มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University

บทที่ 4: ชนิดของข้อมูลและการใช้งานตัวแปร สำหรับโปรแกรม C51

ไมโครโพรเซสเซอร์ 1

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

บทที่ 4 ชนิดของข้อมูลและการใช้งานตัวแปรสำหรับโปรแกรม C51
4.1 บทนำ
4.2 ชนิดของข้อมูลสำหรับโปรแกรม C51
4.3 การใช้งานตัวแปรสำหรับโปรแกรม C51
4.4 แถวลำดับและสายอักขระสำหรับโปรแกรม C51
4.5 ตัวชี้
4.6 ตัวแปรโครงสร้างและยูเนียน
4.7 สรุป
4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

4.2 ชนิดของข้อมูลสำหรับโปรแกรม C51

ตารางที่ 4.1ชนิดของข้อมูลสำหรับโปรแกรม C51

ชนิดของข้อมูล	ขนาด		ค่าที่เก็บได้
	บิต	ไบต์	
bit	1	0	0 ถึง 1
signed char	8	1	-128 ถึง 127
unsigned char	8	1	0 ถึง 255
enum	16	2	-32,768ถึง +32,767
signed short int	16	2	-32,768 ถึง +32,767
unsigned short int	16	2	0 ถึง 65,535
signed int	16	2	-32,768 ถึง 32,267

ตารางที่ 4.1ชนิดของข้อมูลสำหรับโปรแกรม C51

ชนิดของข้อมูล	ขนาด		ค่าที่เก็บได้
	บิต	ไบต์	
unsigned int	16	2	0 ถึง 65,535
signed long int	32	4	-2,147,483,648 ถึง +2,147,483,647
unsigned long int	32	4	0 ถึง 4,294,967,295
float	32	4	± 3.402823E+38
sbit	1	0	0 หรือ 1
sfr	8	1	0 ถึง 255
sfr16	16	2	0 ถึง 65,535

1.ชนิดของข้อมูลแบบบิต

ตัวอย่างที่ 4.1 โปรแกรมกำหนดชนิดของข้อมูลแบบบิต

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    bit my_flag;
5    my_flag = 1;
6  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x080C	
my_flag	1	bit

2. signed char และ unsigned char

ตัวอย่างที่ 4.2 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลตัวอักษร

```
1 #include <REGX52.H>
2 void main (void)
3 {
4   unsigned char var1, var2;
5   var1 = 0xA4 ;
6   var2 = var1 ;
7 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x080C	
var1	0xA4 'ค'	uchar
var2	0xA4 'ค'	uchar

3. signed int และ unsigned int

ตัวอย่างที่ 4.3 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลจำนวนเต็ม

```
1 #include <REGX52.H>
2 void main (void)
3 {
4   unsigned int n1, n2;
5   n1 = 10;
6   n2 = 2*n1;
7 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0800	
n1	10	uint
n2	20	uint

4. signed long และ unsigned long

ตัวอย่างที่ 4.4 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลจำนวนเต็มช่วงยาว

```
1 #include <REGX52.H>
2 void main (void)
3 {
4   unsigned long temp;
5   temp = 250000;
6 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0800	
temp	250000	ulong

5. ชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนทศนิยม (**float**)

ตัวอย่างที่ 4.5 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลตัวเลขจำนวนทศนิยม

```
1 #include <REGX52.H>
2 #include <math.h>
3 void main (void)
4 {
5   float t1, t2;
6   t1=25.4;
7   t2=sqrt(t1);
8 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

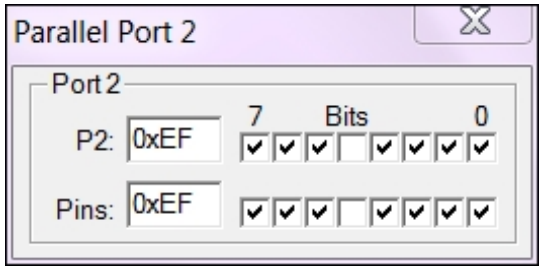
Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0A8C	
t1	25.4	float
t2	5.039841	float

6. ชนิดข้อมูลแบบ sbit

ตัวอย่างที่ 4.6 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลแบบ sbit

```
1 #include <REGX52.H>
2 sbit mybit = P2^4;
3 void main (void)
4   {
5   mybit = 1;
6   mybit = 0;
7   }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

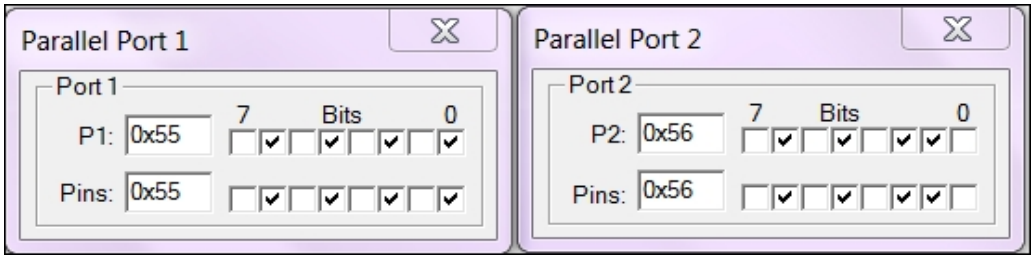


7. ชนิดข้อมูลแบบ sfr

ตัวอย่างที่ 4.7 โปรแกรมกำหนดชนิดข้อมูลแบบ sfr

```
sfr P1 = 0x90;
sfr P2 = 0xA0;
void main (void)
  {
  unsigned char my_data;
  P1 = 0x55;
  my_data = P1;
  P2 = my_data + 1;
  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม



4.3 การใช้งานตัวแปรสำหรับโปรแกรม C51

ตัวแปร

- ตัวแปร (Variables) คือ ชื่อที่ประกาศขึ้นมาเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลที่ต้องการใช้งานในระหว่างที่โปรแกรมกำลังทำงานอยู่ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว พักข้อมูล การนำข้อมูลมากระทำทางคณิตศาสตร์หรือใช้ในการเปรียบเทียบ โดยแทนที่หน่วยความจำนั้นด้วยการกำหนดชื่อขึ้นโดยต้องมีการประกาศการใช้งานและกำหนดชนิดข้อมูลของตัวแปรก่อนใช้งาน

4.3.1 กฎในการตั้งชื่อตัวแปร

จะเหมือนกับมาตรฐาน ANSI-C ซึ่งมีกฎในการตั้งชื่อ ดังนี้

1. ต้องไม่ตั้งชื่อซ้ำกับคำหลัก (Keywords) ของภาษาซีมาตรฐานและภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ชื่อที่ตั้งประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ ซึ่งอาจเป็นตัวอักษรพิมพ์เล็ก ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ ตัวเลข โดยอักษรตัวแรกต้องเป็นตัวอักษรหรือเส้นใต้อักขระเท่านั้น

อย่างไรก็ตามการตั้งชื่อตัวแปรควรตั้งชื่อให้สื่อกับวัตถุประสงค์ของการทำงานของตัวแปร เพื่อสื่อความหมายที่ตรงกัน

ตารางที่ 4.2 คำหลักในภาษาซี ตามมาตรฐาน **ANSI-C**

auto	break	case
char	const	continue
default	do	double
else	enum	extern
float	for	goto
if	int	long
register	return	short
signed	sizeof	static
struct	switch	typedef
union	unsigned	void
volatile	while	-

ที่มา: ARMKIEL Microcontrollers Tools, 2014

ตารางที่ 4.2 คำหลักในภาษาซี ตามมาตรฐาน **ANSI-C**

_at_	far	sbit
alien	idata	sfr
bdata	interrupt	sfr16
bit	large	small
code	pdata	_task_
compact	_priority_	using
data	reentrant	xdata

ที่มา: ARMKIEL Microcontrollers Tools, 2014

4.3.2 การประกาศใช้งานตัวแปร

1. การประกาศใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานหน่วยความจำ

2. การประกาศใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวกับเรจิสเตอร์
ฟังก์ชันพิเศษ

1. การประกาศใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานหน่วยความจำ

```
data_type [memory_space]    variable_name;
```

โดยที่

data_type คือ ชนิดข้อมูลที่กำหนดให้กับตัวแปร

memory_space คือ พื้นที่หน่วยความจำของตัวแปร

variable_name คือ ชื่อตัวแปรที่ประกาศ

การใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำ

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำที่ใช้งานที่สำคัญ มีดังนี้

1) การใช้งานหน่วยความจำโปรแกรม

- ใช้หน่วยความจำชนิด code

2) การใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายใน

- ใช้หน่วยความจำชนิด data, idata และ bdata

3) การใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

- ใช้หน่วยความจำชนิด data, pdata และ xdata

ตารางที่ 4.4 ประเภทของหน่วยความจำที่เกี่ยวข้องกับการประกาศตัวแปร

หน่วยความจำ	รายละเอียด
code	หน่วยความจำโปรแกรม (64 KBytes)
data	หน่วยความจำข้อมูลภายใน สามารถเข้าถึงแบบอ้างอิงโดยตรง (128 bytes)
idata	หน่วยความจำข้อมูลภายใน สามารถเข้าถึงแบบอ้างอิงโดยทางอ้อม (256 bytes)
bdata	หน่วยความจำข้อมูลภายใน สามารถเข้าถึงได้ระดับบิต (16 bytes)
xdata	หน่วยความจำข้อมูลภายนอก สามารถเข้าถึงได้ระดับบิต (64 KBytes)
pdata	หน่วยความจำข้อมูลภายนอกแบบเพจ (256 KBytes)

ที่มา: ARMKIEL Microcontrollers Tools, 2014

การประกาศใช้งานตัวแปรทั่วไปที่ไม่ได้ระบุพื้นที่หน่วยความจำ

ตัวอย่างที่ 4.8 โปรแกรมการประกาศใช้งานตัวแปร

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4     int i1, i2;
5     int i3 = 20;
6     float f1, f2;
7     char ch1, ch2;
8     i2 = 5;
9     i1 = i2;
10    i3 = i3+ i1;
11    f1 = 12.5;
12    f2 = 20.7;
13    f2 = f2 + f1;
14    ch1 = 'a';
15    ch2 = 'b';
16 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0942	
i1	5	int
i2	5	int
i3	25	int
f1	12.5	float
f2	33.2	float
ch1	97 'a'	char
ch2	98 'b'	char

การใช้งานตัวแปรแบบระบุพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม

ตัวอย่างที่ 4.9 โปรแกรมการใช้งานตัวแปรแบบระบุพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    char code msg1[] = "Keil C51";
5    code char table[5] = {'0','1','2','3','4'};
6  }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Value	Type
msg1	C:0x0003 "Keil C51"	array[9] of char
[0]	0x4B 'K'	char
[1]	0x65 'e'	char
[2]	0x69 'i'	char
[3]	0x6C 'l'	char
[4]	0x20 ' '	char
[5]	0x43 'C'	char
[6]	0x35 '5'	char
[7]	0x31 '1'	char
[8]	0x00	char
table	C:0x000C "01234"	array[5] of char
[0]	0x30 '0'	char
[1]	0x31 '1'	char
[2]	0x32 '2'	char
[3]	0x33 '3'	char
[4]	0x34 '4'	char

การใช้งานตัวแปรแบบระบุพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม

ตัวอย่างที่ 4.10 โปรแกรมการใช้งานตัวแปรแบบระบุพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    char msg1[] = "Keil C51";
5    char table[5] = {'0','1','2','3','4'};
6  }
```

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x08F6	
msg1	D:0x08 "Keil C51"	array[9] of char
[0]	0x4B 'K'	char
[1]	0x65 'e'	char
[2]	0x69 'i'	char
[3]	0x6C 'l'	char
[4]	0x20 ' '	char
[5]	0x43 'C'	char
[6]	0x35 '5'	char
[7]	0x31 '1'	char
[8]	0x00	char
table	D:0x11 "01234"	array[5] of char
[0]	0x30 '0'	char
[1]	0x31 '1'	char
[2]	0x32 '2'	char
[3]	0x33 '3'	char
[4]	0x34 '4'	char

2. การประกาศใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวกับเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

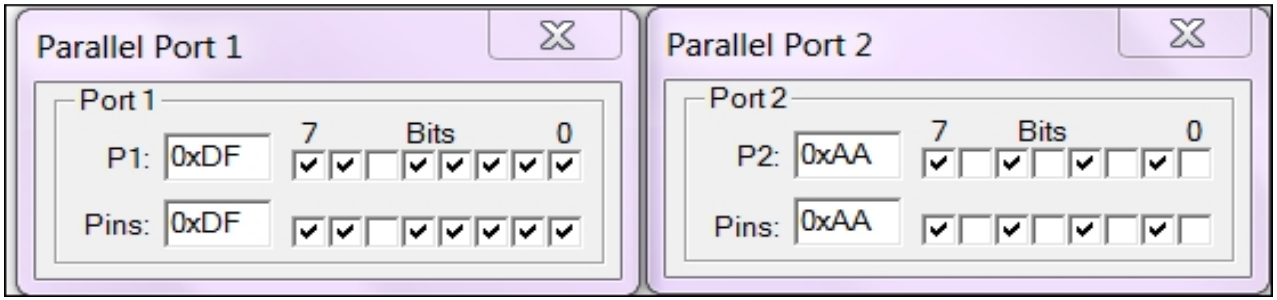
ตัวแปรที่เกี่ยวกับเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ ใช้เฉพาะสำหรับโปรแกรม C51 เท่านั้น เนื่องจากการประกาศใช้งานตัวแปรดังกล่าวเกี่ยวข้องกับบิตข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใช้ชนิดของข้อมูลแบบ bit, sbit และ sfr

2. การประกาศใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวกับเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

ตัวอย่างที่ 4.11 โปรแกรมการใช้งานตัวแปรที่เกี่ยวกับเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

```
1  #include <REGX52.H>
2  sbit mybit = P1^5;
3  void main (void)
4  {
5    mybit = 0;
6    if (mybit==1)
7    P0 = 0x55;
8    else
9    P2 = 0xAA;
10 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม



4.4 แถวลำดับและสายอักขระสำหรับโปรแกรม C51

4.4.1 แถวลำดับ

แถวลำดับ (Arrays) คือตัวแปรชุดหรือตัวแปรที่กำหนดลำดับของตัวแปรโดยมีชื่อเหมือนกันแต่สามารถเก็บข้อมูลได้มากเท่ากับจำนวนลำดับที่ได้กำหนดไว้ให้กับตัวแปร โดยการอ้างถึงตัวแปรแถวลำดับแต่ละตัวทำได้โดยการอ้างลำดับของตัวแปรนั้น

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแถวลำดับ **Num** ชนิดจำนวนเต็มที่มีสมาชิก 10 ตัว

1. การประกาศใช้งานแถวลำดับ

```
data-type    array-name [n];                    (1)
data-type    array-name [n] [m];                (2)
data-type    array-name [n] ... [m];            (3)
data-type    array-name [n] = {value_list};     (4)
```

โดยที่

(1)	คือรูปแบบการประกาศใช้งานแถวลำดับขนาด 1 มิติ
(2)	คือรูปแบบการประกาศใช้งานแถวลำดับขนาด 2 มิติ
(3)	คือรูปแบบการประกาศใช้งานแถวลำดับขนาด n มิติ
(4)	คือรูปแบบการประกาศใช้งานและกำหนดค่าแถวลำดับ
data_type	คือชนิดข้อมูลที่กำหนดให้กับตัวแปร
array-name[n]	คือชื่อตัวแปร
n, m	คือจำนวนเต็มที่กำหนดขนาดของแถวลำดับ

2. การใช้งานแถวลำดับในกรณีที่มีตัวแปรหลายตัว

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างคะแนนสอบนักเรียนในรูปแบบแถวลำดับ

เลขที่นั่งสอบนักเรียน	ตำแหน่งของแถวลำดับ	คะแนนที่ได้
001	0	70.5
002	1	89.0
003	2	87.5
...	...	...
050	49	64.2

2. การใช้งานแถวลำดับในกรณีที่มีตัวแปรหลายตัว

ตัวอย่างที่ 4.12 โปรแกรมการใช้งานแถวลำดับ

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4     int i, num [10];
5       for(i=0;i<10;i++)
6       {
7       num[i] = i;
8       }
9     while (1);
10 }
```

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0800	
i	10	int
num	D:0x08	array[10] of int
[0]	0	int
[1]	1	int
[2]	2	int
[3]	3	int
[4]	4	int
[5]	5	int
[6]	6	int
[7]	7	int
[8]	8	int
[9]	9	int

2. การใช้งานแถวลำดับในกรณีที่มีตัวแปรหลายตัว

ตัวอย่างที่ 4.13 โปรแกรมการใช้งานแถวลำดับ

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4     int num [3][3];
5     int i, j;
6
7       for(i=0;i<3;i++)
8       {
9         for(j=0;j<3;j++)
10        {
11        num [i][j] = i+j;
12        }
13      }
14    while (1);
15 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0800	
num	D:0x08	array[3][3] of int
[0]	D:0x08	array[3] of int
[0]	0	int
[1]	1	int
[2]	2	int
[1]	D:0x0E	array[3] of int
[0]	1	int
[1]	2	int
[2]	3	int
[2]	D:0x14	array[3] of int
[0]	2	int
[1]	3	int
[2]	4	int
i	3	int
j	3	int

4.4.2 สายอักขระ

สายอักขระ (Strings) คือแถวลำดับของตัวแปรชนิดตัวอักษรขนาด 1 มิติ เนื่องจากภาษาซีมาตรฐานจะไม่มีชนิดข้อมูลสายอักขระจะมีเพียงชนิดข้อมูลชนิดตัวอักษรเท่านั้น ดังนั้นในการสร้างและใช้งานสายอักขระจึงเป็นการนำตัวแปรชนิดตัวอักษรมารวมกันในรูปแบบของแถวลำดับที่มีชนิดข้อมูลเป็น char

การใช้งานสายอักขระ

ตัวอย่างที่ 4.14 โปรแกรมการใช้งานสายอักขระ

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4  unsigned char mynum[] = "ABCDEF";
5    unsigned char z;
6    for (z=0; z<=6; z++)
7    P1 = mynum[z];
8    while (1);
9  }
```

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x08F6	
mynum	D:0x08 "ABCDEF"	array[7] of uchar
[0]	0x41 'A'	uchar
[1]	0x42 'B'	uchar
[2]	0x43 'C'	uchar
[3]	0x44 'D'	uchar
[4]	0x45 'E'	uchar
[5]	0x46 'F'	uchar
[6]	0x00	uchar
z	0x07	uchar

4.5 ตัวชี้

ตัวชี้

การใช้งานตัวชี้สำหรับโปรแกรม C51 มี 2 รูปแบบ

1. ตัวชี้ทั่วไป (Generic pointers)
2. ตัวชี้หน่วยความจำพิเศษ (Memory-specific pointers)

4.5.1 ตัวชี้ทั่วไป

```
data_type        * variable_name;
```

โดยที่	data_type	คือชนิดข้อมูลที่กำหนดให้กับตัวแปร
	*	เป็นเครื่องหมายแสดงว่าตัวแปรที่ประกาศตามหลังคือตัวชี้
	variable_name	คือชื่อตัวแปรชนิดตัวชี้

ตารางที่ **4.6** รูปแบบของตัวชี้ โดยใช้คำสั่ง **int *iptr;**

นิพจน์	คำอธิบาย
iptr	ชื่อตัวแปรที่ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ นิพจน์นี้ให้ค่าเป็น int หรือ unsigned int ซึ่งเป็นที่อยู่ที่ตัวชี้นี้ชี้ไป
&iptr	นิพจน์นี้ระบุที่อยู่ของตัวชี้ iptr ในหน่วยความจำ
***iptr**	นิพจน์นี้ให้ค่าข้อมูลที่เก็บอยู่ในที่อยู่ที่ตัวชี้ iptr กำลังชี้ไป

การใช้งานตัวชี้ทั่วไป

ตัวอย่างที่ 4.15 โปรแกรมการใช้งานตัวชี้

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4     int *iptr;
5     int i,j;
6     i = 20;
7     iptr = &i;
8     j = *iptr;
9     while (1);
10 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x082B	
iptr	I:0x0B	ptr3
i	20	int
j	20	int

4.5.2 ตัวชี้หน่วยความจำพิเศษ

```
data_type        memory-type        * variable_name;
```

โดยที่ **memory type** คือ ชนิดของหน่วยความจำ

4.5.2 ตัวชี้หน่วยความจำพิเศษ

ชนิดของหน่วยความจำที่กำหนดการใช้งานตัวชี้ อาจกำหนดเป็นหน่วยความจำใดๆ ก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น

```
char data *str;          // ตัวชี้ที่ชี้ไปยังชนิดข้อมูลตัวอักษร
                         เก็บในหน่วยความจำข้อมูลภายใน
int xdata *number;       // ตัวชี้ที่ชี้ไปยังชนิดข้อมูลจำนวน
                         เต็มเก็บในหน่วยความจำข้อมูล
                         ภายนอก
long code  *cost;        // ตัวชี้ที่ชี้ไปยังชนิดข้อมูลจำนวน
                         เต็มช่วงยาวเก็บในหน่วยความจำ
                         โปรแกรม
```

การใช้งานตัวชี้หน่วยความจำพิเศษ

ตัวอย่างที่ 4.16 โปรแกรมการใช้งานตัวชี้หน่วยความจำพิเศษ

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    int idat[5]= {10,20,30,40,50};
5    int j[5]= {0,0,0,0,0};
6    int *iptr;
7    int i;
8    iptr = idat;
9    for(i=0;i<5;i++)
10   {
11   j[i] = *(iptr+i);
12   }
13   while (1);
14 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x092E	
idat	D:0x08	array[5] of int
[0]	10	int
[1]	20	int
[2]	30	int
[3]	40	int
[4]	50	int
j	D:0x12	array[5] of int
[0]	10	int
[1]	20	int
[2]	30	int
[3]	40	int
[4]	50	int
iptr	I:0x08	ptr3
[0]	10	int
i	5	int

4.6 ตัวแปรโครงสร้างและยูเนียน

4.6.1 ตัวแปรโครงสร้าง

ตัวแปรโครงสร้าง (Structures) เป็นตัวแปรประเภทหนึ่งที่รวบรวมตัวแปรที่เหมือนหรือแตกต่างกันมาไว้รวมกัน ซึ่งอยู่ภายใต้ชื่อเดียวกัน ถ้าต้องการสร้างข้อมูลแบบโครงสร้างต้องทำการกำหนดว่าจะใช้ข้อมูลแบบใดบ้างที่ต้องการเก็บไว้ในโครงสร้าง

4.6.1 ตัวแปรโครงสร้าง

การประกาศตัวแปรประเภทโครงสร้างประกาศได้ 2 รูปแบบ

```
struct tag-name {
        type element1;
        type element2;
        type element3;
        ...
} variable-list;
```

```
struct tag-name {
        type element1;
        type element2;
        type element3;
        ...
} ;
```

โดยที่

tag-name	คือชื่อของโครงสร้างหรือป้ายโครงสร้าง
type element	คือชนิดของตัวแปรภายในตัวแปรโครงสร้าง
variable-list หรือไม่ก็ได้	คือชื่อที่ใช้ในการอ้างอิงตัวแปรโครงสร้างจะกำหนด

การใช้งานตัวแปรโครงสร้าง

ตัวอย่างที่ 4.17 โปรแกรมการใช้งานตัวแปรโครงสร้าง

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    struct person{
5    int ID;
6    char Name;
7    int Age;
8    } ;
9
10   struct person MrA,MrB;
11   MrA.ID = 1;
12   MrA.Name = 'A';
13   MrA.Age = 20;
14   MrB.ID = 2;
15   MrB.Name = 'B';
16   MrB.Age = 25;
17   while (1);
18 }
```

ผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม

Name	Location/Value	Type
MAIN	C:0x0800	
MrA	D:0x08	struct person
ID	1	int
Name	65 'A'	char
Age	20	int
MrB	D:0x0D	struct person
ID	2	int
Name	66 'B'	char
Age	25	int

4.6.2 ตัวแปรยูเนียน

การประกาศตัวแปรแบบยูเนียน (Union) มีลักษณะที่คล้ายกับตัวแปรแบบโครงสร้าง แต่การประกาศใช้งานตัวแปรแบบยูเนียน นี้จะประหยัดการใช้งานหน่วยความจำได้ เนื่องจากตัวแปรแบบยูเนียนจะใช้หน่วยความจำในตำแหน่งเดียวกันในเวลาหนึ่ง (ไม่ได้ใช้งานพร้อมกัน)

4.6.2 ตัวแปรยูเนียน

การประกาศตัวแปรยูเนียนประกาศได้ 2 รูปแบบ

```
union tag-name {
        type element1;
        type element2;
        type element3;
        ...
} variable-list;
```

```
union tag-name {
        type element1;
        type element2;
        type element3;
        ...
} ;
```

โดยที่

tag-name	คือชื่อของยูเนียนหรือป้ายยูเนียน
type element	คือชนิดของตัวแปรภายในตัวแปรยูเนียนหรือสมาชิกนั่นเอง
variable-list	คือชื่อที่ใช้ในการอ้างอิงตัวแปรยูเนียนจะกำหนดหรือไม่ก็ได้

การใช้งานตัวแปรยูเนียน

ตัวอย่างที่ 4.18 โปรแกรมการใช้งานตัวแปรยูเนียน

```
1  #include <REGX52.H>
2  void main (void)
3  {
4    union person{
5    int ID;
6    char Name;
7    int Age;
8    } MrA,MrB;
9
10   MrA.ID = 1;
11   MrA.Name = 'A';
12   MrA.Age = 20;
13   MrB.ID = 2;
14   MrB.Name = 'B';
15   MrB.Age = 25;
16   while (1);
17 }
```

4.7 สรุป

สรุป

การเลือกใช้งานชนิดของข้อมูลให้เหมาะสมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำ
ค่อนข้างจำกัด และการใช้งานตัวแปรชนิดต่างๆ ที่สำคัญได้แก่

- แถวลำดับและสายอักขระ
- ตัวชี้
- ตัวแปรโครงสร้างและยูเนียน

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอธิบายการประกาศตัวแปรชนิดข้อมูลตัวอักษร ตัวเลขจำนวนเต็ม และทศนิยม
2. จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างการประกาศตัวแปรแบบ bit sbit และ sfr
3. การตั้งชื่อตัวแปรในข้อใดไม่ถูกต้องตามกฎในการตั้งชื่อตัวแปรสำหรับโปรแกรม C51

   3.1) Result99

   3.2) small

   3.3) My name

   3.4) _test

   3.5) 10Points

   3.6) @temperature

   3.7) sizeof

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

4. จงอธิบายประเภทของหน่วยความจำที่เกี่ยวข้องกับการประกาศตัวแปรสำหรับโปรแกรม C51 ดังนี้

4.1) หน่วยความจำ code

4.2) หน่วยความจำ data

4.3) หน่วยความจำ idata

4.4) หน่วยความจำ bdata

4.5) หน่วยความจำ xdata

4.6) หน่วยความจำ pdata

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

5. จงเขียนโปรแกรมเพื่อประกาศตัวแปรแถวลำดับตามที่กำหนด

5.1) แถวลำดับชื่อว่า ID มีสมาชิก 10 ตัว กำหนดค่าเริ่มต้นให้มีค่าเท่ากับ 100 , 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1000 ตามลำดับ

5.2) แถวลำดับชื่อว่า Key ขนาด 2 มิติ มีสมาชิกจำนวน 16 ตัว กำหนดค่าเริ่มต้นทุกตัวเท่ากับ

5.3) แถวลำดับมีชื่อว่า Alpha มีสมาชิกจำนวน 7 ตัว กำหนดค่าเริ่มต้นเท่ากับ ‘K’, ‘e’, ‘i’, ‘L’, ‘C’, ‘5’ และ‘1’ ตามลำดับ

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

6. กำหนดให้ a และ p เป็นแถวลำดับและตัวชี้ตามลำดับ โดยกำหนดค่าดังนี้

```
int a[ ]= {1,-4,4,3,10,25,19,0,2};
int *p = &a[3] ;
```

จงหาค่าของนิพจน์ต่อไปนี้

6.1) *(p+2);

6.2) p[-2];

6.3) a[*p+1];

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท

7. จงเขียนโปรแกรมโดยใช้ ตัวแปรโครงสร้าง สำหรับบันทึกประวัตินักศึกษาโดยมีข้อมูลที่ต้องการบันทึกดังนี้ ชื่อ-นามสกุล รหัสนักศึกษา สาขาวิชา และคณะที่ศึกษา โดยให้แสดงผลดังตัวอย่าง ดังนี้

Name: Tony Barber

Student ID: 56010361503

Department: Electronics

Faculty: Engineering

เอกสารอ้างอิง

ดอนสัน ปงผาบ. (2554). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. (2555). **เริ่มต้นเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C.** กรุงเทพฯ: สมาร์ทเลิร์นนิ่ง

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2540). **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2.** กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

นวลนดา สงวนวงษ์ทอง. (ม.ป.ป.). **เอกสารประกอบการสอน วิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1.** ค้นเมื่อ มีนาคม 1 2557 จาก http://www.it.tl.ac.th/~witsarut/subject_c.html

ประจิน พลังสันติกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Keil C51 คอมไพเลอร์.** กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

สานนท์ 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=YUhSMGNEb3ZMM2QzZHk1NmFXeHZaeTVqYjIwdlpHOWpjeTk2T0RBdlZVMHdNRGd3TG5Ca1pnPT0=