th birthday of the ENIAC.

JOHN BARDEEN & WALTER BRATTAIN ACHIEVE TRANSISTOR ACTION IN A GERMANIUM POINT-CONTACT DEVICE IN DECEMBER 1947.



Encouraged by Executive Vice President Mervin Kelly, William Shockley returned from wartime assignments in early 1945 to begin organizing a solid-state physics group at Bell Labs. Among other things, this group pursued research on semiconductor replacements for unreliable vacuum tubes and electromechanical switches then used in the Bell Telephone System. That April he conceived a "field-effect" amplifier and switch based on the germanium and silicon technology developed during the war, but it failed to work as intended. A year



1 cm



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

The first transistor

developed at Bell Labs 1947 by
John Bardeen, Walter Brattain and
William Shockley.

Nobel prize in physics, 1956

material:

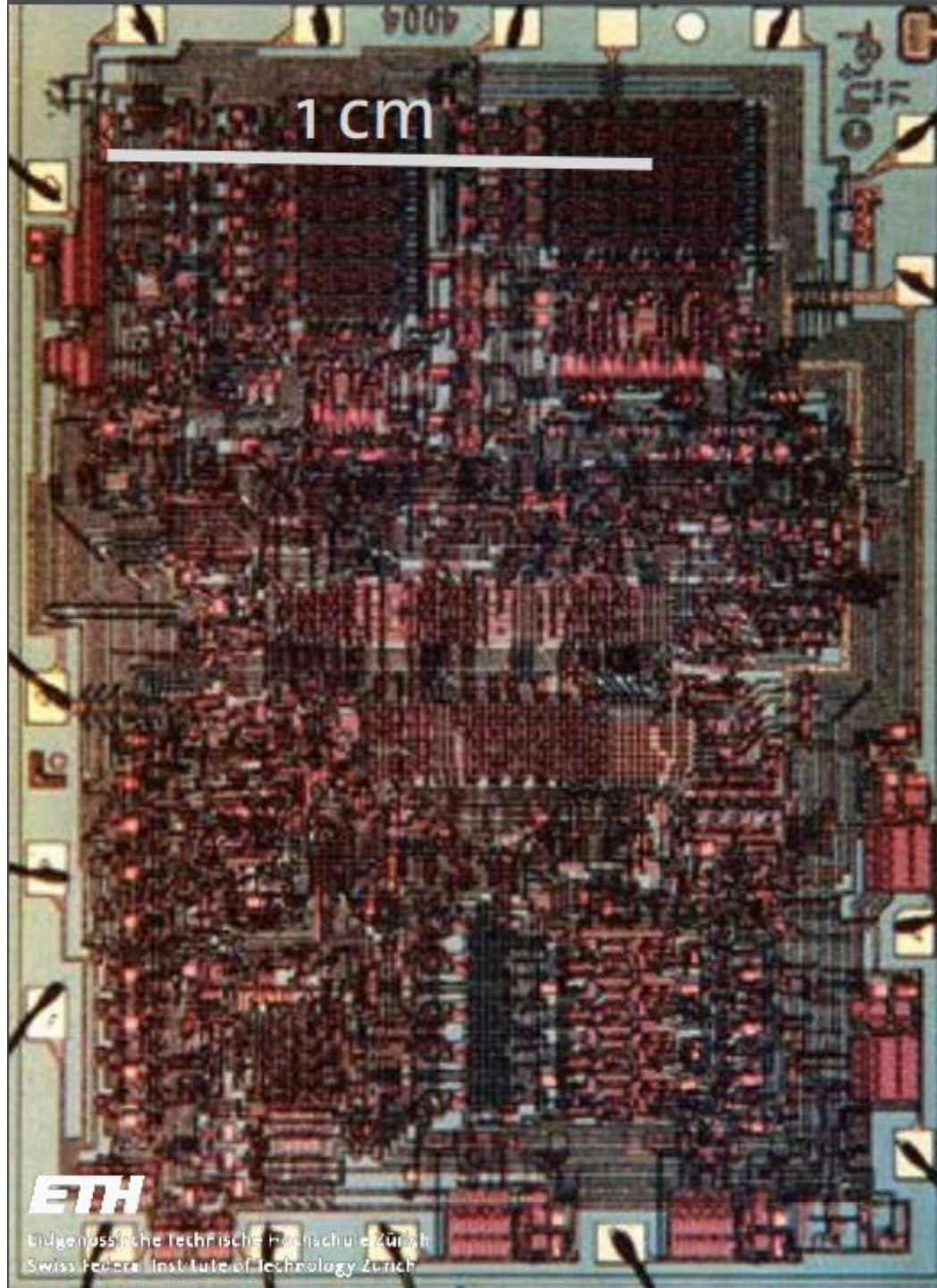
- semiconductor

clock rate:

- 1 Hz

dimensions:

- 1 cm



First Intel Processor

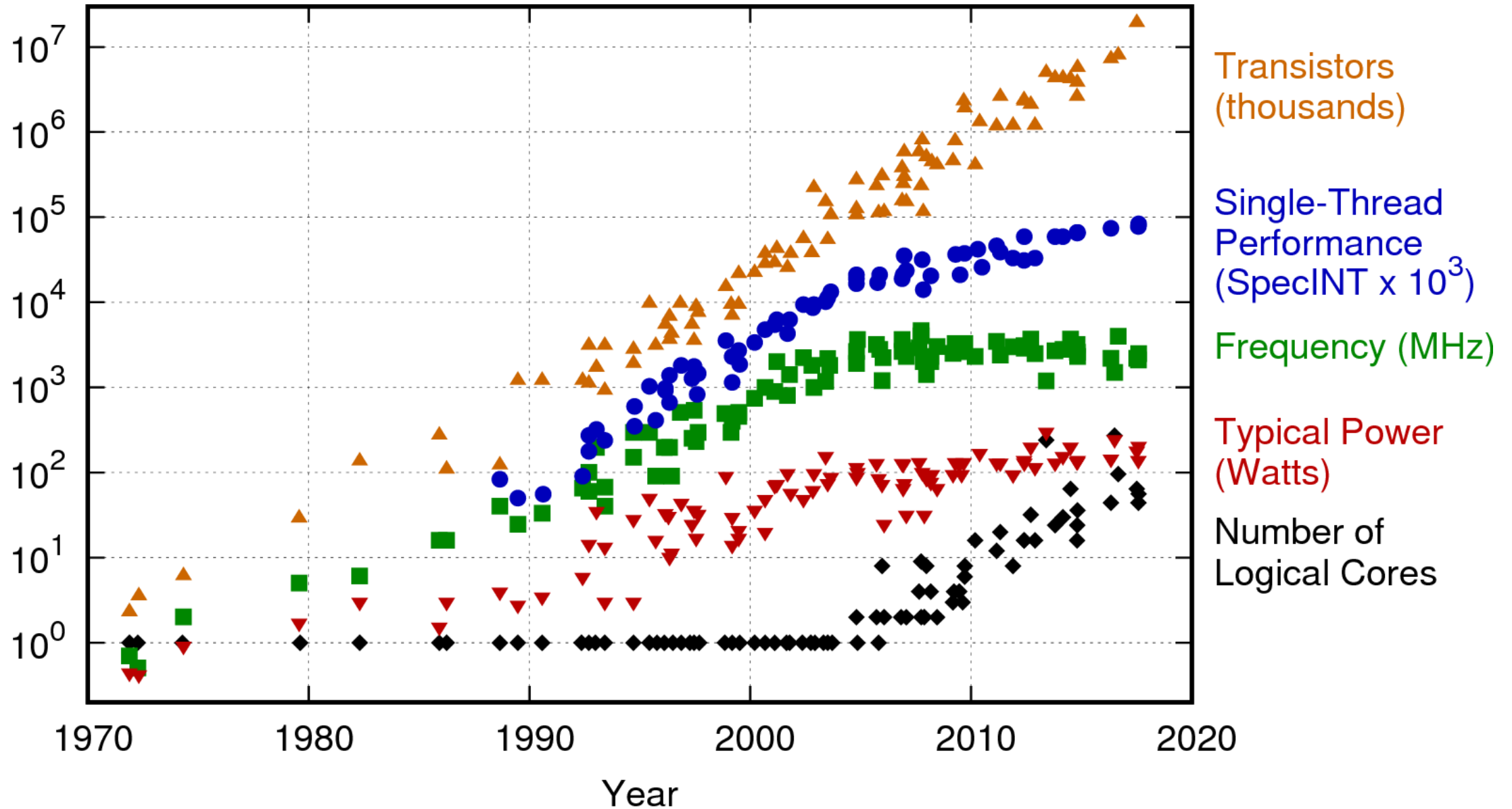
Intel 4004, 1971

- 2000 transistors
- 60 kHz
- $10.000\text{ nm} = 0,001\text{ cm}$

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

42 Years of Microprocessor Trend Data



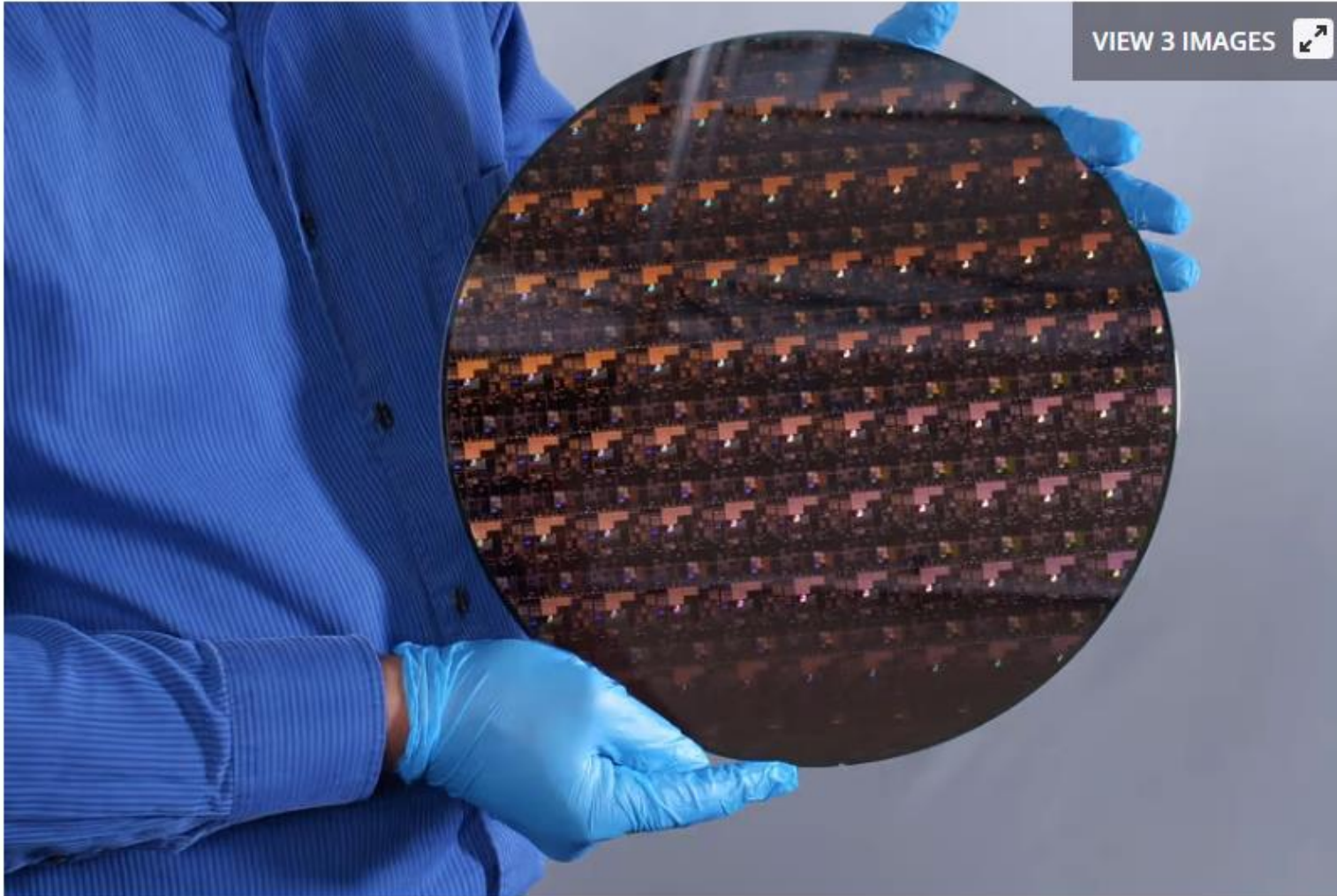
Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten
New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

IBM's new 2-nm chips have transistors smaller than a strand of DNA

By Michael Irving
May 06, 2021



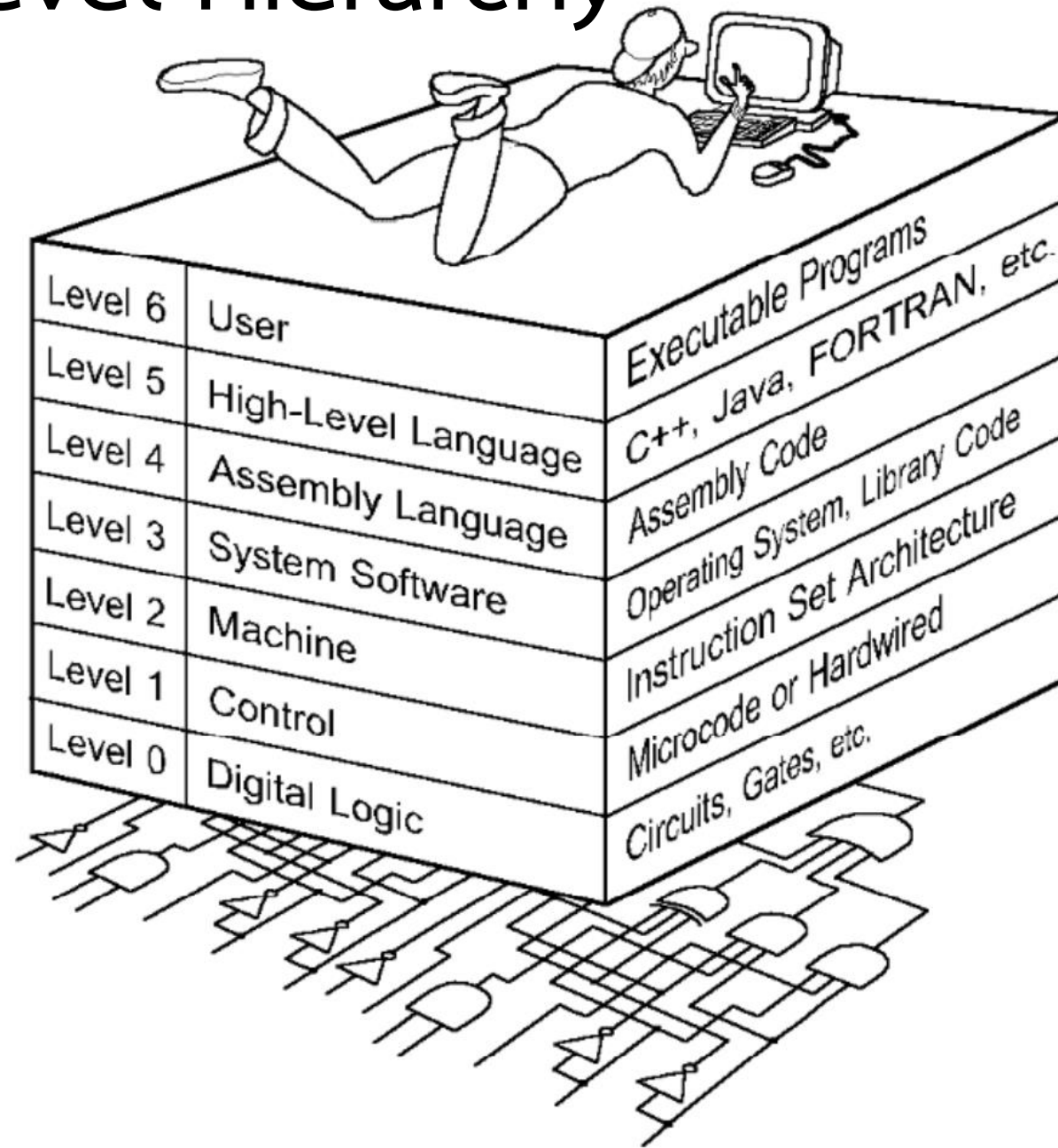
VIEW 3 IMAGES 



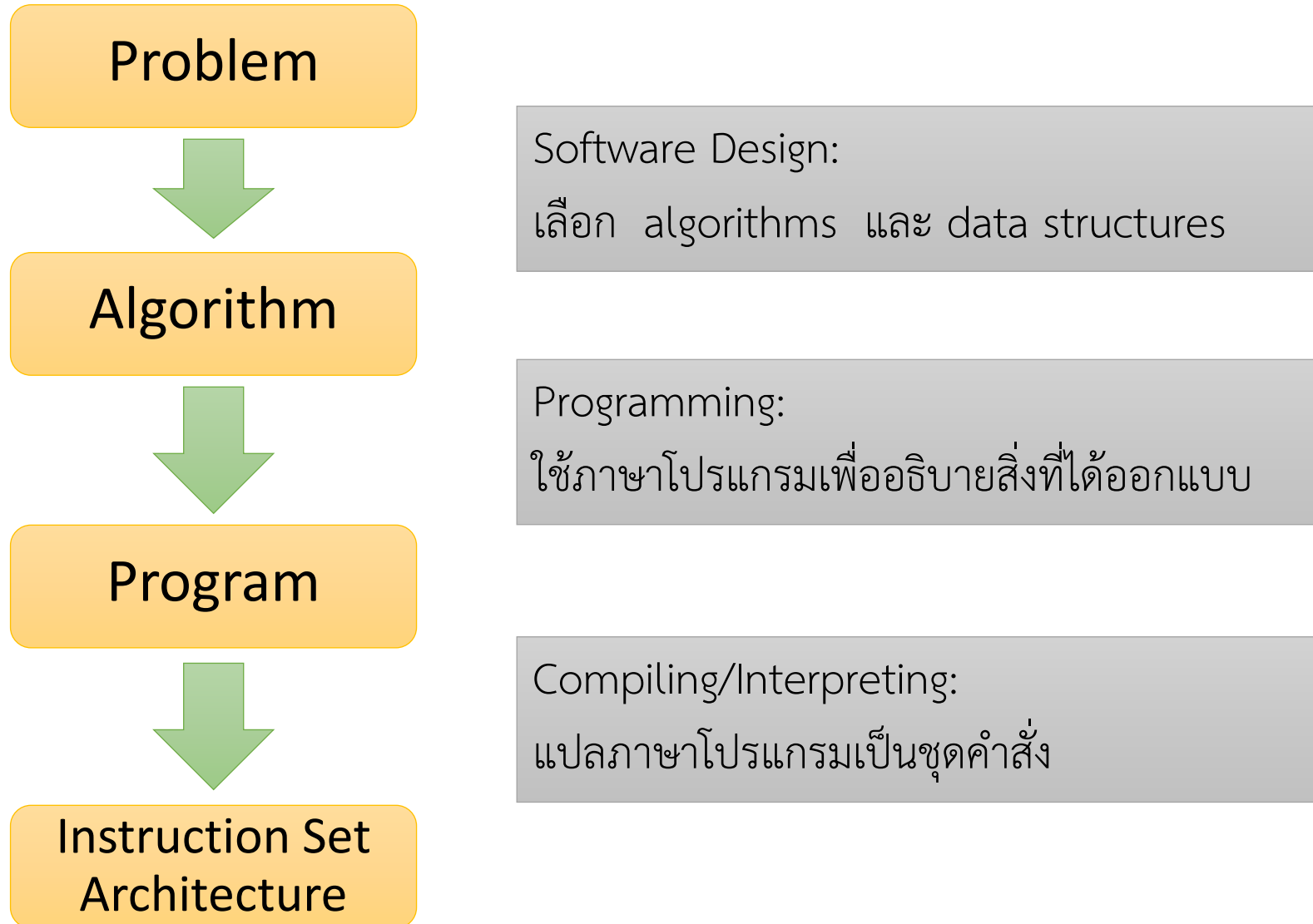
IBM has unveiled the world's first 2-nm chips IBM

Computer organization

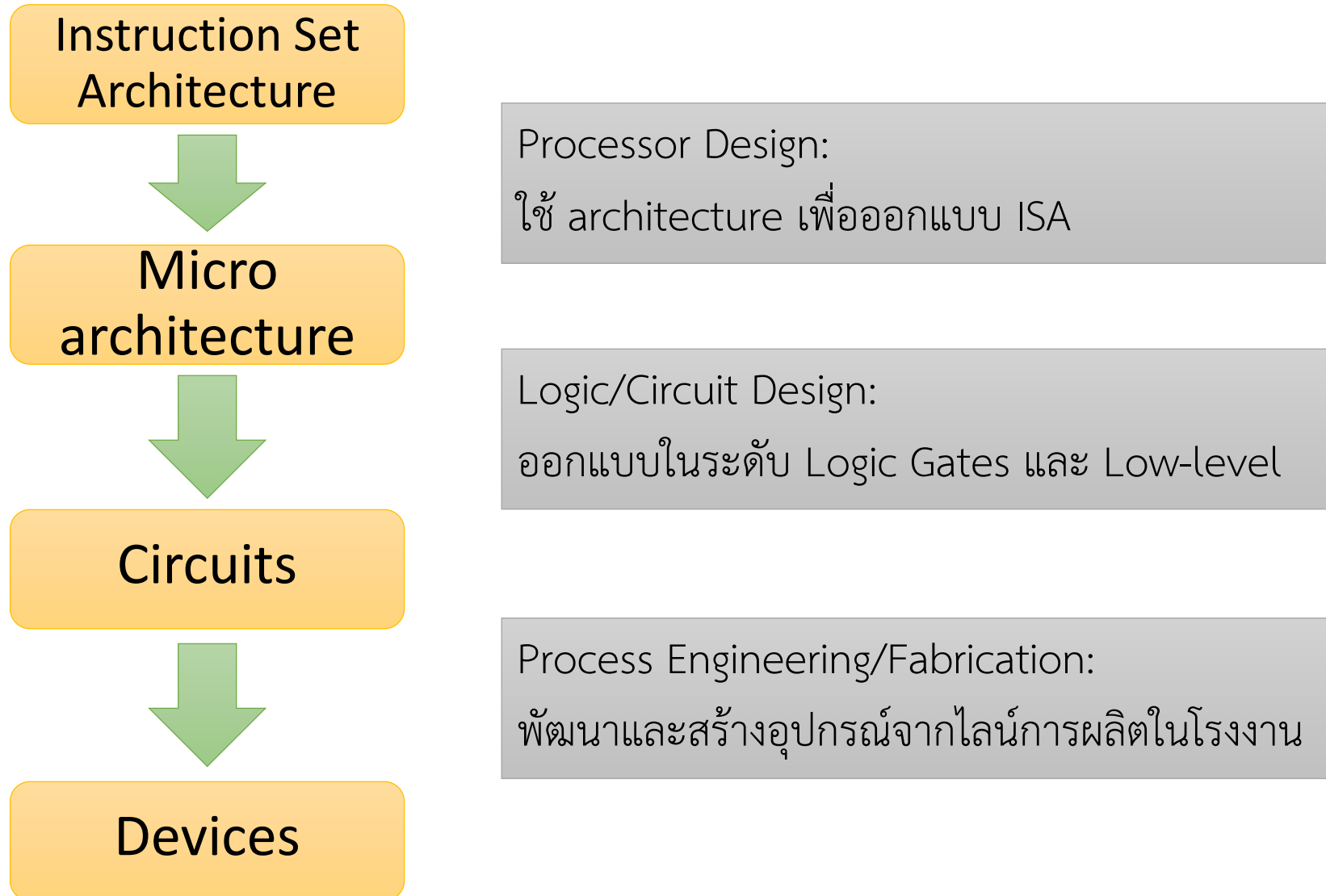
Computer Level Hierarchy



การแก้ปัญหาด้วย Computer



การแก้ปัญหาด้วย Computer



ในทางทฤษฎี คอมพิวเตอร์ สามารถคำนวณทุกสิ่งที่สามารถเขียนเป็นโปรแกรมได้

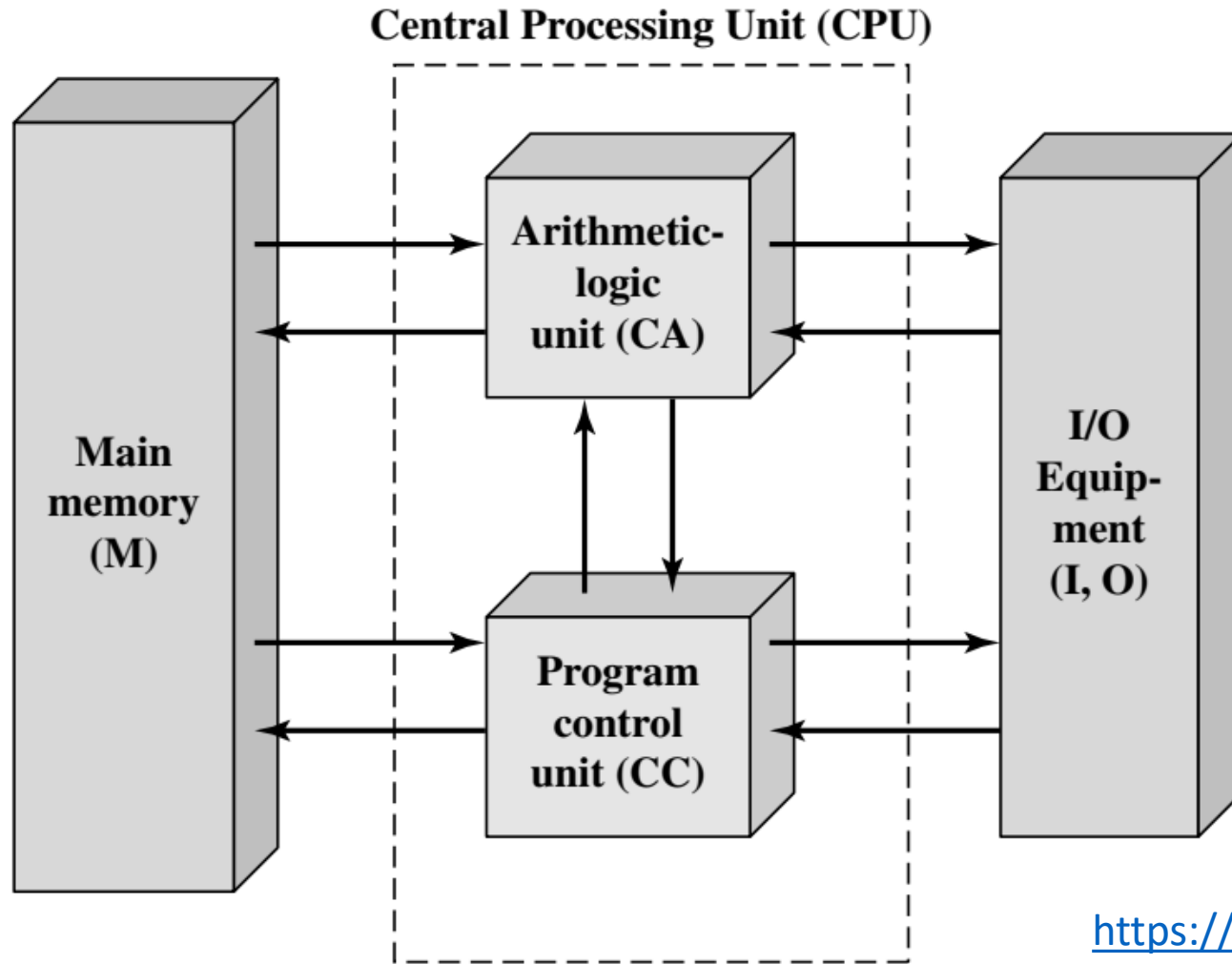
- ถ้ามีหน่วยความจำและเวลาเพียงพอ
- ตั้งแต่คำนวณง่ายๆ จนถึงจำลองสิ่งที่มนุษย์ทำความเข้าใจได้ยาก

ในทางปฏิบัติ การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ อยู่ภายใต้เงื่อนไข

- เวลา เช่น การพยากรณ์อากาศ, animation frame
- ค่าใช้จ่าย เช่น smartphone
- กำลังงาน เช่น laptop, portable devices

Computer architecture

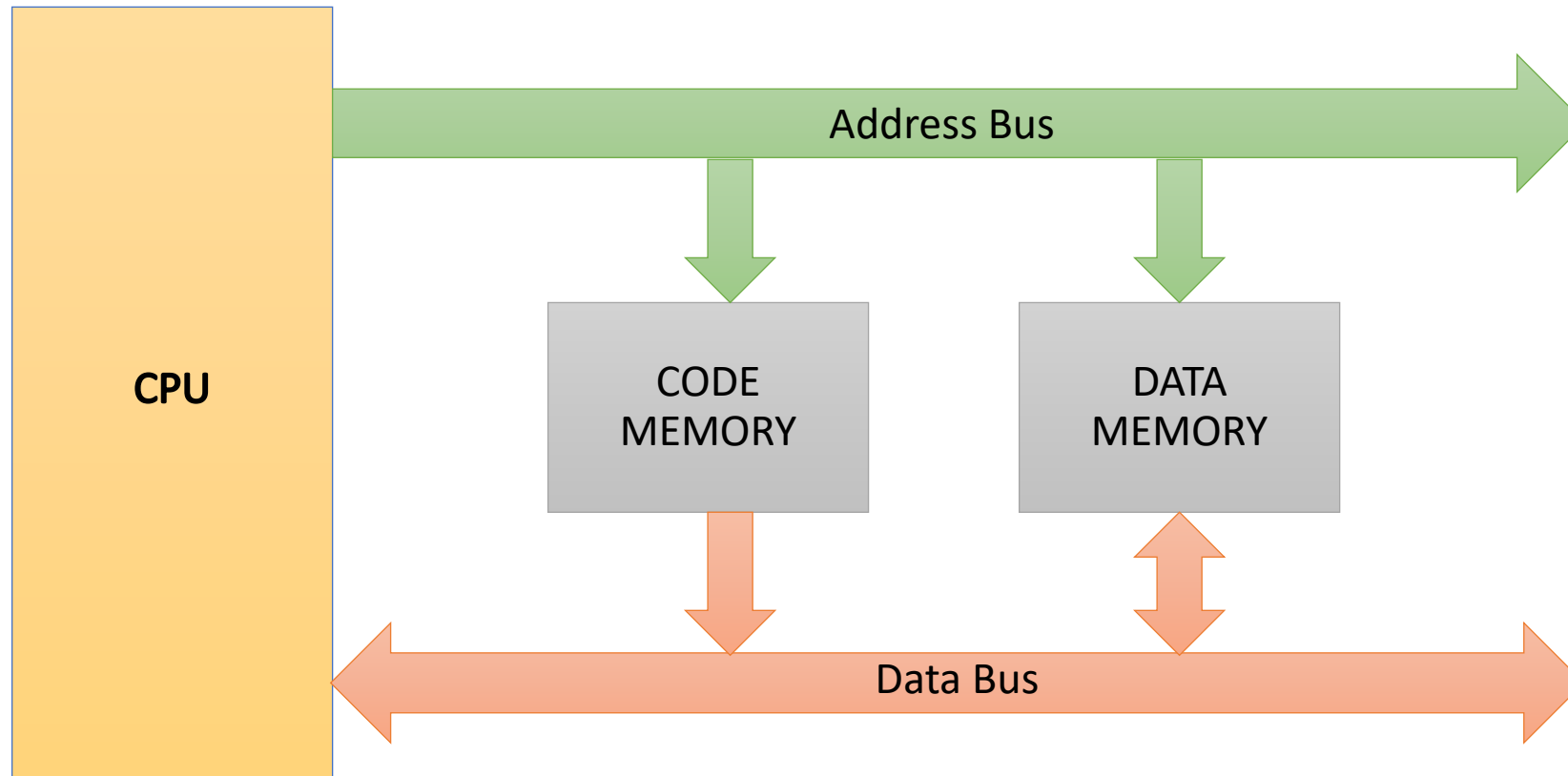
Structure of the IAS Computer



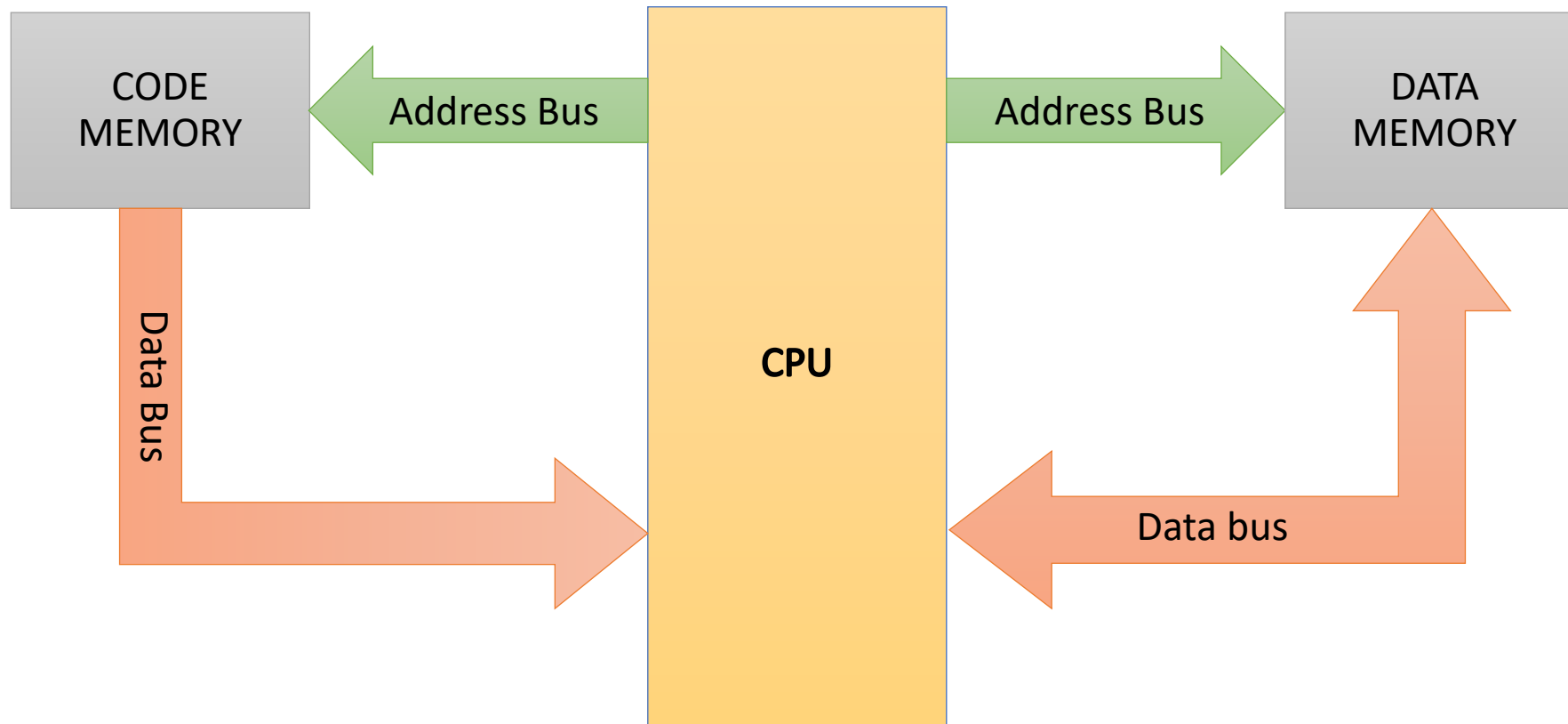
IAS ย่อมาจาก Institute for Advanced Study
ตั้งอยู่ที่ [Princeton](https://en.wikipedia.org/wiki/Princeton), New Jersey.

https://en.wikipedia.org/wiki/IAS_machine

Von-Neumann /Princeton architecture



Harvard architecture



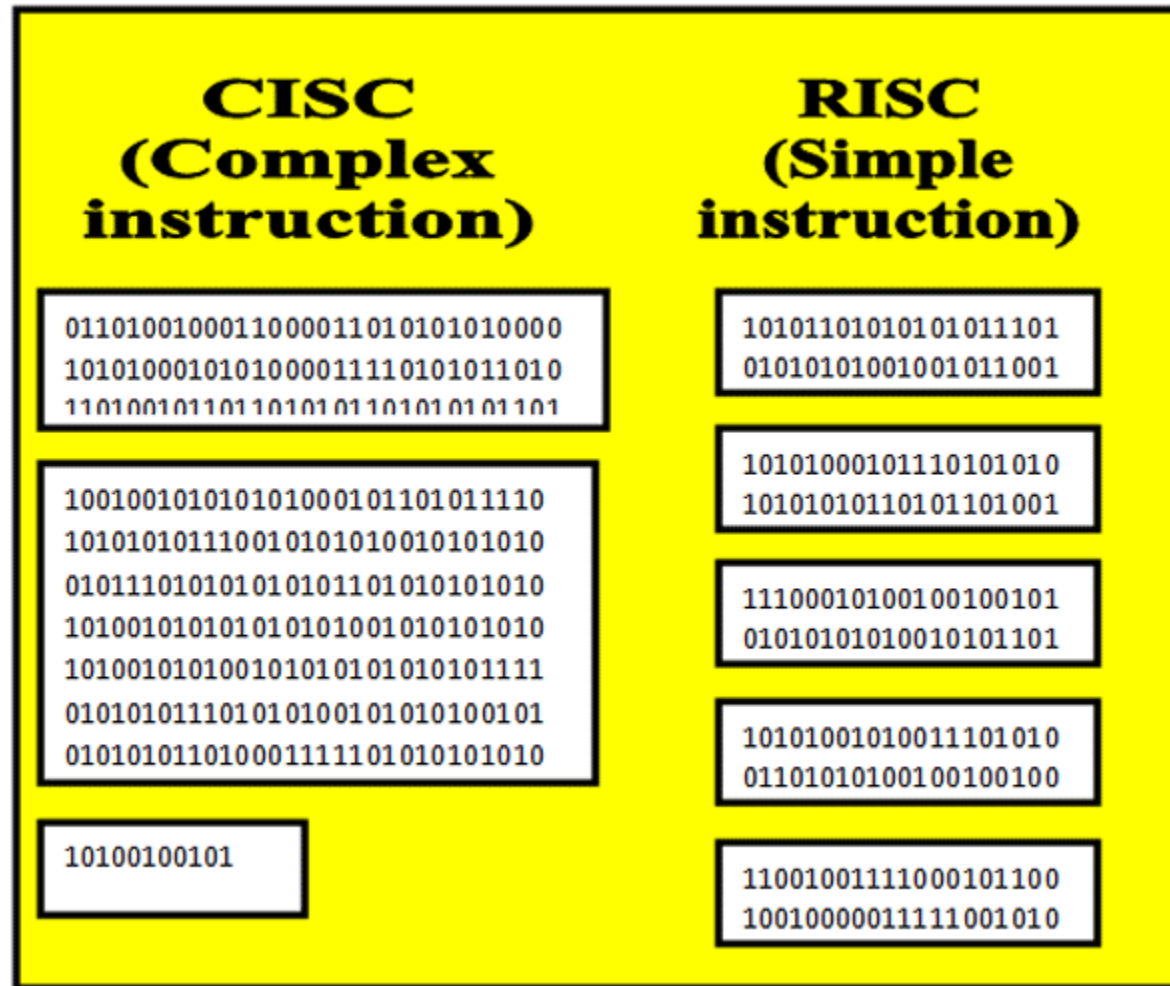
CISC and RISC Instruction Set Architecture

- CISC ย่อมาจาก Complex Instruction Set Computing
- แนวคิดของ CISC คือการลดจำนวนคำสั่งโปรแกรมโดยการรวมคำสั่งง่ายๆ หลายอย่างเข้าด้วยกัน
 - เช่น การอ้างตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูล การโหลดข้อมูล ฯลฯ
- CISC มีทั้งชุดคำสั่งง่ายๆ และคำสั่งพิเศษบางอย่างที่ต้องใช้เวลามากกว่าหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกาในการดำเนินการ
- คำสั่ง CISC สามารถทำงานได้โดยตรงกับหน่วยความจำโดยไม่ต้องผ่าน register
- คำสั่ง CISC จะเน้นการใช้ความสามารถของ hardware โดยตรง

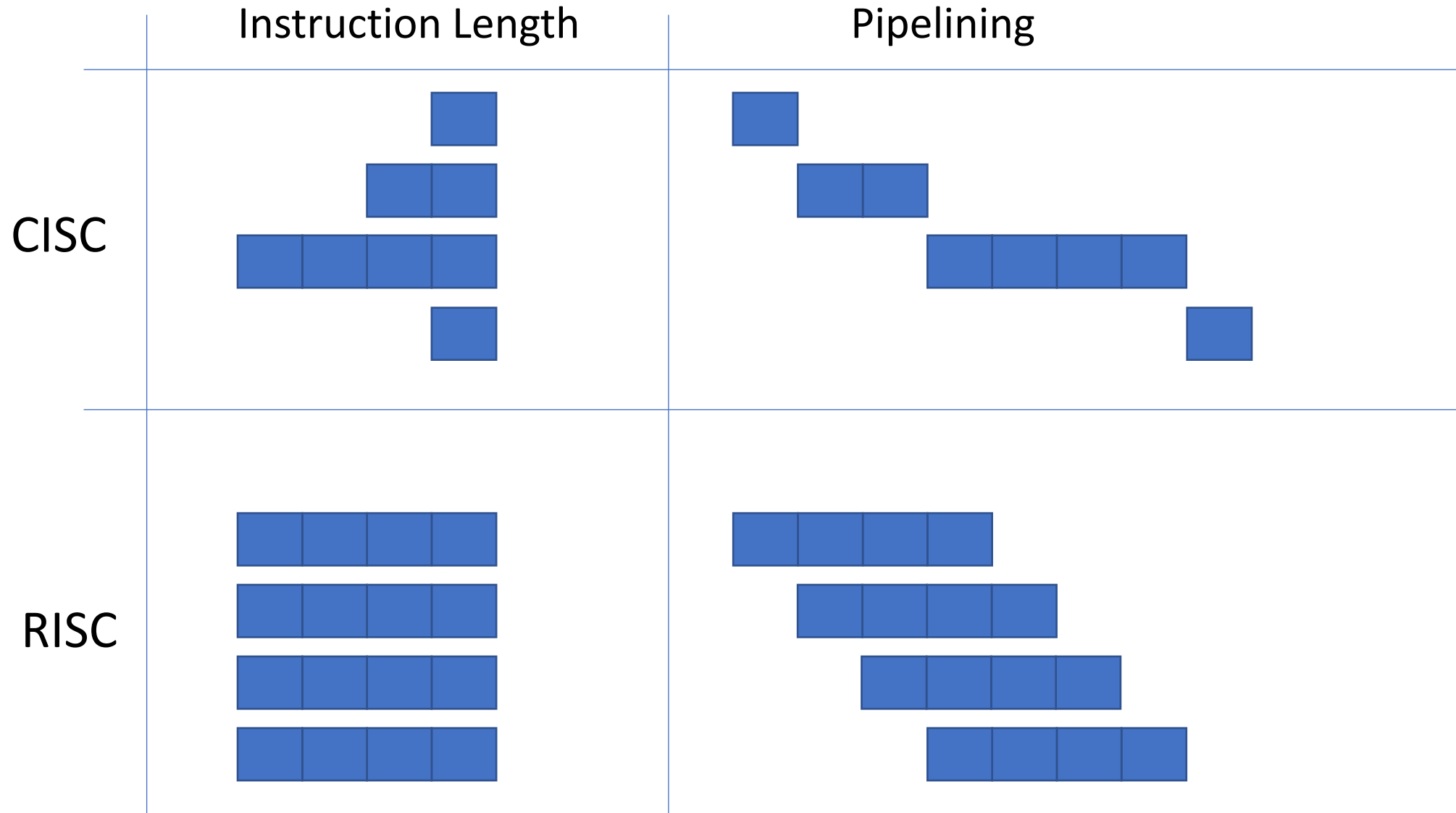
CISC and RISC Instruction Set Architecture

- RISC ย่อมาจาก Reduced Instruction Set Computing
- แนวคิดของ RISC คือการออกแบบคำสั่งให้มีรูปแบบเดียวกันทั้งขนาดและการทำงาน
- คำสั่งที่ซับซ้อนจะถูกแยกออกเป็นคำสั่งง่ายๆ
 - ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 สัญญาณนาฬิกา
- Processor ที่ใช้ชุดคำสั่ง RISC ต้องการหน่วยความจำมากกว่า CISC
 - แต่จะมีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากสามารถทำ pipeline ได้

CISC and RISC Instruction Set Architecture

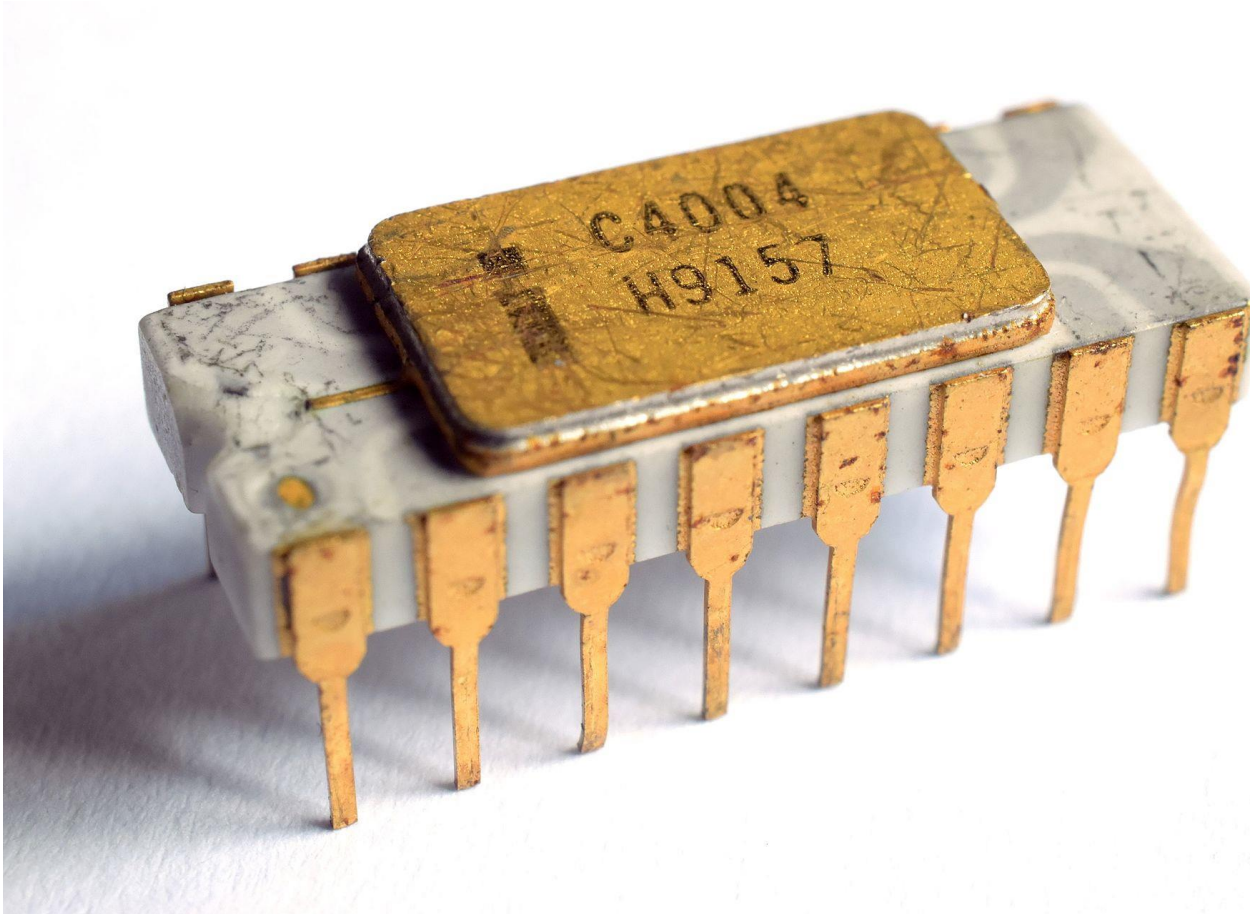


RISC and CISC Instruction Set Architecture - Pipelining



Microcontroller

The first Microcontroller



Intel i4004

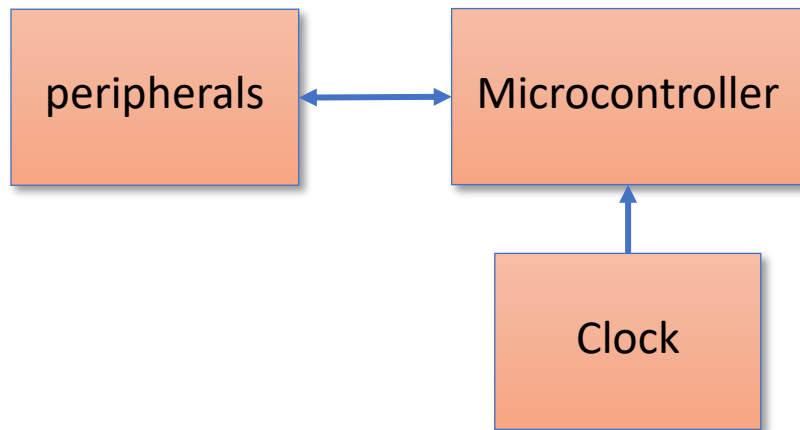
- CPU ขนาด 4 บิต
- Address bus 12 บิต
- Clock 740 – 750 kHz
- 2,300 Transistors
- ผลิตช่วง 1971 - 1981
- ผลิตโดย Intel เพื่อใช้กับเครื่องคิดเลขของ Busicom Corp.

ข้อดีของ Microcontroller คือ สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของระบบได้โดยไม่ต้องแก้ไขส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์

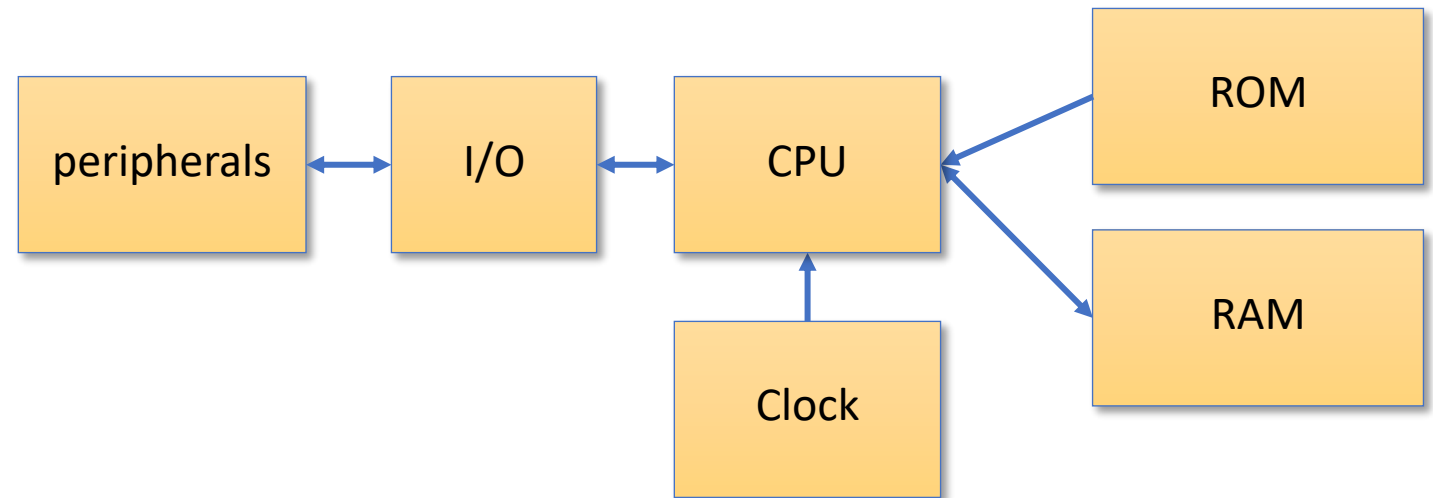
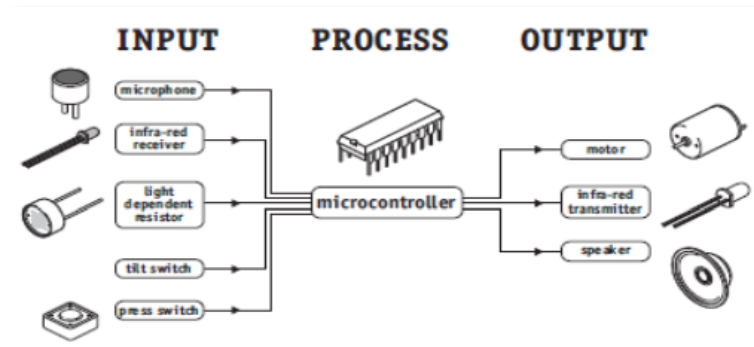
Microcontroller VS Microprocessor

- Microcontroller รวมเอา CPU, memory (ROM, RAM), I/O port ไว้ในชิปเดียวกัน
- บางครั้งเรียกว่า System on a Chip
- Microcontroller ถูกออกแบบมาให้ทำงานเฉพาะอย่าง
- Microprocessor ถูกออกแบบมาให้ทำงานทั่วไป
- Microprocessor ต้องการ chip ภายนอกจำนวนหนึ่งมาช่วยทำงาน

Microcontroller VS Microprocessor



Microcontroller based system



Microprocessor based system



Family of Microcontroller

- Parallax Propeller
- Freescale 68HC11 (8-bit)
- Intel 8051
- Silicon Laboratories
 - Pipelined 8051 Microcontrollers
- ARM processors
 - ARM7 cores
 - Cortex-M3 cores

Family of Microcontroller

- STMicroelectronics
 - STM8 (8-bit)
 - ST10 (16-bit)
 - STM32 (32-bit)
- Atmel
 - AVR (8-bit)
 - AVR32 (32-bit)
 - AT91SAM (32-bit)
- Freescale
 - ColdFire (32-bit)
 - S08 (8-bit)

Family of Microcontroller

- Hitachi
 - H8
 - SuperH (32-bit)
- Hyperstone
 - E1/E2 (32-bit, First full integration of RISC and DSP on one processor core [1996])
- Infineon Microcontroller
 - 8, 16, 32 Bit microcontrollers for automotive and industrial applications.

Family of Microcontroller

- MIPS
 - (32-bit PIC32)
- NEC
 - V850 (32-bit)
- Microchip
 - PIC (8-bit PIC16, PIC18, 16-bit dsPIC33/PIC24)
- PowerPC ISE
- PSoC (Programmable System-on-Chip)
- Rabbit 2000 (8-bit)

Family of Microcontroller

- Texas Instruments Microcontroller
 - MSP 430 (16-bit)
 - C2000 (32-bit)
- Stellaris (32-bit)
- Toshiba
 - TLCS-870 (8-bit/16-bit)
- Zilog
 - eZ8 (16-bit)
 - eZ80 (8-bit)

Family of Microcontroller

- Xtensa
 - ESP32-D0WD-V3
 - ESP32-D0WDR2-V3
 - ESP32-U4WDH
 - ESP32-S0WD

ESP32

- CPU and Memory

- Xtensa® single-/dual-core 32-bit LX6 microprocessor(s)
 - 1 core at 240 MHz: 504.85 CoreMark; 2.10 CoreMark/MHz
 - 2 cores at 240 MHz: 994.26 CoreMark; 4.14 CoreMark/MHz
- 448 KB ROM
- 520 KB SRAM
- 16 KB SRAM in RTC
- QSPI supports multiple flash/SRAM chips

ESP32

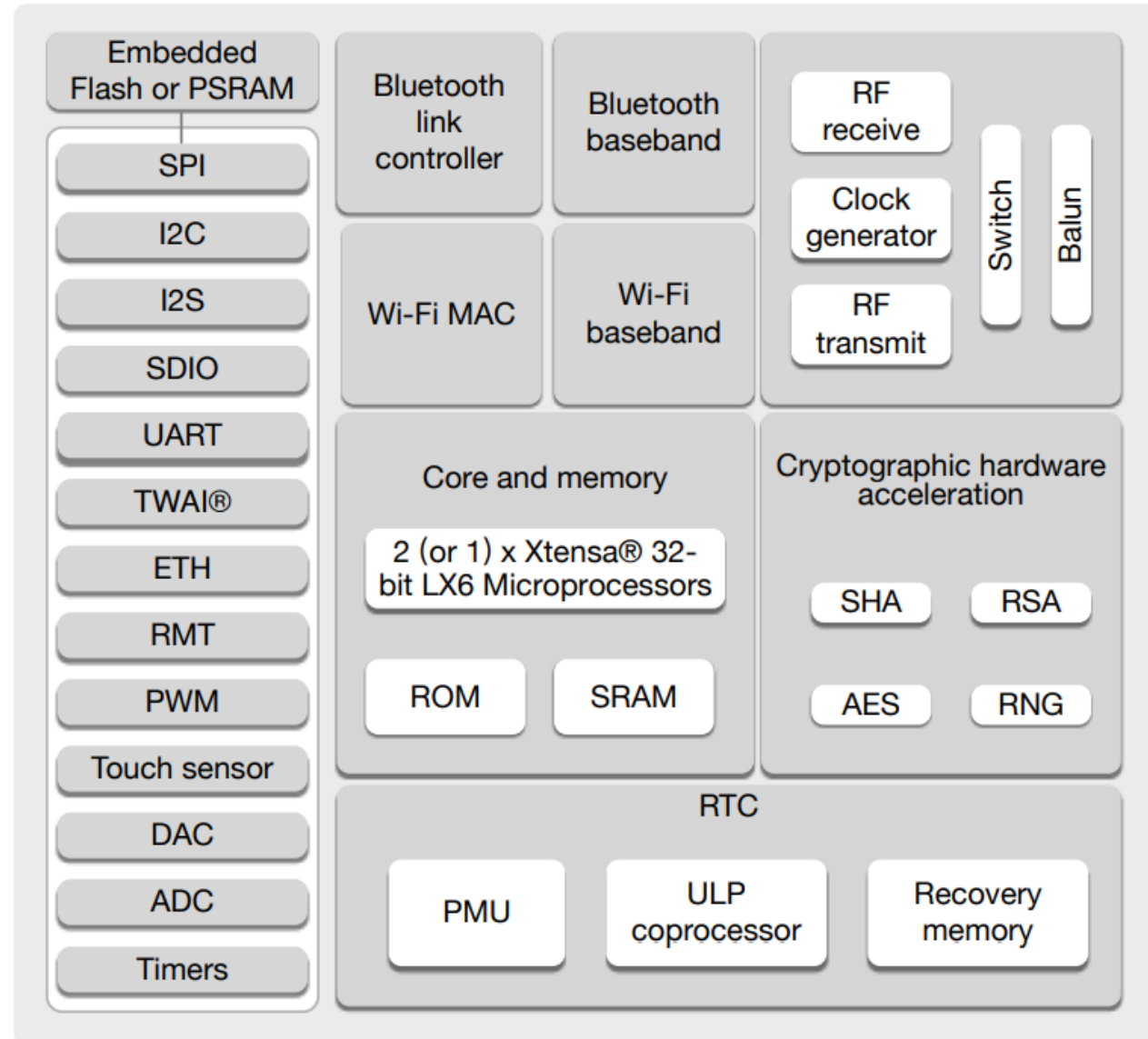
- Wi-Fi

- 802.11 b/g/n
 - 802.11 n (2.4 GHz), up to 150 Mbps

- Bluetooth

- Compliant with Bluetooth v4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specifications
 - Class-1, class-2 and class-3 transmitter without external power amplifier

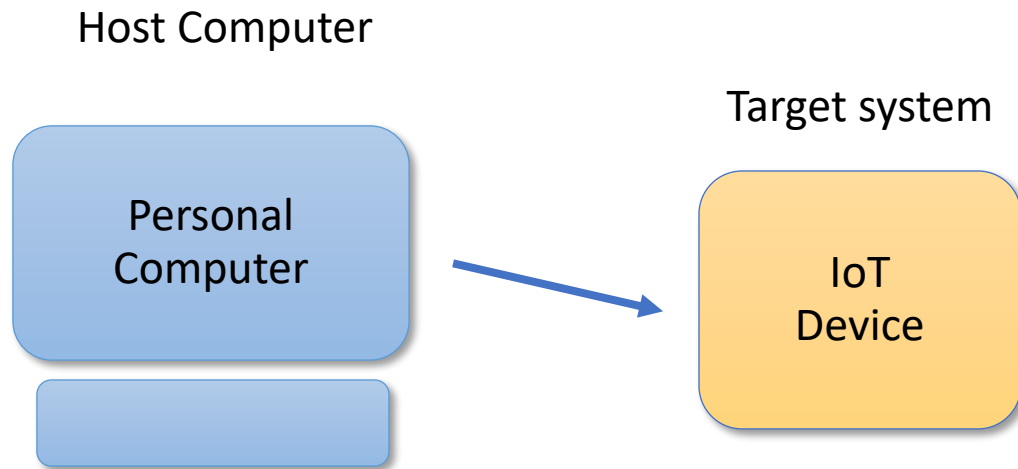
ESP32 Block diagram



Microcontroller

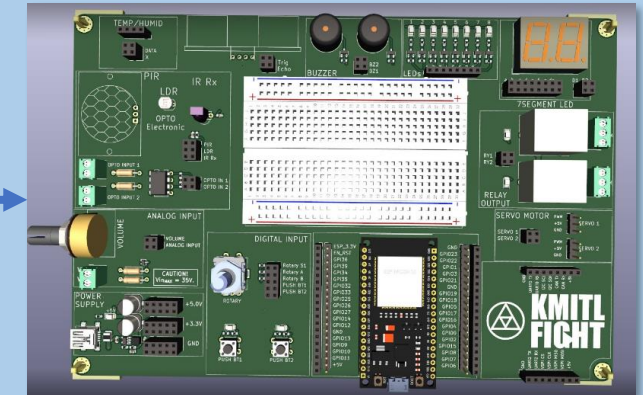
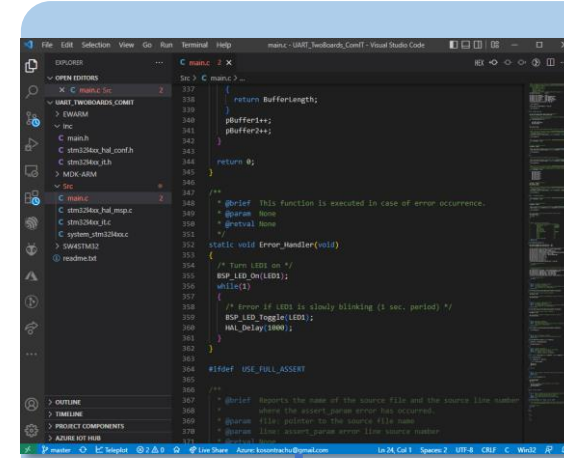
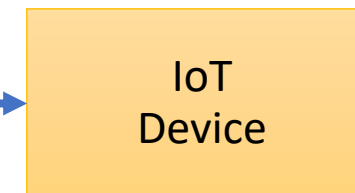
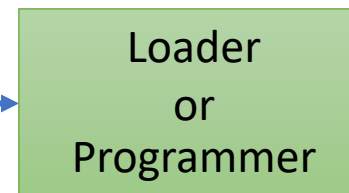
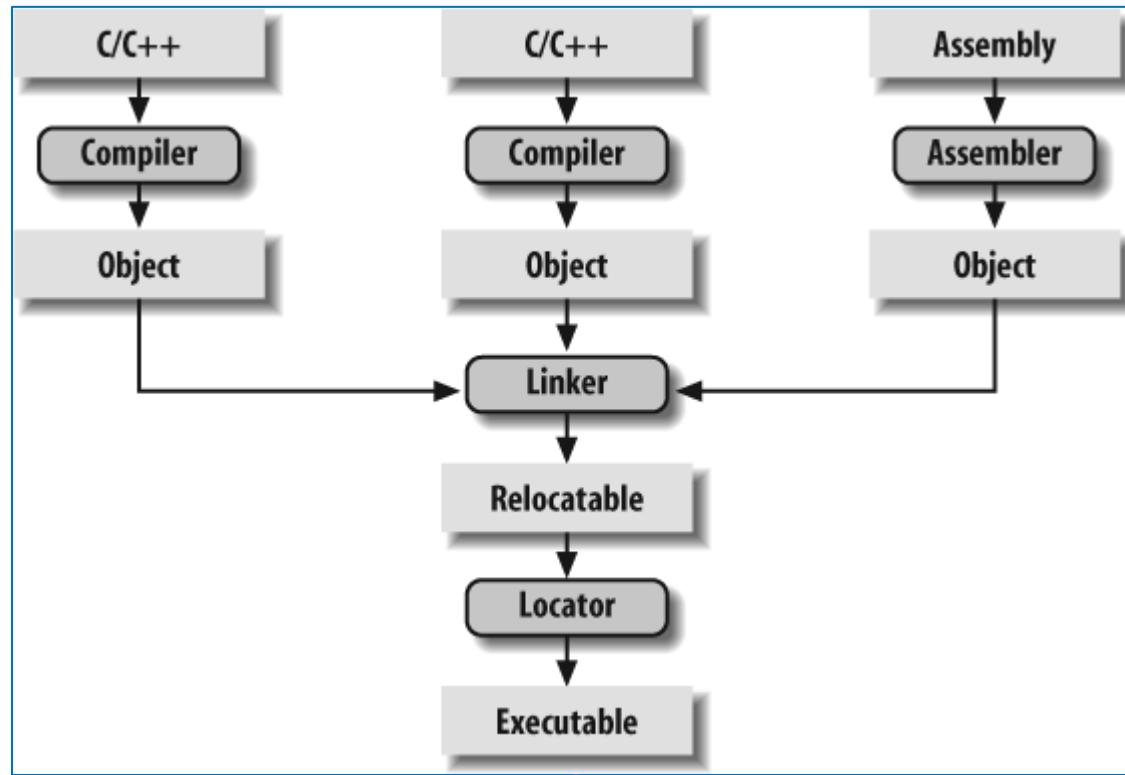
Development process

Host-Target system



- IoT devices มีทรัพยากรจำกัด
 - ไม่มีจอภาพ
 - ไม่มีคีย์บอร์ด
 - ไม่มีเครื่องมือพัฒนาในตัว (compiler, linker, etc.)
- ต้องยืมมีระบบอื่นช่วยพัฒนาโปรแกรม (Host)
- แล้ว download มาลงใน target

Development process



- Host tools
 - Compiler
 - Linker
 - Locator
 - Loader

