



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



บทที่ 5: ตัวดำเนินการของโปรแกรม C51

ไมโครโปรเซสเซอร์ 1

Sanya Kuankid, Ph.D.
<http://pws.npru.ac.th/sanya/>



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



บทที่ 5 ตัวดำเนินการของโปรแกรม C51

5.1 บทนำ

5.2 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

5.3 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบและลอจิกระดับไบนารี

**5.4 ตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบและเชิงลอจิกของ
ข้อมูลระดับบิต**

**5.5 การใช้ประโยชน์จากตัวดำเนินการทางลอจิกกับ
ข้อมูลในระดับบิต**

5.6 สรุป

5.7 แบบฝึกหัดท้ายบท



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.1 บทนำ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.2 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.1 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์สำหรับโปรแกรม C51

ตัวดำเนินการ	ความหมาย
+	การบวก
-	การลบ
*	การคูณ
/	การหาร
%	การหารแบบเอาเศษ
++	การเพิ่มค่าขึ้นอีกค่าหนึ่ง
--	การลดค่าลงอีกค่าหนึ่ง
+=	การบวกขึ้นอีกด้วยค่าทางขวามือ
-=	การลดค่าลงอีกค่าด้วยค่าทางขวามือ
*=	การคูณด้วยค่าทางขวามือ
/=	การหารด้วยค่าทางขวามือ
%=	การหารด้วยค่าทางขวามือแบบเอาเศษ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.1 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

```
1 #include <REGX52.H>
2 void main (void)
3 {
4     unsigned char a = 12;
5     unsigned char b = 12;
6     a = a+3;
7     b = b-3;
8 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x080C
a	15
b	9



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.2 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

```
1 #include <REGX52.H>
2 void main (void)
3 {
4   unsigned char x,y,z;
5   x = 10;
6   y = x/3;
7   z=x%3;
8 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x0800
x	10
y	3
z	1



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.3 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4  unsigned char a = 5;
5  unsigned char b = 5;
6  a++;
7  b--;
8  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x080C
a	6
b	4



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.4 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      int a = 100;
5      int b = 100;
6      a += 10;
7      b -= 10;
8  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x0800
a	110
b	90



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.5 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      int x,y,z;
5      x = y = z = 120;
6      x *= 4;
7      y /= 4;
8      z %= 4;
9  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x088B
x	480
y	30
z	0



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.3 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบและลอจิก ระดับไบต์



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.3 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบและลอจิกระดับไบนารี

5.3.1 ตัวดำเนินการ NOT ของข้อมูลระดับไบนารี

5.3.2 ตัวดำเนินการ AND ของข้อมูลระดับไบนารี

5.3.3 ตัวดำเนินการ OR ของข้อมูลระดับไบนารี



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.2 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบและลอจิกของข้อมูลระดับไบต์

ตัวดำเนินการของ ข้อมูลระดับไบต์	ความหมาย
==	เท่ากับ
!=	ไม่เท่ากับ
>	มากกว่า
<	น้อยกว่า
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ
!	นอต (NOT)
&&	แอนด์ (AND)
	ออร์ (OR)



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.3.1 ตัวดำเนินการ **NOT** ของข้อมูลระดับไบนารี

ตารางที่ 5.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวดำเนินการ NOT (!) ของข้อมูลระดับไบนารี

ค่าเริ่มต้น	ตัวดำเนินการ NOT	ผลลัพธ์ที่ได้
False	! (False)	True
True	! (True)	False



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.3.2 ตัวดำเนินการ **AND** ของข้อมูลระดับไบนารี

ตารางที่ 5.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวดำเนินการ AND (&&) ของข้อมูลระดับไบนารี

ค่าเริ่มต้น		ตัวดำเนินการ AND	ผลลัพธ์ที่ได้
ตัวแปร 1	ตัวแปร 2		
False	False	False && False	False
False	True	False && True	False
True	False	True && False	False
True	True	True && True	True



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.3.3 ตัวดำเนินการ **OR** ของข้อมูลระดับไบนารี

ตารางที่ 5.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวดำเนินการ OR (||) ของข้อมูลระดับไบนารี

ค่าเริ่มต้น		ตัวดำเนินการ OR	ผลลัพธ์ที่ได้
ตัวแปร 1	ตัวแปร 2		
False	False	False False	False
False	True	False True	True
True	False	True False	True
True	True	True True	True



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.6 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการเปรียบเทียบ

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      while (1)
5      {
6          unsigned char a = 10;
7          unsigned char b = 4;
8          unsigned char c = 0x0A;
9          unsigned char y1,y2,y3,y4,y5,y6;
10         y1 = a > b;
11         y2 = a > c;
12         y3 = a >= c;
13         y4 = a == b;
14         y5 = a != b;
15         y6 = a != c;
16     }
17 }
```



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
  MAIN	C:0x0809
 a	10
 b	4
 c	10
 y1	1
 y2	0
 y3	1
 y4	0
 y5	1
 y6	0



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.7 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการเปรียบเทียบ

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      unsigned char a = 10;
5      unsigned char b = 4;
6      unsigned char c = 0x0A;
7      bit y1, y2, y3, y4;
8      y1 = (a>b) && (a>=c);
9      y2 = (a != b) && (a>=c);
10     y3 = (a != b) || (a>=c);
11     y4 = (a != b) || !(a != b);
12 }
```



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
 MAIN	C:0x0809
 a	10
 b	4
 c	10
 y1	1
 y2	1
 y3	1
 y4	1



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4 ตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบ และเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4 ตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบและเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต

5.4.1 ตัวดำเนินการ NOT ของข้อมูลระดับบิต

5.4.2 ตัวดำเนินการ AND ของข้อมูลระดับบิต

5.4.3 ตัวดำเนินการ OR ของข้อมูลระดับบิต

5.4.4 ตัวดำเนินการเอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์ของข้อมูลระดับบิต

5.4.5 ตัวดำเนินการเลื่อนบิต



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.6 การกระทำของตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบ
และเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต

ตัวดำเนินการระดับบิต	ความหมาย
~	กลับค่าของบิตข้อมูล
&	การแอนบิต
	การออร์บิต
^	การเอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์บิต
<<	เลื่อนบิตไปทางซ้าย
>>	เลื่อนบิตไปทางขวา
<<==	เลื่อนบิตไปทางซ้ายแล้วให้เท่ากับ
>>==	เลื่อนบิตไปทางขวาแล้วให้เท่ากับ
&=	ทำการแอนด์แล้วให้เท่ากับ
=	ทำการออร์แล้วให้เท่ากับ
^=	ทำการเอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์แล้วให้เท่ากับ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4.1 ตัวดำเนินการ **NOT** ของข้อมูลระดับบิต

ตารางที่ 5.7 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการ NOT ของข้อมูลระดับบิต

ค่าเริ่มต้น	ตัวดำเนินการ NOT	ผลลัพธ์ที่ได้
0	$\sim (0)$	1
1	$\sim (1)$	0



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4.2 ตัวดำเนินการ **AND** ของข้อมูลระดับบิต

ตารางที่ 5.8 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการ AND ของข้อมูลระดับบิต

ค่าเริ่มต้น		ตัวดำเนินการ AND	ผลลัพธ์ที่ได้
ตัวแปร 1	ตัวแปร 2		
0	0	$0 \& 0$	0
0	1	$0 \& 1$	0
1	0	$1 \& 0$	0
1	1	$1 \& 1$	1



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4.3 ตัวดำเนินการ **OR** ของข้อมูลระดับบิต

ตารางที่ 5.9 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการ OR ของข้อมูลระดับบิต

ค่าเริ่มต้น		ตัวดำเนินการ OR	ผลลัพธ์ที่ได้
ตัวแปร 1	ตัวแปร 2		
0	0	0 0	0
0	1	0 1	1
1	0	1 0	1
1	1	1 1	1



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4.4 ตัวดำเนินการเอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์ของข้อมูลระดับบิต

ตารางที่ 5.10 ตัวดำเนินการเอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์ของข้อมูลระดับบิต

ค่าเริ่มต้น		ตัวดำเนินการ เอ็กซ์คลูซีฟ-ออร์	ผลลัพธ์ที่ได้
ตัวแปร 1	ตัวแปร 2		
0	0	$0 \wedge 0$	0
0	1	$0 \wedge 1$	1
1	0	$1 \wedge 0$	1
1	1	$1 \wedge 1$	0



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.4.5 ตัวดำเนินการเลื่อนบิต

`a = a << 4;` // ให้เลื่อนบิตค่าข้อมูล a ไปทางซ้าย 4 ครั้งแล้วผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้ที่
 a เหมือนเดิม

`b = b >> 1;` // ให้เลื่อนบิตค่าข้อมูล b ไปทางขวา 1 ครั้งแล้วผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้ที่
 b เหมือนเดิม



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.8 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบและเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      unsigned char a = 0x05;
5      unsigned char b = 0x07;
6      unsigned char y1,y2,y3,y4;
7      y1 = ~a ;
8      y2 = a & b;
9      y3 = a | b;
10     y4 = a ^ b;
11 }
```




NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x0800
a	0x05
b	0x07
y1	0xFA 'ฟ'
y2	0x05
y3	0x07
y4	0x02



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.9 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบและเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      unsigned char a, b, y1, y2, y3, y4, y5;
5      bit c;
6      a = 0x9c;
7      b = 0x46;
8      c = 0;
9      y1 = a & c;
10     y2 = a | (~c);
11     y3 = a & b;
12     y4 = a | b;
13     y5 = a ^ b;
14 }
```



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x0800
a	0x9C "
b	0x46 'F'
y1	0x00
y2	0x9D "
y3	0x04
y4	0xDE '••'
y5	0xDA 'ุ'
c	0



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.11 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการเชิงเปรียบเทียบและเชิงลอจิกของข้อมูลระดับบิต

ตัวแปร	บิตข้อมูล								ผลลัพธ์
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
a	1	0	0	1	1	1	0	0	0x9C
b	0	1	0	0	0	1	1	0	0x46
c	-	-	-	-	-	-	-	0	0
$\sim c$	-	-	-	-	-	-	-	1	1
$y1 = a \& c$	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
$y2 = a \mid (\sim c)$	1	0	0	1	1	1	0	1	0x9D
$y3 = a \& b$	0	0	0	0	0	1	0	0	0x04
$y4 = a \mid b$	1	1	0	1	1	1	1	0	0xDE
$y5 = a \wedge b$	1	1	0	1	1	0	1	0	0xDA



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.10 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการเลื่อนข้อมูล

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      unsigned char a, y1, y2, y3, y4;
5      a = 0x01;
6      y1 = a <<1;
7      y2 = a <<2;
8      y3 = a <<3;
9      y4 = a <<4;
10 }
```



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
MAIN	C:0x0800
a	0x01
y1	0x02
y2	0x04
y3	0x08
y4	0x10



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.12 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการเลื่อนบิต

ตัวแปร	บิตข้อมูล								ผลลัพธ์
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
a	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
$y1 = a \ll 1$	0	0	0	0	0	0	1	0	0x02
$y2 = a \ll 2$	0	0	0	0	0	1	0	0	0x04
$y3 = a \ll 3$	0	0	0	0	1	0	0	0	0x08
$y4 = a \ll 4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0x10



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตัวอย่างที่ 5.11 โปรแกรมการใช้งานตัวดำเนินการทางบิต

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4      unsigned char a, b, c;
5      a = b = c = 0xAA;
6      a &= 0xF0;
7      b |= 0xF0;
8      c ^= 0x55;
9  }
```



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value
 MAIN	C:0x0800
 a	0xA0 ' '
 b	0xFA 'ฟ'
 c	0xFF ' • '



NP

RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



ตารางที่ 5.13 ผลลัพธ์ของตัวดำเนินการทางบิต

[illegible]



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.5 สรุป



สรุป

ตัวดำเนินการ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาโปรแกรม **C51** เพราะว่าการดำเนินการต่าง ๆ ได้แก่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบและลอจิก และการกระทำทางบิต เป็นส่วนสำคัญในการดำเนินงานของโปรแกรม



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.6 แบบฝึกหัดท้ายบท



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.6 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงคำนวณค่าของนิพจน์ต่อไปนี้

1.1) $13 / 4$

1.2) $13 \% 4$

1.3) $-13 * 4$

1.4) $-13 * 4 + 8$

1.5) $10 * 7 / 4$

1.6) $5 * (6 \% 4)$

1.7) $1.9 + '8'$



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.6 แบบฝึกหัดท้ายบท

2. จงหาค่าทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้โดยใช้โปรแกรม C51 กำหนดตัวแปร a, b, c และ d ให้มีค่าเป็น 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับและคำนวณค่าคำตอบออกมาเป็นชนิด float

2.1) $\frac{ab}{a+b}$

2.2) $a + \frac{b}{c^2}$

2.3) $\frac{\frac{a}{b} + c}{a - \frac{b}{c}}$

2.4) $\frac{a+b}{ab}$

2.5) $\left(\frac{a+b}{c-d}\right)^2$



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.6 แบบฝึกหัดท้ายบท

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างนิพจน์ต่อไปนี้ และหาค่านิพจน์เหล่านี้เมื่อ x มีค่าเท่ากับ 0, 1 และ 10 ตามลำดับ

3.1) $x \&\& 0x01$

3.2) $x \& 0x01$

3.3) $x \parallel 0x0F$

3.4) $x | 0x0F$

4. จงใส่ค่าผลลัพธ์ในช่องว่างให้ถูกต้อง

4.1) ตัวดำเนินการเปรียบเทียบและลอจิก

X	Y	$X < Y$	$X \leq Y$	$X > Y$	$X \geq Y$	$X == Y$	$X != Y$
3	3						
3	4						
4	3						



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University



5.6 แบบฝึกหัดท้ายบท

4.2) ตัวดำเนินการทางบิต

X	Y	X&&Y	X Y	!X	!Y	X&Y	X Y	X!=0 && Y!=0
0	0							
0	7							
5	0							
5	7							
8	7							



เอกสารอ้างอิง

- ดอนสัน ปงผาบ. (2554). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. (2555). **เริ่มต้นเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C**. กรุงเทพฯ: สมาร์ตเลิร์นนิ่ง
- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2540). **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- นคร รักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2**. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- นวลندا สงวนวงศ์ทอง. (ม.ป.ป.). **เอกสารประกอบการสอน วิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1**. ค้นเมื่อ มีนาคม 1 2557 จาก http://www.it.tl.ac.th/~witsarut/subject_c.html
- ประจัน พลังสันติกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Keil C51 คอมไพเลอร์**. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- सानนท์ เจริญฉาย. (2546). **การเขียนโปรแกรมและอัลกอริทึม**. กรุงเทพฯ: มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.



เอกสารอ้างอิง

Architecture and Programming of 8051 MCUS. Retrieved March 1, 2014, from
<http://www.mikroe.com/products/view/267/architecture-and-programming-of-8051-mcu-s/>

ARMKIEL Microcontrollers Tools. **Cx51 User's Guide.** Retrieved April 1, 2014, from
<http://www.keil.com/support/man/docs/c51/>

Michael, P. (2001). **Patterns for time-triggered embedded systems: Building reliable applications with the 8051 family of microcontrollers.** New York: ACM Press Books.

Michael, P. (2002). **Embedded C.** London: Addison-Wesley Professional.

Microcontroller with 8K Bytes Flash AT89C52. Retrieved March 1, 2014, from
<http://www.atmel.com/images/doc0313.pdf>

Z80 CPU User Manual. Retrieved April 1, 2014, from
http://www.zilog.com/appnotes_download.php?FromPage=DirectLink&dn=UM0080&ft=User%20Manual&f=YUhSMGNEb3ZMM2QzZHk1NmFXeHZaeTVqYjIwldlpHOWpjeTk2T0RBdlZVMHdNRGd3TG5Ca1pnPT0=