

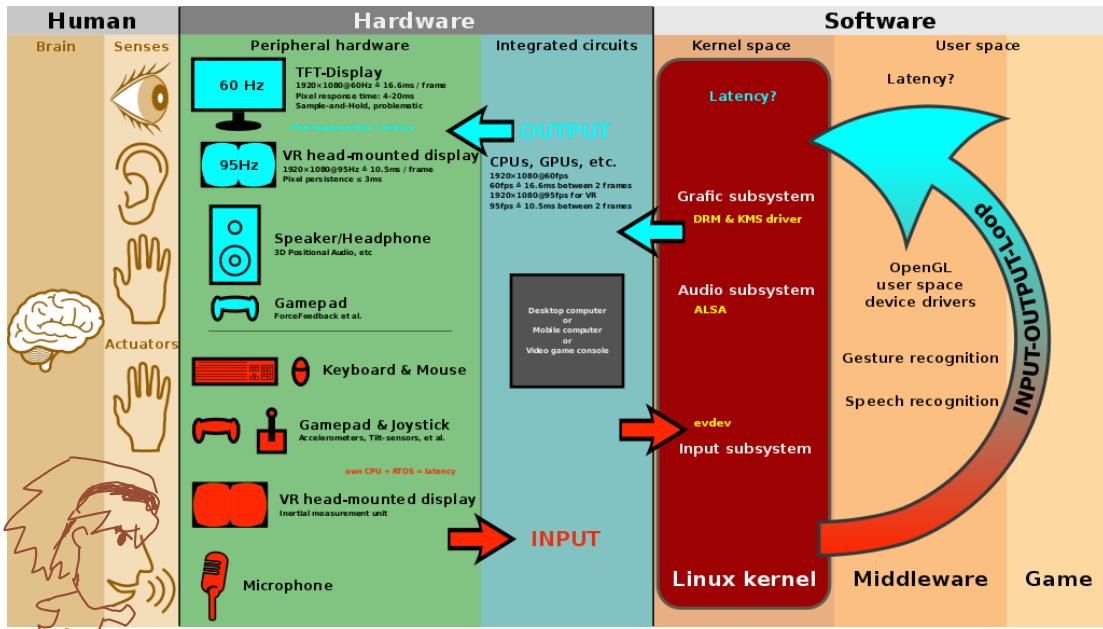
องค์ประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ และภาษาแอสเซมบลี: ARM และ RaspberryPi3

ผศ.ดร.สุรินทร์ กิตติรภุล
ภาควิชาจักรกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

- บทที่ 1 บทนำ
- บทที่ 2 ข้อมูลและคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์
- บทที่ 3 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์
- บทที่ 4 ภาษาแอสเซมบลีของ ARM เวอร์ชัน 32 บิต
- บทที่ 5 หน่วยความจำลำดับขั้น
- บทที่ 6 อุปกรณ์/วงจรอินพุตและเอาท์พุต

3. Human + เครื่องคอมพิวเตอร์ = HW + SW



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

3

3. Human + เครื่องคอมพิวเตอร์ = HW + SW

ไม้ดูล	ภายในชิป (On chip) BCM2837	ในหัวข้อที่
	SoC ผลิตโดยบริษัท Broadcom ประกอบด้วย	3.1.1
CPU	Quad (4)-Core ARM Cortex-A53 ความถี่ 1.2 GHz	
GPU	Dual (2) VideoCoreIV ความถี่ 400 MHz	
จอ LCD	สาย HDMI เวอร์ชัน 1.3 & 1.4 (ภาพและเสียง)	6.1
จอ LCD	สาย Display Serial Interface (DSI) 15 ขา ประกอบด้วยสัญญาณข้อมูล 2 คู่ สัญญาณคล็อก 1 คู่	6.2
กล้องขนาดเล็ก	สาย Camera Serial Interface (CSI) 15-ขา ประกอบด้วยสัญญาณข้อมูล 2 คู่ สัญญาณคล็อก 1 คู่	6.3
จอทีวี	สัญญาณคอมโพสิตวีดีโอ PAL/NTSC	6.5
และเสียง	แจ็ค 3.5 มม ชนิด 4 ขั้ว	6.4
GPIO	ขั้วต่อชนิด 2.54 มม 40 ขา ประกอบด้วย GPIO 27 ขา +3.3 และ +5V โวลท์	6.11

Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

4

3. Human + เครื่องคอมพิวเตอร์ = HW + SW

อุปกรณ์	รายละเอียด	ในหัวข้อที่
ชิป SDRAM	หน่วยความจำขนาด DDR2 ความจุ 1 กิกะไบต์ ชนิดประยุกต์พลังงาน	3.1.2, 5.5
ชิป USB	ชิป USB 2.0 จำนวน 4 พอร์ต	6.6
ชิป Ethernet	เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านสายด้วยอัตรา 10/100 Mbps	6.7
ชิป WiFi และ Bluetooth	เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สาย IEEE 802.11 b/g/n อัตราเร็วสูงสุด 150Mbps การเชื่อมต่อไร้สายเวอร์ชัน 4.1	6.8
แมลงจายไฟ	ช่องเก็บชนิด microUSB ขนาด 5 โวลท์ 2.5 แอมเปอร์	6.14
การ์ด MicroSD	อุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูลความจุ 4-16 กิกะไบต์	3.1.4, 7.3
ซอฟต์แวร์	ระบบปฏิบัติการบูทจากการ์ด MicroSD รองรับ Raspbian Linux Windows 10 IoT และอื่นๆ	3.2.1

Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

5

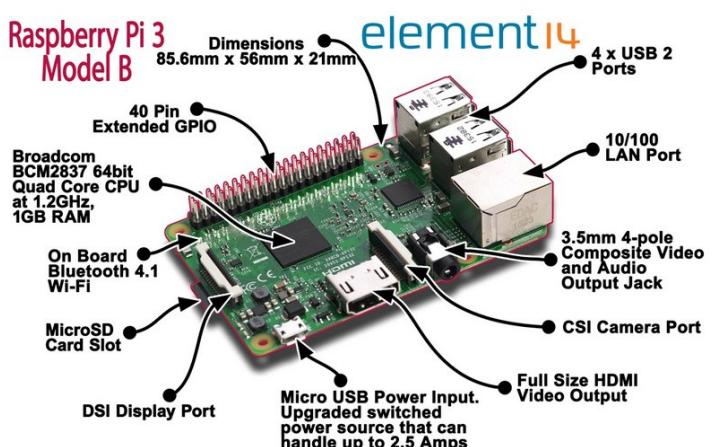
3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

- Main Board

- Processor (multi-core => many core)
- Memory
 - Main Memory (RAM + Flash ROM)
 - Storage (HDD, SSD, SD Card, Flash ROM)
- Input/Output Circuits
 - USB, ...

- Input/Output Devices

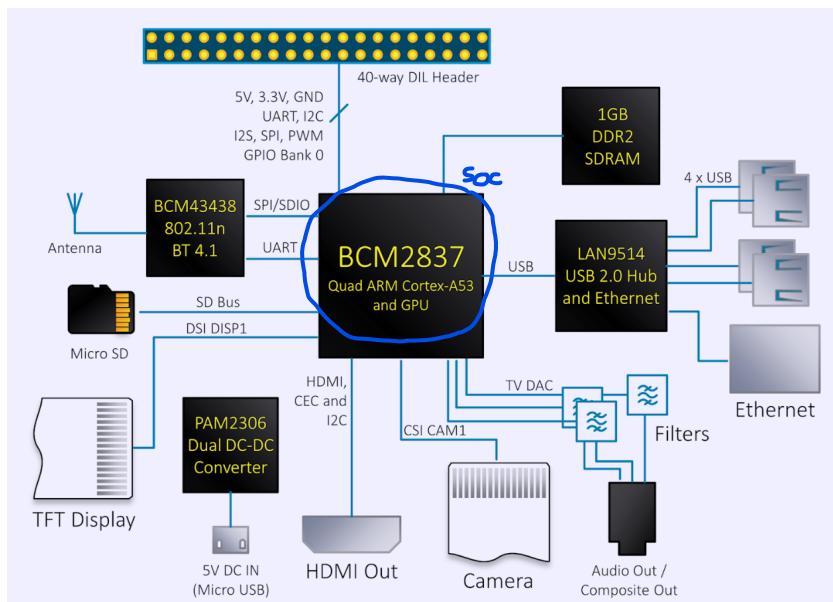
- Keyboard, Mouse, Monitor, Touch Pad, WiFi, Ethernet, ...



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

6

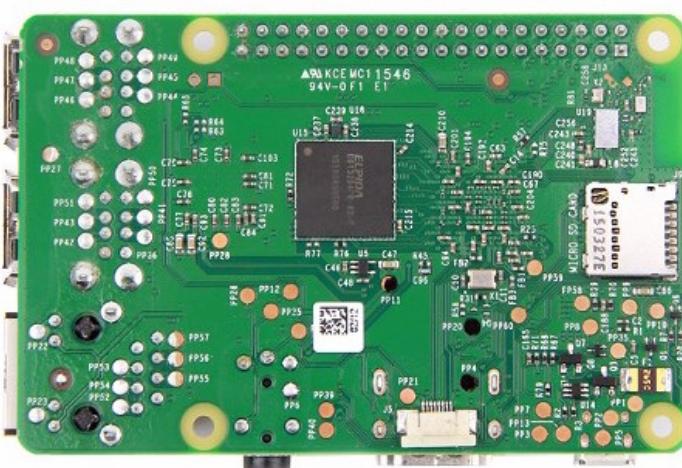
3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

7

3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

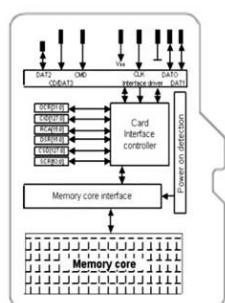


- Main Memory: RAM
- Elpida LPDDR2 SDRAM
- Ultra-low-voltage core and I/O
- Frequency range – 400 MHz
(data rate: 800 Mb/s/pin)
- Programmable READ and WRITE latencies (RL/WL)
- Burst length: 4, 8, and 16

Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

8

7.3 การ์ดหน่วยความจำ SD (Secure Digital)



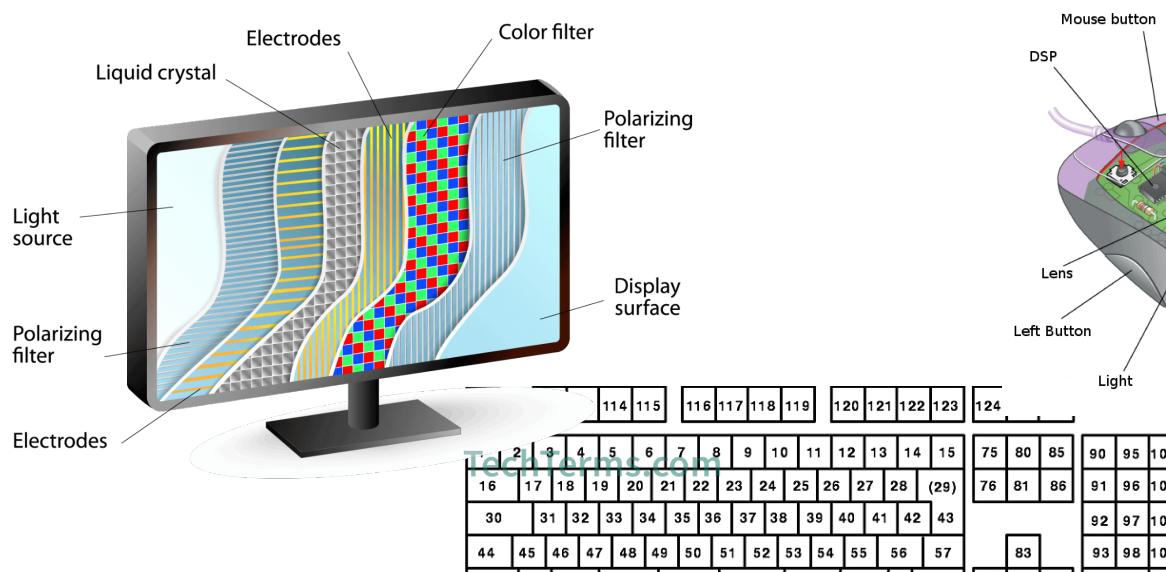
Micro SD



SD Memory

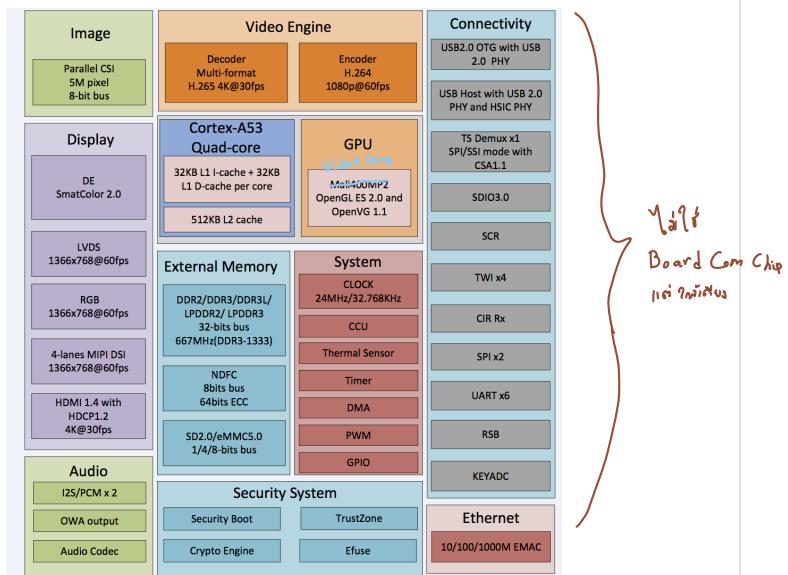
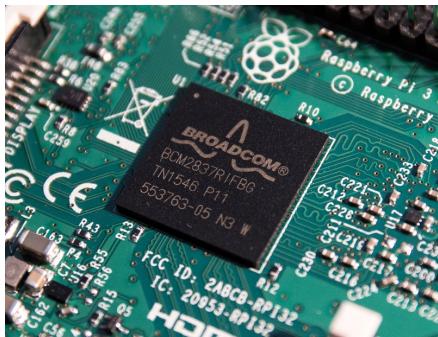
9

3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



106-Key Keyboard Position Codes

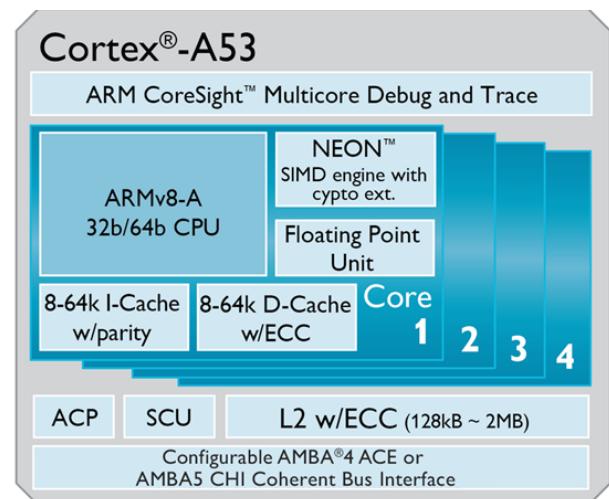
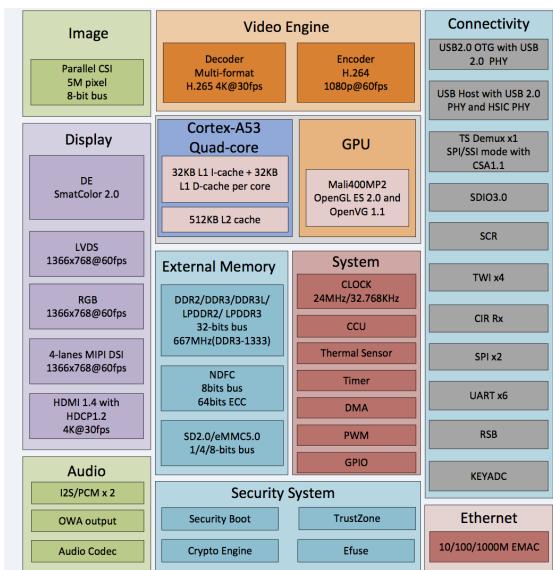
3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

11

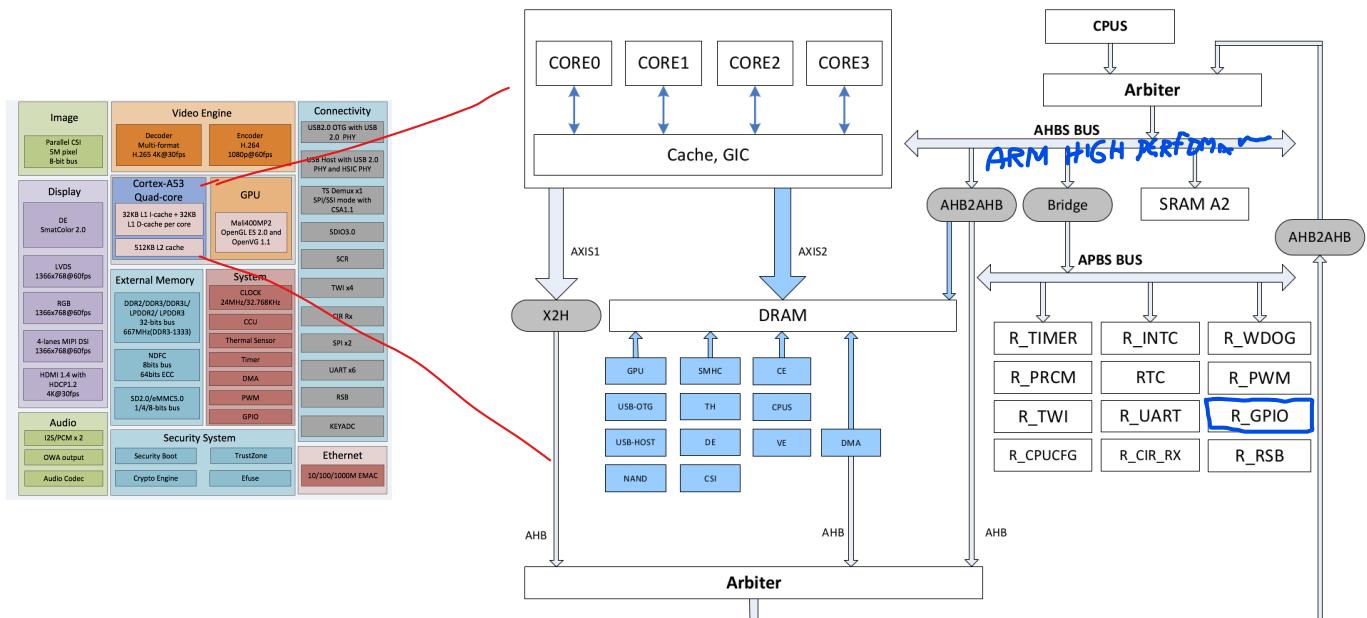
3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

12

3.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

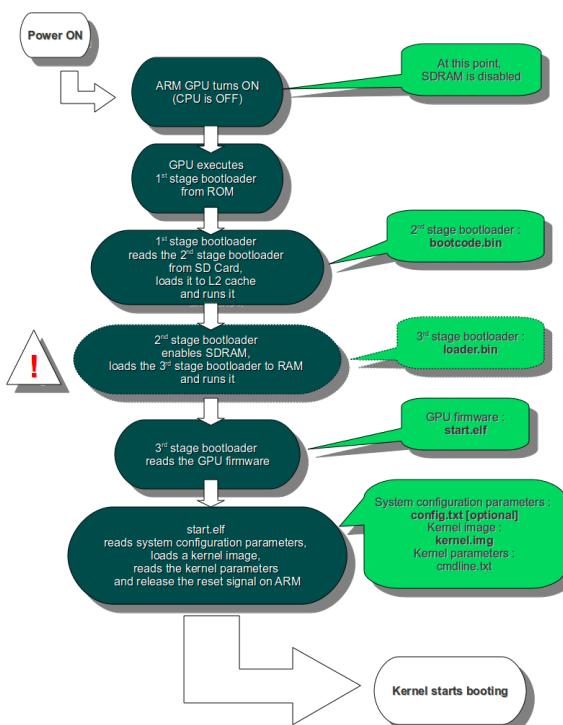
13

3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์

- › การบูรณะระบบปฏิบัติการจากอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำหลัก
- › การโหลดไฟล์แอพพลิเคชันจากอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำหลัก
- › การอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำหลักไปปฏิบัติตาม
- › การอ่าน/เขียนข้อมูลระหว่างหน่วยความจำหลักไปประมวลผล
- › การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตต่างๆ เช่น คีย์บอร์ด เม้าส์ เครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต
- › การอ่าน/เขียนข้อมูลระหว่างหน่วยความจำหลักและอุปกรณ์เก็บรักษาข้อมูล
- › การซัพเพาเวอร์ (Shut Down) ระบบปฏิบัติการก่อนปิดเครื่อง

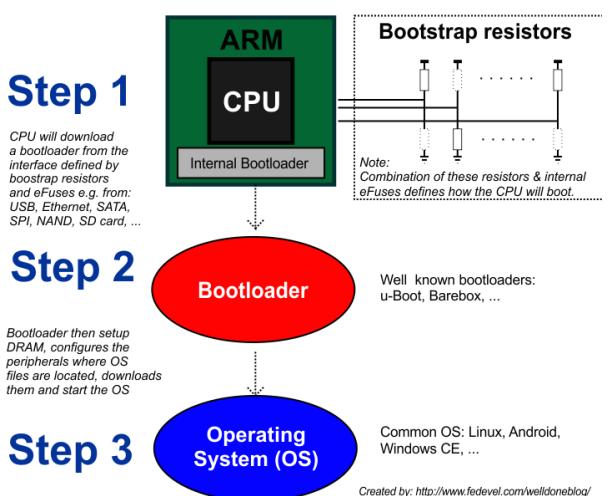
Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

14



3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรม

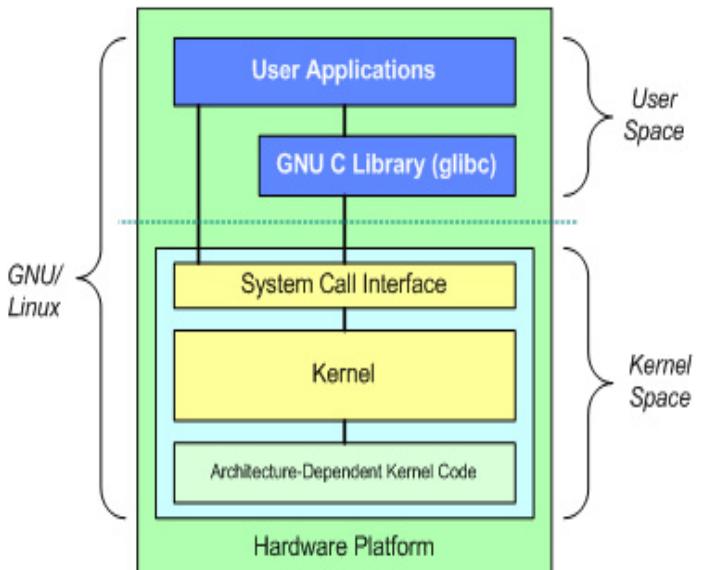
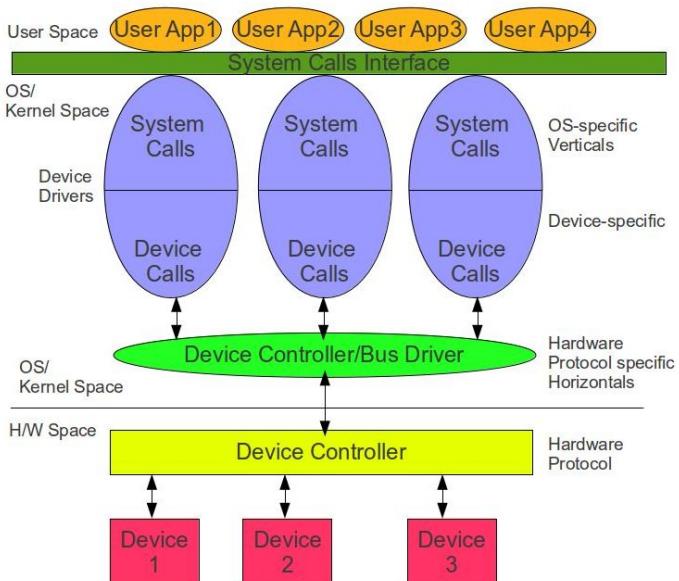
คอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

15

3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

16

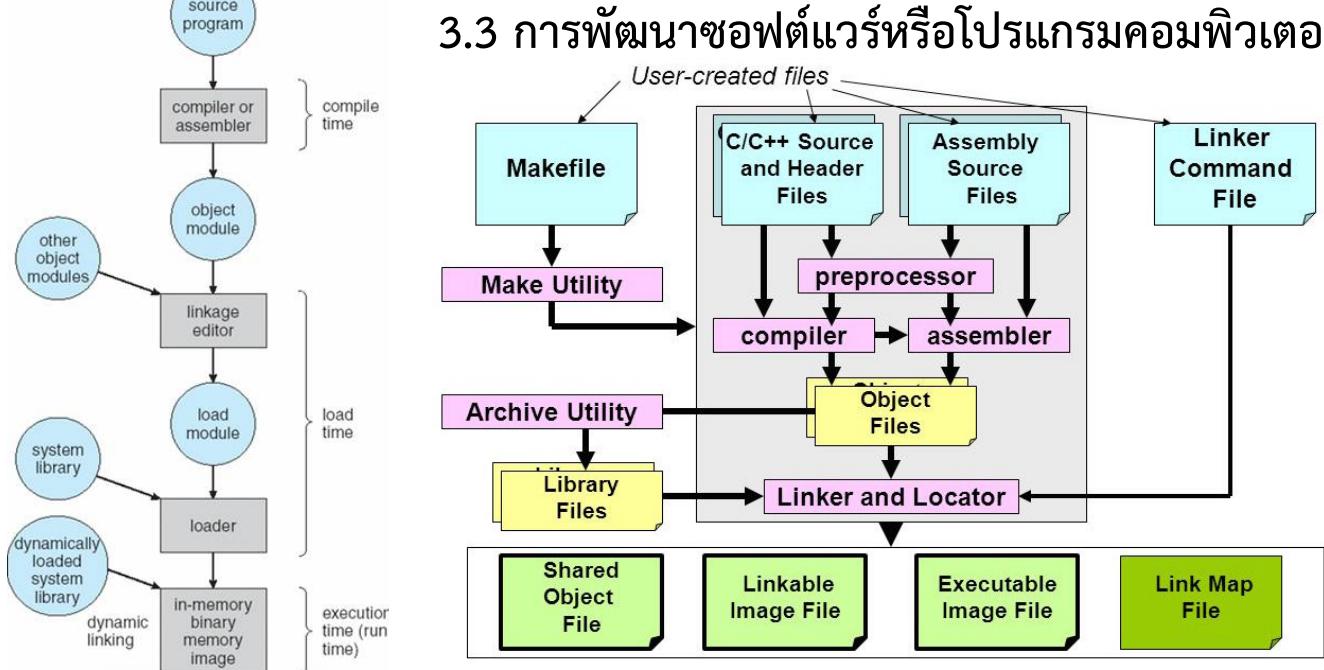
3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

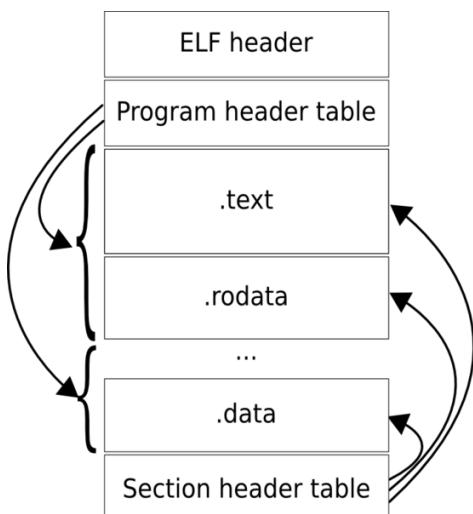
int main()
{
    printf("Hello world!\n");
    return 0;
}
```

บรรทัดที่	เลbel	คำสั่ง	รีจิสเตอร์ หรือ แอดเดรส หรือ เลbel หรือ ค่าคงที่
1		.text	
2		.global main	
3	main:		
4		LDR	R1, =M
5		LDR	R1, [R1]
6		LDR	R2, =POINTR
7		MOV	R0, #0
8	LOOP:	LDR	R3, [R2], #4
9		ADD	R0, R0, R3
10		SUBS	R1, R1, #1
11		CMP	R1, #0
12		BGT	LOOP
13		LDR	R4, =SUM
14		STR	R0, [R4]
15		BX	LR
16		.data	
17	SUM :	.word	#0
18	M:	.word	#4
19	NUM:	.word	3, 5, 7, 9
20	POINTR:	.word	NUM

3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



บรรทัดที่	เลbel	คำสั่ง	รีจิสเตอร์ หรือ แอดเดรส หรือ เลbel หรือ ค่าคงที่
1		.text	
2		.global main	
3	main:		
4		LDR	R1, =M
5		LDR	R1, [R1]
6		LDR	R2, =POINTR
7		MOV	R0, #0
8	LOOP:	LDR	R3, [R2], #4
9		ADD	R0, R0, R3
10		SUBS	R1, R1, #1
11		CMP	R1, #0
12		BGT	LOOP
13		LDR	R4, =SUM
14		STR	R0, [R4]
15		BX	LR
16		.data	
17	SUM :	.word	#0
18	M:	.word	#4
19	NUM:	.word	3, 5, 7, 9
20	POINTR:	.word	NUM

Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

19

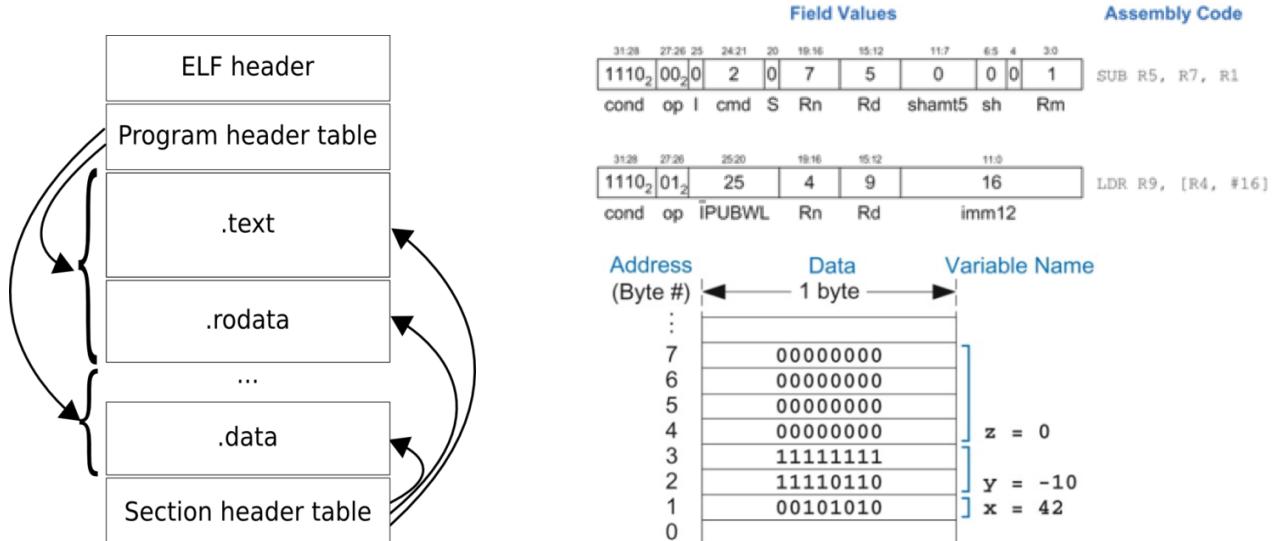
3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Machine Code										Field Values								Assembly Code			
cond	op	I	cmd	S	Rn	Rd	shamt5	sh	Rm	31:28	27:26	25	24:21	20	19:16	15:12	11:7	6:5	4	3:0	
1110	00 0	0010	0	0111	0101	00000	00 0	0001		1110 ₂	00 ₂ 0	2	0	7	5	0	0 0	1		SUB R5, R7, R1	
E	0	4	7	5	0	0	0	1													
cond	op	I	cmd	S	Rn	Rd	shamt5	sh	Rm	31:28	27:26	25:20	24:21	20	19:16	15:12	11:0				
1110	01	011001	0100	1001	00000	0001	00000			1110 ₂	01 ₂	25	4	9				16		LDR R9, [R4, #16]	
E	5	9	4	9	0	1	0														

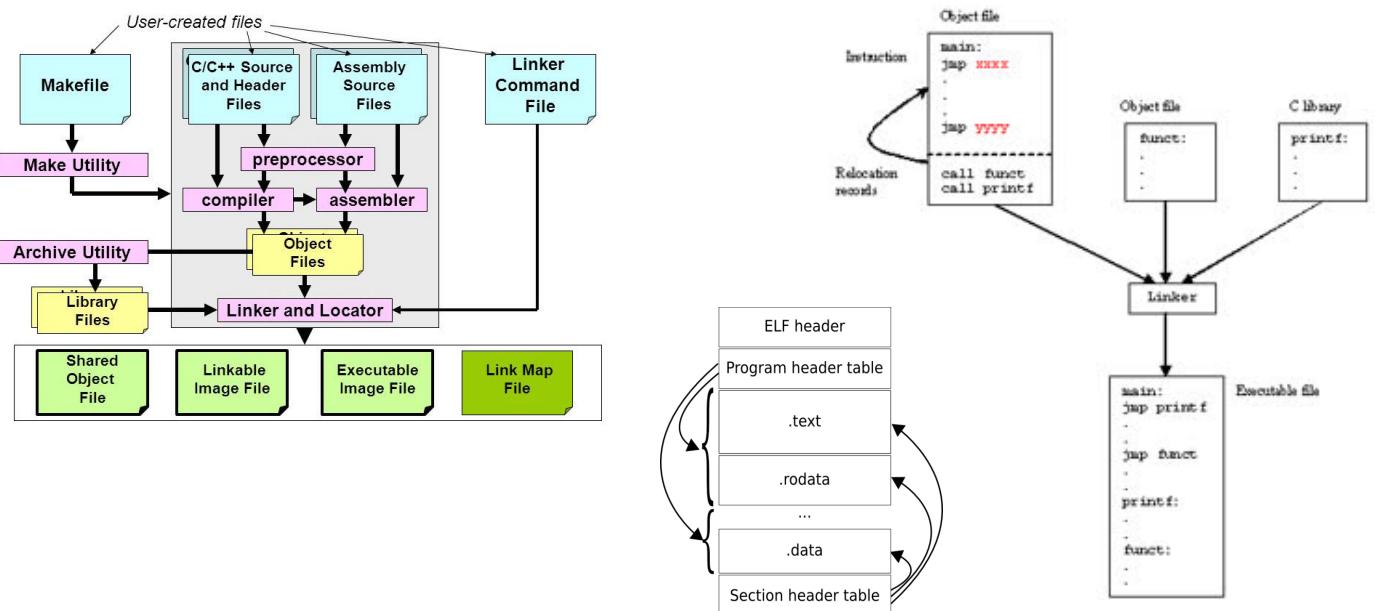
Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

20

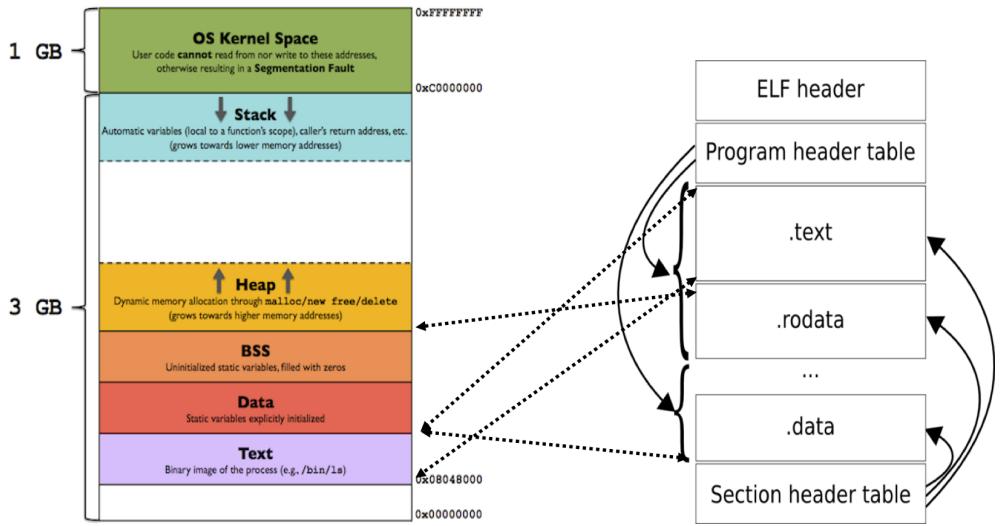
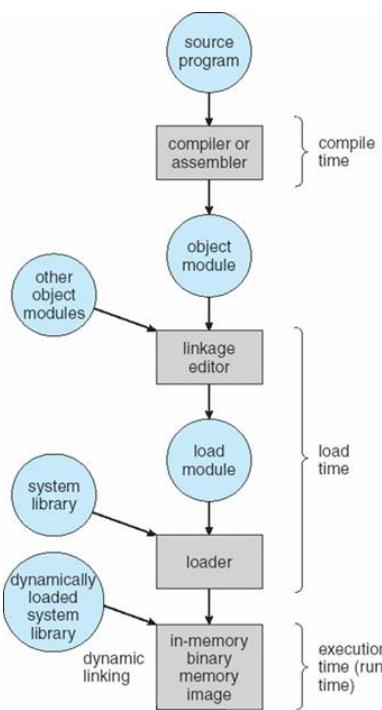
3.2 ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



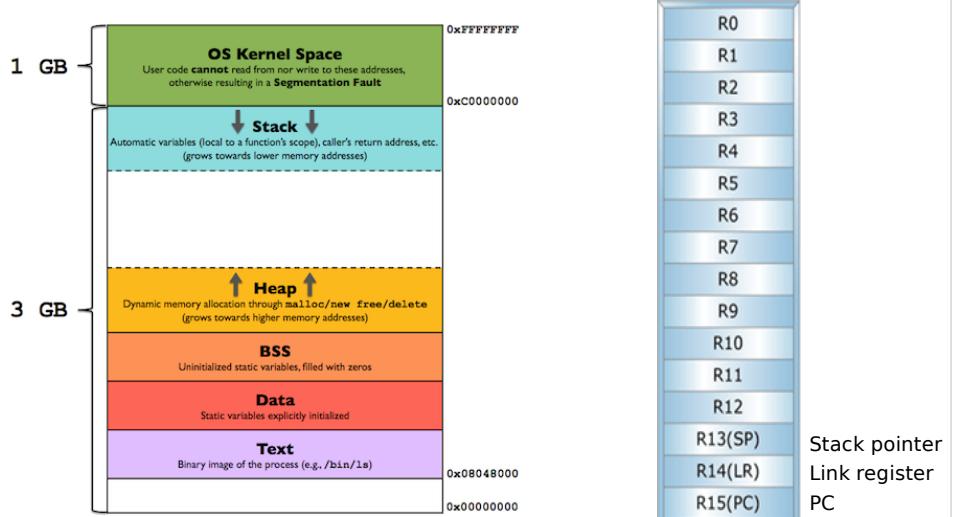
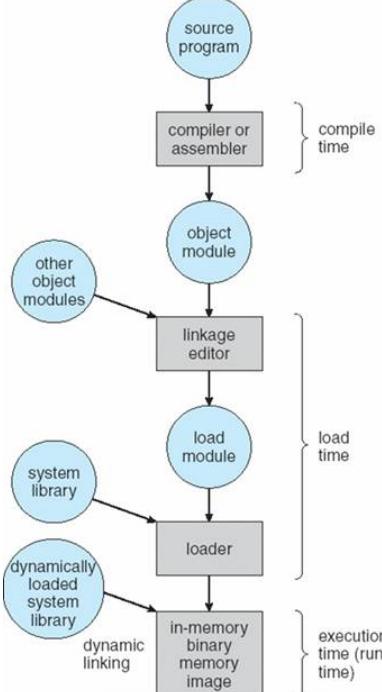
3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



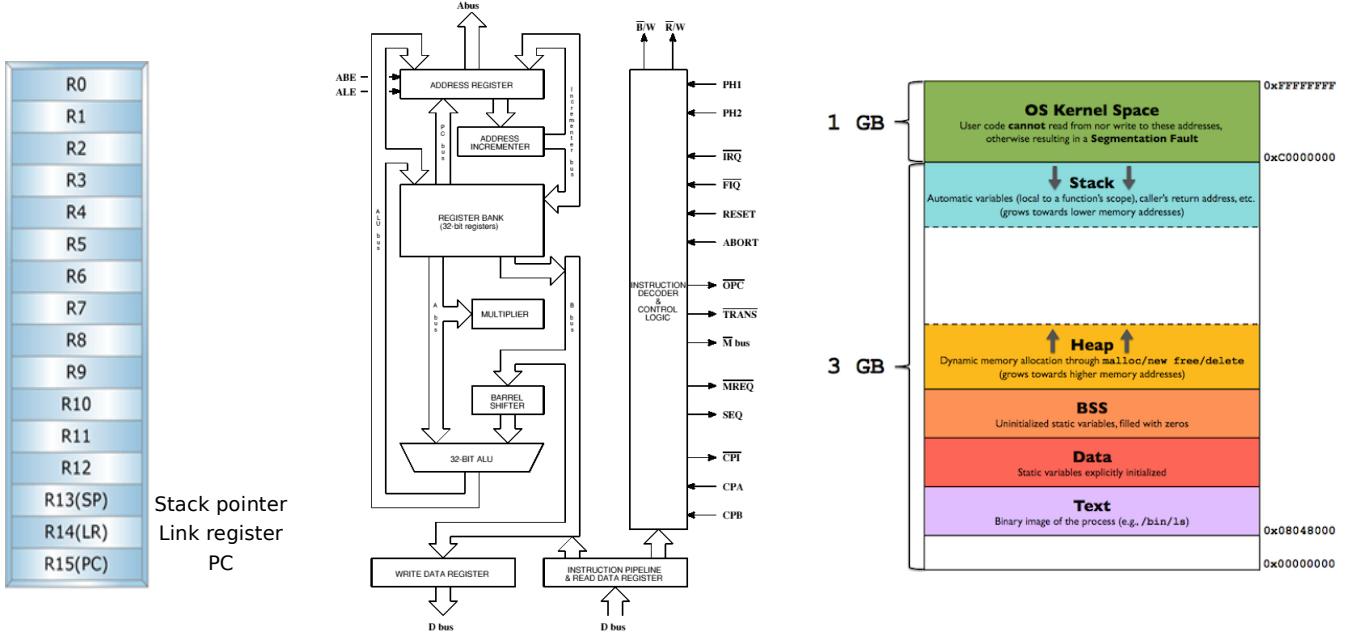
3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์



Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

25

สรุปท้ายบท

- เนื้อหาในบทนี้ได้นำเสนอพื้นฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือเป็นชาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ชาร์ดแวร์คืออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งมีซีพียูเป็นจุดศูนย์กลาง เชื่อมหน่วยความจำหลัก และอินพุทเอาท์พุทต่างๆ ในขณะที่ซอฟต์แวร์แบ่งเป็นซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ และซอฟต์แวร์แอ��泛建立ต่างๆ ซอฟต์แวร์เหล่านี้สามารถพัฒนาด้วยภาษาต่างๆ เช่น C/C++ Java และภาษาตัวอักษร เช่น แอสเซมบลี เพื่อคอมไพล์หรือแปลงและลิงค์หรือรวมให้กลายเป็นไฟล์รูปแบบ ELF บนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ ไฟล์ ELF มีโครงสร้างที่เป็นมาตรฐาน ประกอบด้วยเทกซ์ เข็มเมนท์ซึ่งมีคำสั่งภาษาเครื่องในรูปของเลขฐานสอง ดาต้าเข็มเมนท์ซึ่งรวมข้อมูลจากตัวแปรที่ได้ประกาศไว้

Computer Organization & ARM Assembly Language: RaspberryPi3, Surin K., KMITL

26