บทที่ 8
แถวลำดับ (Array)

ในงานประยุกต์บางอย่างอาจจะต้องมีการกระทำกับข้อมูลที่มีจำนวนมาก และเป็นข้อมูลประเภทเดียวกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบของนักศึกษาจำนวน 30 คน เราจะต้องมีการกำหนดชื่อตัวแปร จำนวน 30 ชื่อ คือ test_score1, test_score2, … , test_score30 เพื่อเก็บข้อมูลคะแนนสอบของนักศึกษา จำนวน 30 คน ในหน่วยความจำ ในการใช้งานจริง เวลาเราอ้างถึงตัวแปรแต่ละตัวอาจจะยุ่งยาก ในภาษา C ได้กำหนดให้ง่ายโดยใช้เพียงชื่อตัวแปร ตามด้วยดัชนี (Index) หรือตัวบอกลำดับ (subscript) โดยถูกปิดล้อมด้วยเครื่องหมาย [และ] เช่น test_score[30]

โดย test_score[0] จะแทนคะแนนสอบของนักศึกษาคนที่ 1

test_score[1] จะแทนคะแนนสอบของนักศึกษาคนที่ 2

! ! !

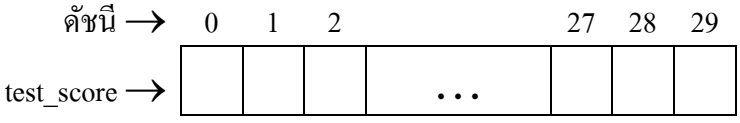
test_score[29] จะแทนคะแนนสอบของนักศึกษาคนที่ 30

หมายเหตุ ในภาษา C ตัวบอกลำดับหรือดัชนีจะเริ่มจาก 0 ซึ่งโครงสร้างข้อมูลแบบนี้ในภาษา C เราจะเรียกว่าแถวลำดับ (array)

8.1 แถวลำดับ (array)

แถวลำดับ (array) คือกลุ่มของข้อมูลที่มีจำนวนที่แน่นอน และมีชนิดของข้อมูลเป็นแบบเดียวกันหมด โดยจะถูกกำหนดเนื้อที่ในหน่วยความจำให้ต่อเนื่องกันไป

เช่น กำหนด int test_score[30] จะหมายถึง



8.2 รูปแบบทั่วไปของการประกาศตัวแปรแถวลำดับ 1 มิติ

```
storage–class   data–type   array[expression];
```

โดย storage–class คือ ประเภทหน่วยเก็บ เช่น static, auto เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้

ถ้านิยามภายในฟังก์ชันใด ๆ จะมีประเภทหน่วยเก็บเป็นแบบอัตโนมัติ และถ้านิยามภายนอกฟังก์ชันใด ๆ จะมีประเภทหน่วยเก็บเป็นแบบภายนอก ถ้าภายในแต่ละฟังก์ชันไม่ได้กำหนด จะมี default เป็นแบบอัตโนมัติ

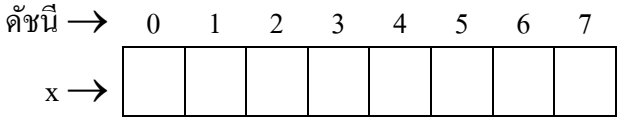
data–type คือ ชนิดของข้อมูล เช่น int, char เป็นต้น

array คือ ชื่อของตัวแปรแถวลำดับที่ตั้งตามกฎเกณฑ์การตั้งชื่อ

expression คือ ค่าจำนวนเต็มบวก ซึ่งอาจจะเป็นค่าคงตัวหรือชื่อคงตัว เพื่อบ่งบอกจำนวนของตัวแปรแถวลำดับ

ตัวอย่างที่ 8.1 กำหนด int x[8]

หมายความว่า จะเป็นการประกาศเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์เตรียมเนื้อที่ให้กับตัวแปรแถวลำดับ x จำนวน 8 ตัว ให้มีเนื้อที่ต่อเนื่องกันไปโดยแต่ละตัวจะมีข้อมูลเป็นชนิด int ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1

ในภาษา C จะกำหนดให้ สมาชิกลำดับที่ 1 มีดัชนีคือ 0

สมาชิกลำดับที่ 2 มีดัชนีคือ 1

! !

สมาชิกลำดับที่ 8 มีดัชนีคือ 7

โดย x[0] คือ ค่าของสมาชิกในตัวแปรแถวลำดับในลำดับที่ 1

x[1] คือ ค่าของสมาชิกในตัวแปรแถวลำดับในลำดับที่ 2

! ! !

x[7] คือ ค่าของสมาชิกในตัวแปรแถวลำดับในลำดับที่ 8

ตัวอย่างที่ 8.2 กำหนด double x[8] และ

กำหนดค่าเริ่มต้นในตัวแปรแถวลำดับ x ดังรูปที่ 8.2

x[0]	x[1]	x[2]	x[3]	x[4]	x[5]	x[6]	x[7]
16.0	12.0	6.0	8.0	2.5	12.0	14.0	–54.5

รูปที่ 8.2

ข้อความสั่ง	ความหมาย
printf (“% . 1f”, x[0]) ;	แสดงค่าของ x[0] บนจอภาพ คือ 16.0
x[3] = 25.0 ;	นำค่า 25.0 ไปไว้ใน x[3]
sum = x[0] + x[1] ;	หาผลรวมของ x[0] กับ x[1] ไปไว้ในตัวแปร sum
sum + = x[2] ;	หาผลรวมของ x[2] กับ sum ไปไว้ในตัวแปร sum
x[3] + = 1.0 ;	หาผลรวมของ x[3] กับ 1.0 ไปไว้ในตัวแปร x[3]
x[2] = x[0] + x[1] ;	หาผลรวมของ x[0] กับ x[1] ไปไว้ในตัวแปร x[2]

เมื่อมีการกระทำการ (execute) ข้อความสั่งทั้งหมดจะได้ผลลัพธ์ ดังรูปที่ 8.3

x[0]	x[1]	x[2]	x[3]	x[4]	x[5]	x[6]	x[7]
16.0	12.0	28.0	26.0	2.5	12.0	14.0	–54.5

รูปที่ 8.3

ตัวอย่างที่ 8.3 กำหนดค่าเริ่มต้นในตัวแปรแถวลำดับ x ดังรูปที่ 8.4

X[0]	x[1]	x[2]	x[3]	x[4]	x[5]	x[6]	x[7]
16.0	12.0	6.0	8.0	2.5	12.0	14.0	–54.5

รูปที่ 8.4

และกำหนด int i = 5 ;

ข้อความสั่ง	ความหมาย
printf (“%d %.1f”, 4, x[4]) ;	แสดงค่า 4 และ 2.5 บนจอภาพ (ค่าของ x[4] = 2.5)
printf (“%d %.1f”, i, x[i]) ;	แสดงค่า 5 และ 12.0 บนจอภาพ (ค่าของ x[5] = 12.0)
printf (“%.1f”, x[i] + 1) ;	แสดงค่า 13.0 บนจอภาพ (นำค่า x[5] บวก 1)
printf (“%.1f”, x[i] + i) ;	แสดงค่า 17.0 บนจอภาพ (นำค่า x[5] บวก 5)
printf (“%.1f”, x[i + 1]) ;	แสดงค่า 14.0 บนจอภาพ (นำค่า x[6] บวก 14.0)
printf (“%.1f”, x[i + i]) ;	ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก x[5 + 5] = x[10] ไม่ได้กำหนดไว้
printf (“%.1f”, x[2 * i]) ;	ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก x[2 * 5] = x[10] ไม่ได้กำหนดไว้
printf (“%.1f”, x[2 * i – 3]) ;	แสดงค่า –54.5 (ค่าของ x[7] = –54.5)
printf (“%.1f”, x[(int) x [4]]) ;	แสดงค่า 6.0 (ค่าของ x[2] = 6)
printf (“%.1f”, x[i++]) ;	แสดงค่า 12.0 (ค่าของ x[5] = 12.0) แล้วเพิ่มค่า i ขึ้นอีก 1 ทำให้ i = 6
printf (“%.1f”, x[– –i]) ;	แสดงค่า 12.0 (ค่าของ x[5] = 12.0) ลดค่า i ลง 1 ก่อน แล้วแสดงค่าของ x[5]
x[i – 1] = x[i] ;	กำหนดค่าของ x[5] คือ 12.0 ไปให้ x[4]
x[i] = x[i +1] ;	กำหนดค่าของ x[6] คือ 14.0 ไปให้ x[5]
x[i] – 1 = x[i] ;	เป็นข้อความสั่งกำหนดค่าไม่ถูกต้อง

8.3 รูปแบบทั่วไปของการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ 1 มิติ

```
storage–class   data–type   array[expression] = {value 1, value 2, …,   value n} ;
```

โดย Value 1 เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับสมาชิกลำดับที่ 1 ของตัวแปรแถวลำดับ

Value 2 เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับสมาชิกลำดับที่ 2 ของตัวแปรแถวลำดับ

! ! !

Value n เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับสมาชิกลำดับที่ n ของตัวแปรแถวลำดับ

หมายเหตุ ตัวแปรแถวลำดับที่มีหน่วยเก็บเป็นแบบอัตโนมัติ จะไม่เหมือนกับตัวแปรอัตโนมัติ กล่าวคือ ไม่สามารถกำหนดค่าเริ่มต้นได้ แต่ตัวแปรแถวลำดับที่มีหน่วยเก็บเป็นแบบภายนอก สามารถกำหนดค่าเริ่มต้นได้

ตัวอย่างที่ 8.4 กำหนด `int digits[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} ;`

จะหมายถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ digits โดย

```
digits[0] = 1
digits[1] = 2
digits[2] = 3
digits[3] = 4
digits[4] = 5
digits[5] = 6
digits[6] = 7
digits[7] = 8
digits[8] = 9
digits[9] = 10
```

ตัวอย่างที่ 8.5 กำหนด int digits[10] = {3, 3, 3} ;

จะหมายถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ digits 3 ตัวแรก มีค่าเท่ากับ 3 ส่วนที่เหลือจะถูกกำหนดให้เป็น 0 หมดโดยอัตโนมัติ ดังนี้

```
digits[0] = 3
digits[1] = 3
digits[2] = 3
digits[3] = 0   }
digits[4] = 0   }
digits[5] = 0   }
digits[6] = 0   }  ถูกกำหนดให้เป็น 0 โดยอัตโนมัติ
digits[7] = 0   }
digits[8] = 0   }
digits[9] = 0   }
```

ตัวอย่างที่ 8.6 กำหนด int digits[ ] = {1, 2, 3, 4, 5, 6} ;

ในตัวอย่างนี้ไม่ได้มีการกำหนดจำนวนตัวให้กับตัวแปรแถวลำดับ ดังนั้นจำนวนตัวของตัวแปรแถวลำดับจะเท่ากับจำนวนที่ได้กำหนดมา

```
digits[0] = 1
digits[1] = 2
digits[2] = 3
digits[3] = 4
digits[4] = 5
digits[5] = 6
```

หมายเหตุ กำหนด int digits[ ] จะไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่ได้กำหนดจำนวนสมาชิก และจะไม่ผ่านการแปลโปรแกรม

ตัวอย่างที่ 8.7 กำหนด char color[3] = {'R', 'E', 'D'} ;

จะหมายถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ color โดย

```
color[0] = 'R'
color[1] = 'E'
color[2] = 'D'
```

ตัวอย่างที่ 8.8 กำหนด char flag[5] = {'T', 'R', 'U', 'E'} ;

จะหมายถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ flag 4 ตัวแรก และสมาชิกลำดับสุดท้ายจะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ '\0' โดย

flag[0] = 'T'
flag[1] = 'R'
flag[2] = 'U'
flag[3] = 'E'
flag[4] = '\0' ← เป็นอักขระว่าง (null character)

ตัวอย่างที่ 8.9 กำหนด char color[3] = "RED" ;

จะหมายถึง

color[0] = 'R'
color[1] = 'E'
color[2] = 'D'

ตัวอย่างที่ 8.10 กำหนด char color[ ] = "RED" ;

จะหมายถึง

color[0] = 'R'
color[1] = 'E'
color[2] = 'D'
color[3] = '\0' ← เป็นอักขระว่าง (null character)
จะถูกกำหนดให้โดยอัตโนมัติ

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 8.9 และ 8.10 จะไม่เหมือนกัน โดย

ตัวอย่างที่ 8.9 จะไม่ถูกต้อง เนื่องจากจะต้องมีอักขระว่างเติมเข้าไปด้วย

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.11 เป็นโปรแกรมที่มีการประกาศตัวแปรแถวลำดับ array ไว้นอกฟังก์ชัน ซึ่งจะถือว่าเป็นตัวแปรส่วนกลาง และมีค่าเริ่มต้นเป็นศูนย์โดยอัตโนมัติ

```
#include <stdio.h>

    int array[3] ;   <-------  ตัวแปรส่วนกลาง

main ()
{
    printf ( “contents of array[0]  = > %d\n”, array[0] ) ;
    printf ( “contents of array[1]  = > %d\n”, array[1] ) ;
    printf ( “contents of array[2]  = > %d\n”, array[2] ) ;
}
```

```
contents of array[0]  = > 0
contents of array[1]  = > 0
contents of array[2]  = > 0
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.12 เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกับโปรแกรมในตัวอย่างที่ 8.11 เพียงแต่ว่ามีการประกาศตัวแปรแถวลำดับในฟังก์ชันในกรณีนี้จะถือว่าเป็นตัวแปรอัตโนมัติ และไม่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    int array[3] ;   <-------  ตัวแปรอัตโนมัติ

    printf ( “contents of array[0]  = > %d\n”, array[0] ) ;
    printf ( “contents of array[1]  = > %d\n”, array[1] ) ;
    printf ( “contents of array[2]  = > %d\n”, array[2] ) ;
}
```

```
contents of array[0]  = > 0
contents of array[1]  = > –5672   <-------  เป็นค่าที่เป็นขยะ
contents of array[2]  = > 58
```

จากตัวอย่างนี้ ผลลัพธ์ของตัวแปรแถวลำดับ array[0] ถึง array[2] จะเป็นค่าที่เกิดจากการตกค้างของหน่วยความจำก่อนหน้านี้ที่เราเรียกว่า ค่าที่เป็นขยะ (garbage value)

หมายเหตุ ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.12 ตัวแปรแถวลำดับ array จะถูกประกาศไว้ภายในฟังก์ชัน เราจะถือว่าเป็นตัวแปรอัตโนมัติหรือตัวแปรเฉพาะที่ และจะไม่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นเป็น 0 ถ้าต้องการกำหนดค่าเริ่มต้นเป็น 0 ให้กำหนดประเภทหน่วยเก็บเป็นแบบ static ดังรูปที่ 8.5

```
main ()
{
    static int array[3] ;
    •
    •
    •
}
```

รูปที่ 8.5

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.13 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรภายในฟังก์ชัน

```
#include <stdio.h>

main ()
{
   int array[3] ;

   array[0]  =  10 ;
   array[1]  =  20 ;
   array[2]  =  30 ;

   printf ( “contents of array[0]  = > %d\n”, array[0] ) ;
   printf ( “contents of array[1]  = > %d\n”, array[1] ) ;
   printf ( “contents of array[2]  = > %d\n”, array[2] ) ;
}
```

```
contents of array[0]  = > 10
contents of array[1]  = > 20
contents of array[2]  = > 30
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.14 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ และใช้ข้อความสั่ง for พิมพ์ค่าตัวแปรแถวลำดับแต่ละตัวออกสู่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    int number_array[7] ;
    int index ;

    /*   Place values in the array.   */

    number_array[0] = 0 ;
    number_array[1] = 2 ;
    number_array[2] = 4 ;
    number_array[3] = 8 ;
    number_array[4] = 16 ;
    number_array[5] = 32 ;
    number_array[6] = 64 ;

    for (index = 1 ; index < = 5 ; index++)
    {
        printf ( “number_array[%d] = %d”, index, number_array[index] ) ;
        printf ( “number_array[%d + 1] = %d”, index, number_array[index + 1] ) ;
        printf ( “number_array[%d – 1] = %d\n”, index, number_array[index – 1] ) ;
    }
}
```

```
number_array[1] = 2 number_array[1 + 1] = 4 number_array[1 – 1] = 0
number_array[2] = 4 number_array[2 + 1] = 8 number_array[2 – 1] = 2
number_array[3] = 8 number_array[3 + 1] = 16 number_array[3 – 1] = 4
number_array[4] = 16 number_array[4 + 1] = 32 number_array[4 – 1] = 8
number_array[5] = 32 number_array[5 + 1] = 64 number_array[5 – 1] = 16
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.15 เป็นโปรแกรมพิมพ์ตัวอักขระออกสู่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static char array[7] = {'H', 'e', 'l', 'l', 'o'} ;

    printf ( "%s", array ) ;
}
```

```
Hello
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.16 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นภายในฟังก์ชัน เป็นแบบ static และพิมพ์ค่าแต่ละตัวออกสู่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static int array[3] = {10, 20, 30} ;
    int index ;

    for (index = 0 ; index < 3 ; index++)
    {
        printf ( "array[%d] = %d\n", index, array[index] ) ;
    }
}
```

```
array[0] = 10
array[1] = 20
array[2] = 30
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.17 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นภายในฟังก์ชัน และพิมพ์ค่าแต่ละตัวออกสู่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    int values[10] ;
    int index ;

    values[0]  =  197 ;
    values[2]  =  –100 ;
    values[5]  =  350 ;
    values[3]  =  values[0] + values[5] ;
    values[9]  =  values[5] / 10 ;
    – –values[2] ;

    for (  index  =  0 ;    index < 10 ;    ++index  )
        printf ( “values[%d]  =  %d\n”,  index,  values[index] ) ;
}
```

```
values[0]  =  197
values[1]  =  0
values[2]  =  –101
values[3]  =  547
values[4]  =  0
values[5]  =  350
values[6]  =  0
values[7]  =  0
values[8]  =  0
values[9]  =  35
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.18 เป็นโปรแกรมแสดงลำดับ ฟีโบนักชี (Fibonacci) จำนวน 15 พจน์แรก

```
/* Program to generate the first 15 Fibonacci numbers */

#include <stdio.h>

main ()
{
    int Fibonacci[15],  i ;

    Fibonacci[0]  =  0 ;     /* by definition */
    Fibonacci[1]  =  1 ;     /*        ditto       */

    for ( i  =  2 ;  i < 15 ;  ++i )
        Fibonacci[i]  =  Fibonacci[i – 2] + Fibonacci[i – 1] ;

    for ( i  =  0 ;  i < 15 ;  ++i )
        printf ( “%d\n”,  Fibonacci[i] ) ;
}
```

```
0
1
1
2
3
5
8
13
21
34
55
89
144
233
377
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.19 เป็นโปรแกรมแสดงจำนวนเฉพาะที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 50

```
/* Modified program to generate prime numbers */

#include <stdio.h>

main ()
{
    int p, is_prime,  i,  prime[50],  prime_index  =  2 ;

    prime[0]  =  2 ;
    prime[1]  =  3 ;

    for ( p  =  5 ;  p  <=  50 ;  p  =  p + 2 )
    {
        is_prime  =  1 ;

        for ( i  =  1 ;  is_prime  &&
                        p / primes[i]  >=  primes[i] ;  ++i )
            if ( p % prime[i]  ==  0 )
                is_prime  =  0 ;

        if ( is_primes )
        {
            primes[primes_index]  =  p ;
            ++prime_index ;
        }
    }
    for ( i  =  0 ;  i  <  prime_index ;   ++i )
        printf ( "%d   ",  primes[i] ) ;

    printf ( "\n" ) ;
}
```

```
2   3   5   7   11   13   17   19   23   29   31   37   41   43   47
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.20 เป็นโปรแกรมแสดงข้อความ “Hello!” โดยตัวแปรแถวลำดับ word

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static char word[ ] = {  'H', 'e', 'l', 'l', 'o', '!'  }
    int    i ;

    for ( i = 0 ;   i < 6 ;   ++i )
        printf ( “%c”,  word[i] ) ;

    printf ( “\n” ) ;
}
```

```
Hello!
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.21 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ 5 จำนวนแรก ส่วน 5 จำนวนหลัง ได้จากการคำนวณและพิมพ์ค่าทุกตัวออกสู่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static int array_values[10] = { 0, 1, 4, 9, 16 } ;
    int    i ;

    for ( i = 5 ;   i < 10 ;   ++i )
        array_values[i] = i * i ;

    for ( i = 0 ;   i < 10 ;   ++i )
        printf ( “array_values[%d] = %d\n”,  i,  array_values[i] ) ;
}
```

```
array_values[0] = 0
array_values[1] = 1
array_values[2] = 4
array_values[3] = 9
array_values[4] = 16
array_values[5] = 25
array_values[6] = 36
array_values[7] = 49
array_values[8] = 64
array_values[9] = 81
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.22 เป็นโปรแกรมการแปลงเลขฐานสิบไปยังเลขฐานตามที่ต้องการ โดยให้ผู้ใช้ป้อนเลขฐานที่ต้องการแปลง

```
/* Program to convert a positive integer to another base */

#include <stdio.h>

main ()
{
    static char  base_digits[16]  =
        { '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7',
          '8', '9', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F' } ;
    int          converted_number[64] ;
    long int     number_to_convert ;
    int          next_digit, base, index  =  0 ;

    /* get the number and the base */

    printf ( "Number to be converted?  " ) ;
    scanf ( "%ld",  &number_to_convert" ) ;
    printf ( "Base?  " ) ;
    scanf ( "%d",  &base ) ;

    /* convert to the indicated base */

    do
    {
        converted_number[index]  =  number_to_convert  %  base ;
        ++index ;
        number_to_convert  =  number_to_convert  /  base ;
    }
    while   ( number_to_convert  !=  0 ) ;

    /* display the results in reverse order */

    printf ( "Converted number  =  " ) ;

    for ( --index ;  index  >=  0 ;    --index )
    {
        next_digit  =  converted_number[index] ;
        printf ( "%c",  base_digits[next_digit] ) ;
    }

    printf ( "\n" ) ;
}
```

```
Number to be converted?  10
Base?  2
Converted number  =  1010
```

```
Number to be converted?  128362
Base?  16
Converted number  =  1F56A
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.23 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดจำนวนตัวในตัวแปรแถวลำดับ โดยใช้

#define SIZE 10

```
/* Initialize the elements of array s to the even integers from 2 to 20 */
#include <stdio.h>
#define SIZE 10

/* function main begins program execution */
int main ()
{
   /* symbolic constant SIZE can be used to specify array size */
   int s[SIZE] ;  /* array s has 10 elements */
   int j ;  /* counter */

   for ( j  =  0 ; j  <  SIZE ;  j++ )   {  /* set the values */
      s[j]  =  2 + 2 * j ;
   }  /* end for */

   printf ( "%s%13s\n",  "Element",  "Value" ) ;

   /* output contents of array s in tabluar format */
   for ( j  =  0 ;  j  <  SIZE ;  j++ )  {
       printf ( "%7d%13d\n",  j,  s[j] ) ;
   }  /* end for */

   return 0 ;  /* indicates successful termination */

}  /* end main */
```

```
Element         Value
      0             2
      1             4
      2             6
      3             8
      4            10
      5            12
      6            14
      7            16
      8            18
      9            20
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.24 เป็นโปรแกรมที่หาผลรวมของค่าในตัวแปรแถวลำดับทุกตัว

```
/* Compute the sum of the elements of the array */
#include <stdio.h>
#define SIZE 12

/* function main begins program execution */
int main ()
{
   /* use initializer list to initialize array */
   int a[SIZE]  =  { 1, 3, 5, 4, 7, 2, 99, 16, 45, 67, 89, 45 } ;
   int i ;  /* counter */
   int total  =  0 ;  /* sum of array */

   /* sum contents of array a */
   for ( i  =  0 ;  i  <  SIZE ;  i++ )  {
      total + =  a[i] ;
   }  /* end for */

   printf ( “Total of array element values is %d\n”,  total ) ;

   return 0 ;  /* indicates successful termination */

}  /* end main */
```

```
Total of array element values is 383
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.25 เป็นโปรแกรมที่นำข้อมูลในตัวแปรแถวลำดับมาแสดงเป็นแผนภาพฮิสโตแกรม

```
/* Histogram printing program */
#include <stdio.h>
#define SIZE 10

/* function main begins program execution */
int main ()
{
    /* use initializer list to initialize array */
    int n[SIZE]  =  { 19, 3, 15, 7, 11, 9, 13, 5, 17, 1 } ;
    int i ;  /* outer for counter for array elements */
    int j ;  /* inner for counter counts *s in each histogram bar */

    printf ( "%s%13s%17s\n",  "Element",  "Value",  "Histogram" ) ;

    /* for each element of array n,  output a bar of the histogram */
    for ( i  =  0 ;  i  <  SIZE ;  i++ )  {
        printf ( "%7d%13d          ",  i, n[i] ) ;

        for ( j  =  1 ;  j  <=  n[i] ;  j++ )  {  /* print one bar */
            printf ( "%c", '*' ) ;
        }  /* end inner for */

        printf ( "\n" ) ;  /* end a histogram bar */
    }  /* end outer for */

    return 0 ;  /* indicate successful termination */

}  /* end main */
```

```
Element         Value         Histogram
      0            19         ********************
      1             3         ***
      2            15         ***************
      3             7         *******
      4            11         ***********
      5             9         *********
      6            13         *************
      7             5         *****
      8            17         *****************
      9             1         *
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.26 เป็นโปรแกรมที่มีการระบุให้ตัวแปรแถวลำดับ days ในฟังก์ชัน main เป็นแบบ extern

```
#include <stdio.h>
#define MONTHS 12
int days[MONTHS] = { 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 } ;
int main (void)
{
    int index ;
    extern int days[ ] ;   /* optional declaration */

    for (index = 0 ; index < MONTHS ; index++)
        printf ( “Month %d has %d days. /n”,  index +1, days[index] ) ;
    return 0 ;
}
```

```
Month 1 has 31 days.
Month 2 has 28 days.
Month 3 has 31 days.
Month 4 has 30 days.
Month 5 has 31 days.
Month 6 has 30 days.
Month 7 has 31 days.
Month 8 has 31 days.
Month 9 has 30 days.
Month 10 has 31 days.
Month 11 has 30 days.
Month 12 has 31 days.
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.27 เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างโปรแกรม 8.26 โดยมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ เพียง 10 ตัวแรก ส่วนที่เหลือจะถูกกำหนดให้เป็น 0

```
#include <stdio.h>
#define MONTHS 12
int days[MONTHS] = { 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31 } ;
int main (void)
{
    int index ;
    extern int days[ ] ;   /* optional declaration */

    for (index = 0 ; index < MONTHS ; index++)
        printf ( “Month %d has %d days. \n”,  index +1, days[index] ) ;
    return 0 ;
}
```

```
Month 1 has 31 days.
Month 2 has 28 days.
Month 3 has 31 days.
Month 4 has 30 days.
Month 5 has 31 days.
Month 6 has 30 days.
Month 7 has 31 days.
Month 8 has 31 days.
Month 9 has 30 days.
Month 10 has 31 days.
Month 11 has 0 days.
Month 12 has 0 days.
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.28 เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.27 โดยไม่ได้มีการกำหนดจำนวนในตัวแปรแถวลำดับ days ภายในฟังก์ชัน main

```
#include <stdio.h>
int days[ ] = { 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31 } ;
int main (void)
{
    int index ;
    extern int days[ ] ;  /* optional declaration */

    for (index = 0 ; index < sizeof days / sizeof (int) ; index++)
        printf ( "Month %d has %d days. \n", index +1, days[index] ) ;
    return 0 ;
}
```

```
Month 1 has 31 days.
Month 2 has 28 days.
Month 3 has 31 days.
Month 4 has 30 days.
Month 5 has 31 days.
Month 6 has 30 days.
Month 7 has 31 days.
Month 8 has 31 days.
Month 9 has 30 days.
Month 10 has 31 days.
```

ในโปรแกรมนี้ มีการใช้ตัวดำเนินการ sizeof หมายถึง การหาขนาดของตัวแปร เช่น sizeof days จะหมายถึง หาค่าขนาดของตัวแปรแถวลำดับ days มีขนาด 20 ไบต์ เนื่องจาก days เป็นตัวแปรแถวลำดับ มีข้อมูล 10 ตัว แต่ละตัวกินเนื้อที่ 2 ไบต์ เพราะว่าเป็นข้อมูลชนิด int ส่วน sizeof (int) หมายถึง ขนาดของข้อมูลชนิด int จะกินเนื้อที่ 2 ไบต์

ดังนั้น ในโปรแกรมนี้จะแสดงข้อมูลทั้งหมดเท่ากับจำนวนเนื้อที่ของตัวแปรแถวลำดับ days หารด้วยขนาดของข้อมูลชนิด int

นั่นคือ $20 \div 2 = 10$ ตัว

8.4 รูปแบบทั่วไปของการประกาศตัวแปรแถวลำดับ 2 มิติ

```
storage–class   data–type   array[expression 1][expression 2];
```

โดย storage–class คือ ประเภทหน่วยเก็บ เช่น static, auto เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้

ถ้านิยามภายในฟังก์ชันใด ๆ จะมีประเภทหน่วยเก็บเป็นแบบอัตโนมัติ และถ้านิยามภายนอกฟังก์ชันใด ๆ จะมีประเภทหน่วยเก็บเป็นแบบภายนอก ถ้าภายในแต่ละฟังก์ชันไม่ได้กำหนด จะมี default เป็นแบบอัตโนมัติ

data–type คือ ชนิดของข้อมูล เช่น int, char เป็นต้น

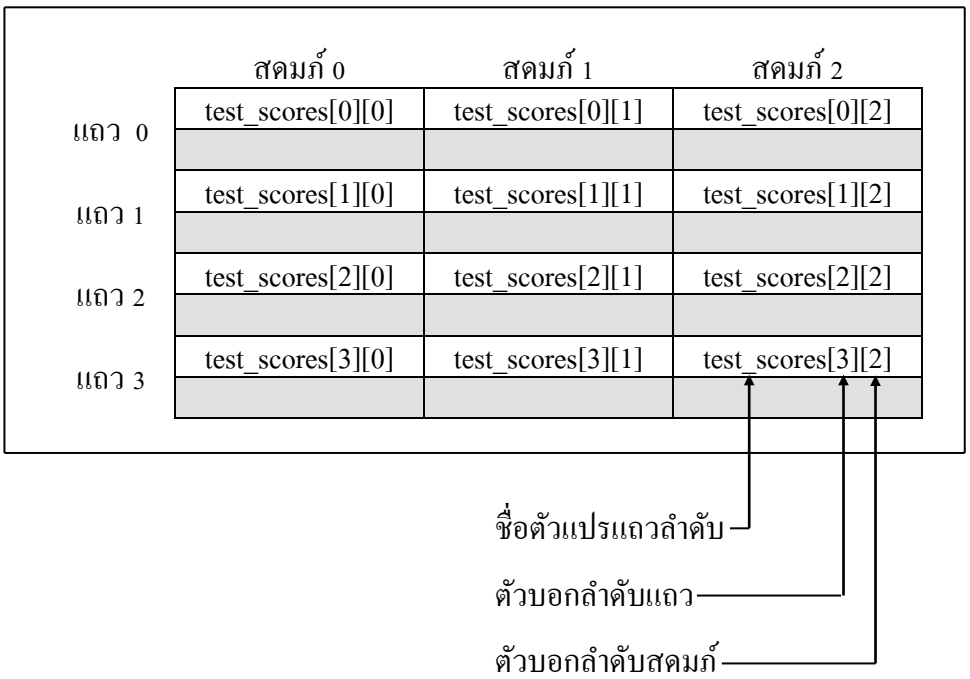
array คือ ชื่อของตัวแปรแถวลำดับที่ตั้งตามกฎเกณฑ์การตั้งชื่อ

expression 1 คือ ค่าจำนวนเต็มบวก ซึ่งอาจจะเป็นค่าคงตัวหรือชื่อคงตัว เพื่อบ่งบอกจำนวนของตัวแปรแถวลำดับ

expression 2 คือ ค่าจำนวนเต็มบวก ซึ่งอาจจะเป็นค่าคงตัวหรือชื่อคงตัว เพื่อบ่งบอกจำนวนสดมภ์ของตัวแปรแถวลำดับ

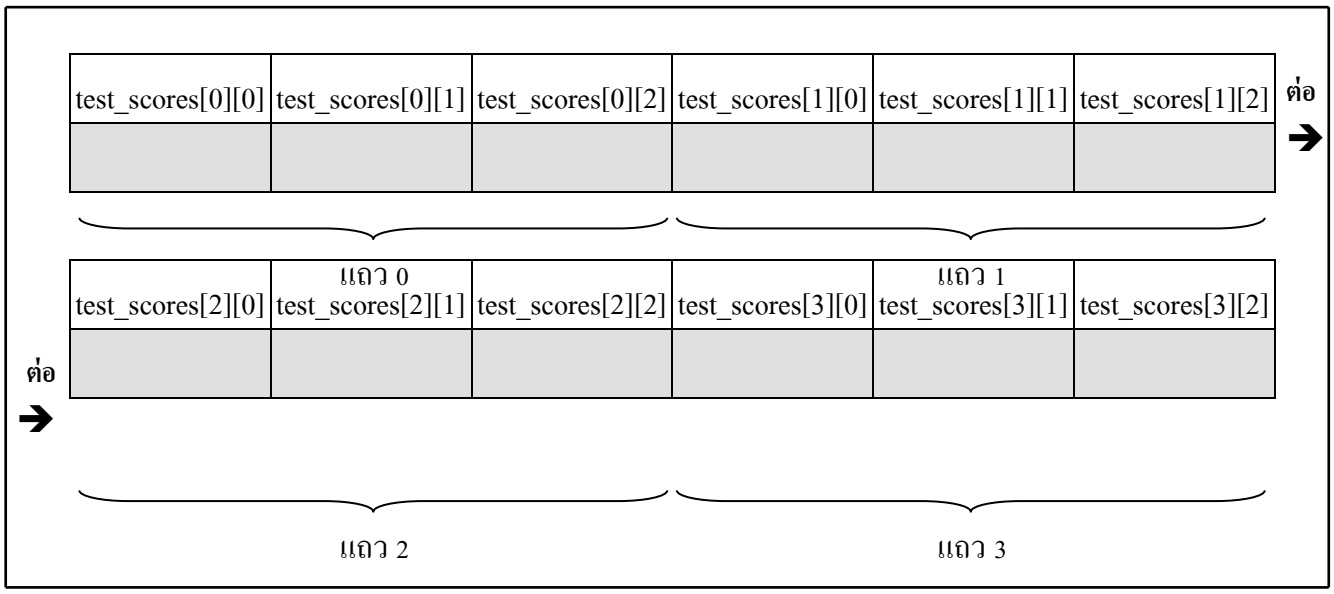
ตัวอย่างที่ 8.29 กำหนด int test_scores[4][3] ;

หมายความว่า จะเป็นการประกาศเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์เตรียมเนื้อที่ให้ตัวแปรแถวลำดับ test_scores ให้มีเนื้อที่ต่อเนื่องกันไปจำนวน $4 \times 3 = 12$ ตัว โดยแต่ละตัวจะมีข้อมูลเป็นแบบ int ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 8.6



รูปที่ 8.6

และจากรูป 8.6 จะถูกเก็บในหน่วยความจำแบบอันดับโรว์เมเจอร์ (row–major order) กล่าวคือ จะจัดเก็บข้อมูลเรียงติดต่อกันไปทีละแถวในหน่วยความจำ ดังรูปที่ 8.7

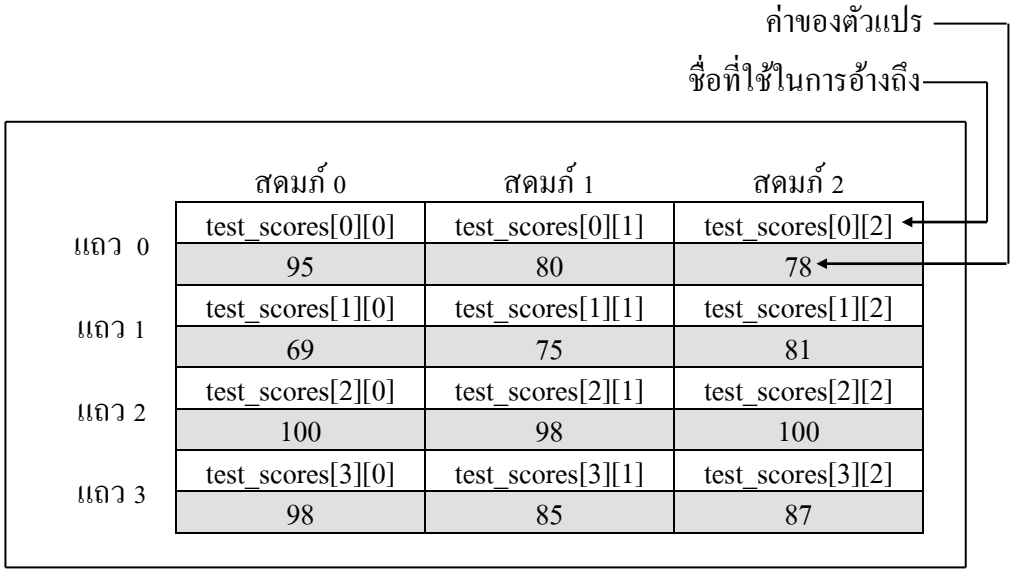


รูปที่ 8.7

ตัวอย่างที่ 8.30 กำหนด int test_scores[4][3] = { {95, 80, 78}, {69, 75, 81},

{100, 98, 100}, {98, 85, 87} } ;

จะหมายถึง การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ test_scores และแสดงได้ดังรูปที่ 8.8



รูปที่ 8.8

โดย test_scores[1][1] = 75 และ test_scores[3][2] = 87

ตัวอย่างที่ 8.31 กำหนด int test_scores[4][3] = { 95, 80, 78, 69, 75, 81,

100, 98, 100, 98, 85, 87} ;

จะมีลักษณะการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ test_scores เหมือนกับรูปที่ 8.8 ในตัวอย่าง 8.30

ตัวอย่างที่ 8.32 กำหนด int test_scores[ ][3] = { {95, 80, 78}, {69, 75, 81},

{100, 98, 100}, {98, 85, 87} } ;

ในตัวอย่างนี้ ไม่ได้กำหนดจำนวนแถว แต่กำหนดจำนวนสดมภ์ จำนวน 3 สดมภ์ ซึ่งในภาษา C จะยินยอม และจะมีการเก็บข้อมูลเหมือนกับรูปที่ 8.8 ในตัวอย่างที่ 8.30

ตัวอย่างที่ 8.33 กำหนด int test_scores[4][ ] = { {95, 80, 78}, {69, 75, 81},

{100, 98, 100}, {98, 85, 87} } ;

ในตัวอย่างนี้ ไม่ได้กำหนดจำนวนสดมภ์ ซึ่งในภาษา C จะไม่ยินยอม ซึ่งจะทำให้แปลโปรแกรมไม่ได้

ตัวอย่างที่ 8.34 กำหนด int test_scores[ ][ ] = { {95, 80, 78}, {69, 75, 81},

{100, 98, 100}, {98, 85, 87} } ;

ในตัวอย่างนี้ ไม่ได้กำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ ซึ่งในภาษา C จะถือว่าผิดไวยากรณ์ (syntax error)

ตัวอย่างที่ 8.35 กำหนด int test_scores[4][3] = {95, 80, 78, 69, 75, 81,

100, 98, 100, 98, 85, 87, 65} ;

ในตัวอย่างนี้ มีการกำหนดจำนวนสมาชิกให้มีค่าเริ่มต้นมากกว่าจำนวนสมาชิกของตัวแปรแถวลำดับ กล่าวคือ มีจำนวนสมาชิกในตัวแปรแถวลำดับ จำนวน 12 ตัว แต่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นมาให้ จำนวน 13 ตัว ในกรณีนี้ในภาษา C จะไม่ยินยอม

ตัวอย่างที่ 8.36 กำหนด int test_scores[4][3] = {95} ;

ในตัวอย่างนี้ มีการกำหนดค่าเริ่มต้นจำนวน 1 ตัว น้อยกว่าจำนวนของตัวแปรแถวลำดับทั้งหมด 12 ตัว ในกรณีนี้จะทำให้ test_scores[0][0] มีค่าเท่ากับ 95 และตัวแปรแถวลำดับที่เหลือจะมีค่าเท่ากับ 0 ทั้งหมดโดยอัตโนมัติและแสดงค่าเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 8.9

	สดมภ์ 0	สดมภ์ 1	สดมภ์ 2
แถว 0	test_scores[0][0]	test_scores[0][1]	test_scores[0][2]
	95	0	0
แถว 1	test_scores[1][0]	test_scores[1][1]	test_scores[1][2]
	0	0	0
แถว 2	test_scores[2][0]	test_scores[2][1]	test_scores[2][2]
	0	0	0
แถว 3	test_scores[3][0]	test_scores[3][1]	test_scores[3][2]
	0	0	0

รูปที่ 8.9

ตัวอย่างที่ 8.37 กำหนด int test_scores[4][3] = {95, 80, 78, 69} ;

ในตัวอย่างนี้ จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ 4 ตัวแรกเป็น 95, 80, 78 และ 69 ส่วนที่เหลือจะถูกกำหนดเป็น 0 โดยอัตโนมัติและแสดงค่าเริ่มต้น ได้ดังรูปที่ 8.10

	สดมภ์ 0	สดมภ์ 1	สดมภ์ 2
แถว 0	test_scores[0][0]	test_scores[0][1]	test_scores[0][2]
	95	80	78
แถว 1	test_scores[1][0]	test_scores[1][1]	test_scores[1][2]
	69	0	0
แถว 2	test_scores[2][0]	test_scores[2][1]	test_scores[2][2]
	0	0	0
แถว 3	test_scores[3][0]	test_scores[3][1]	test_scores[3][2]
	0	0	0

รูปที่ 8.10

ตัวอย่างที่ 8.38 กำหนด int test_scores[4][3] = { {95}, {69}, {100}, {98} } ;

ในตัวอย่างนี้ จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ ดังรูปที่ 8.11

	สดมภ์ 0	สดมภ์ 1	สดมภ์ 2
แถว 0	test_scores[0][0]	test_scores[0][1]	test_scores[0][2]
	95	0	0
แถว 1	test_scores[1][0]	test_scores[1][1]	test_scores[1][2]
	69	0	0
แถว 2	test_scores[2][0]	test_scores[2][1]	test_scores[2][2]
	100	0	0
แถว 3	test_scores[3][0]	test_scores[3][1]	test_scores[3][2]
	98	0	0

รูปที่ 8.11

ตัวอย่างที่ 8.39 กำหนด int test_scores[4][3] ;

ถ้าเราต้องการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ test_scores ทุกตัวมีค่าเริ่มต้นเป็น 0 หมด เราสามารถเขียนส่วนของโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ข้อความสั่ง for ได้ 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 กระทำไปทีละแถว แสดงได้ดังรูปที่ 8.12

```
for (i = 0 ; i < 4 ; i++)
      for (j = 0 ; j < 3 ; j++)
            test_scores[i][j] = 0 ;
      /* end for */
/* end for */
```

รูปที่ 8.12

แบบที่ 2 กระทำไปทีละสดมภ์ แสดงได้ดังรูปที่ 8.13

```
for (j = 0 ; j < 3 ; j++)
      for (i = 0 ; i < 4 ; i++)
            test_scores[i][j] = 0 ;
      /* end for */
/* end for */
```

รูปที่ 8.13

ตัวอย่างที่ 8.40 ถ้าเราต้องการนำข้อมูลในตัวอย่าง 8.30 มาแสดงผลที่จอภาพ สามารถเขียนส่วนของโปรแกรมได้ดังนี้

```
int  i, j

for (i  =  0 ;  i  <  4 ;  i++)   {
      printf ( “ROW %d OF test_scores :   ”,  i ) ;

      for (j  =  0 ;  j  <  3 ;  j++)
            printf (  “%d   ”,  test_scores[i][j] ) ;
      /* end for */

      printf ( “\n” ) ;
}  /* end for */
```

```
ROW 0  OF  test_scores :  95    80    78
ROW 1  OF  test_scores :  69    75    81
ROW 3  OF  test_scores :  100    98    100
ROW 4  OF  test_scores :  98    85    87
```

ตัวอย่างที่ 8.41 กำหนด char colors[3][6] = {

```
                                {’R’, ’E’, ’D’},
                                {’G’, ’R’, ’E’, ’E’, ’N’},
                                {’B’, ’L’, ’U’, ’E’}
                              } ;
```

จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ colors แสดงได้ดังรูปที่ 8.14

	สดมภ์ 0	สดมภ์ 1	สดมภ์ 2	สดมภ์ 3	สดมภ์ 4	สดมภ์ 5
แถว 0	colors[0][0]	colors[0][1]	colors[0][2]	colors[0][3]	colors[0][4]	colors[0][5]
	’R’	’E’	’D’	’\0’	’\0’	’\0’
แถว 1	colors[1][0]	colors[1][1]	colors[1][2]	colors[1][3]	colors[1][4]	colors[1][5]
	’G’	’R’	’E’	’E’	’N’	’\0’
แถว 2	colors[2][0]	colors[2][1]	colors[2][2]	colors[2][3]	colors[2][4]	colors[2][5]
	’B’	’L’	’U’	’E’	’\0’	’\0’

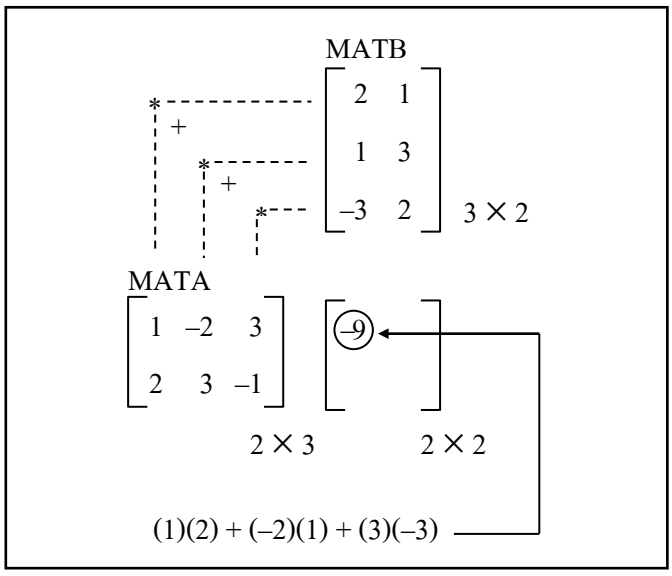
รูปที่ 8.14

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.42 เป็นโปรแกรมที่แสดงการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ 2 มิติ และนำค่าออกมาแสดงที่จอภาพ

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static int array[2][3] = {
                                {10, 20, 30},
                                {11, 21, 31},
                              } ;
    int row ;
    int column ;

    for (row = 0 ; row < 2 : row++)

    {
        for (column = 0 ; column < 3 ; column++)
            printf ( "%5d", array[row][column] ) ;
        printf ( "\n\n" ) ;
    }
}
```

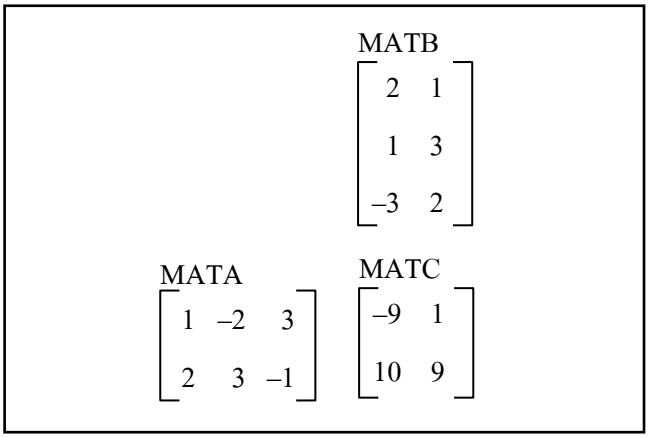
```
10   20   30

11   21   31
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.43 เป็นโปรแกรมที่แสดงการคำนวณหาผลคูณของเมทริกซ์ MATA ขนาด 2×3 และเมทริกซ์ 3×2 โดยสามารถแสดงการคูณได้ดังรูปที่ 8.15



รูปที่ 8.15

รูปที่ 8.15 เป็นการคำนวณหาสมาชิกแถว 0 และสดมภ์ 0 และผลลัพธ์สุดท้ายจะได้เมทริกซ์ MATC ดังรูปที่ 8.15



รูปที่ 8.16

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    int mata[2][3] = { { 1, –2,  3} ,
                       { 2,  3, –1} } ;
    int matb[3][2] = { { 2,  1} ,
                       { 1,  3} ,
                       {–3,  2} } ;
    int matc[2][2] ;
    int r, c, v, psum ;

    for (r = 0 ; r < 2 ; r++)
        for (c = 0 ; c < 2 ; c++)
        {
            psum = 0 ;
            for (v = 0 ; v < 3 ; v++)
                psum += mata[r][v] * matb[v][c] ;
                matc[r][c] = psum ;
        }
    printf ( “The array product is : \n” ) ;
    for (r = 0 ; r < 2 ; r++)
    {
        for (c = 0 ; c < 2 ; c++)
            printf (“ %5d”, matc[r][c] ) ;
        printf ( “\n” ) ;
    }
}
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.44 เป็นโปรแกรมแสดงการคำนวณหา จัตุรัสกล (magic square) ซึ่งจัตุรัสกลจะเป็นเมทริกซ์จัตุรัส ที่มีผลบวกในแต่ละแถว, แต่ละสดมภ์ และตามแนวทแยงมุมหลัก เท่ากันหมด (ในกรณีนี้ให้ป้อนขนาดของเมทริกซ์เป็นเลขคี่)

```
#include <stdio.h>

main ()
{
    static int magic[9][9] ;
    int row, col, k, n, x, y ;

    printf ( "Enter size of magic square  =>  " ) ;
    scanf ( "%d", &n ) ;
    if (0  ==  n % 2)
    {
        printf ( "Sorry,  you must enter an odd number." ) ;
        exit (0) ;
    }
    k  =  2 ;
    row  =  0 ;
    col  =  (n – 1) / 2 ;
    magic[row][col]  =  1 ;
    while (k  <=  n * n)
    {
        x  =  (row – 1  <  0) ?  n – 1  :  row – 1 ;
        y  =  (col – 1  <  0) ?  n – 1  :  col – 1 ;
        if (magic[x][y]  !=  0)
        {
            x  =  (row + 1  <  n) ?  row + 1  :  0 ;
            y  =  col ;
        }
        magic[x][y]  =  k ;
        row  =  x ;
        col  =  y ;
        k++ ;
    }
    for (row  =  0 ;  row  <  n ;  row++)
    {
        for (col  =  0 ;  col  <  n ;  col++)
            printf ( "\t%d",  magic[row][col] ) ;
        printf ( "\n" ) ;
    }
}
```

```
Enter size of magic square  =>  3
        6       1       8
        7       5       3
        2       9       4

Enter size of magic square  =>  4
Sorry, you must enter and odd number.
```

```
Enter size of magic square  =>  5
        15      8       1       24      17
        16      14      7       5       23
        22      20      13      6       4
        3       21      19      12      10
        9       2       25      18      11
```

8.5 การใช้ตัวแปรแถวลำดับผ่านค่าไปให้ฟังก์ชัน

ในภาษา C การผ่านค่าตัวแปรแถวลำดับ ซึ่งเป็น actual parameter ไปยัง formal parameter นั้น ให้ actual parameter เป็นชื่อของตัวแปรแถวลำดับเท่านั้น โดยไม่ต้องมีเครื่องหมาย [ ] ตาม และในส่วนของ formal parameter มีแต่เครื่องหมาย [ ] โดยไม่ต้องระบุจำนวนตัว ซึ่งการผ่านค่าแบบนี้เราก็จะเรียกว่า การผ่านค่าโดยการอ้างอิง (call by reference)

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.45 เป็นโปรแกรมแสดงการผ่านค่าตัวแปรแถวลำดับไปให้ฟังก์ชัน

```
#include <stdio.h>
                                  ไม่ต้องระบุชื่อจำนวนสมาชิก
void function (int this [ ]) ;

main ()
{
    int array[3] ;

    array[0] = 10 ;
    array[1] = 20 ;
    array[2] = 30 ;
                  เป็นชื่อของตัวแปรแถวลำดับเท่านั้น ไม่ต้องมีเครื่องหมาย [ ]
    function1(array) ;
}
                  เป็นชื่อของตัวแปรแถวลำดับ และมีเครื่องหมาย [ ] ด้วย
void function1 (int this[ ])
{
    printf ( "contents of array[0] => %d\n", this[0] ) ;
    printf ( "contents of array[1] => %d\n", this[1] ) ;
    printf ( "contents of array[2] => %d\n", this[2] ) ;
}
```

```
contents of array[0] => 10
contents of array[1] => 20
contents of array[2] => 30
```

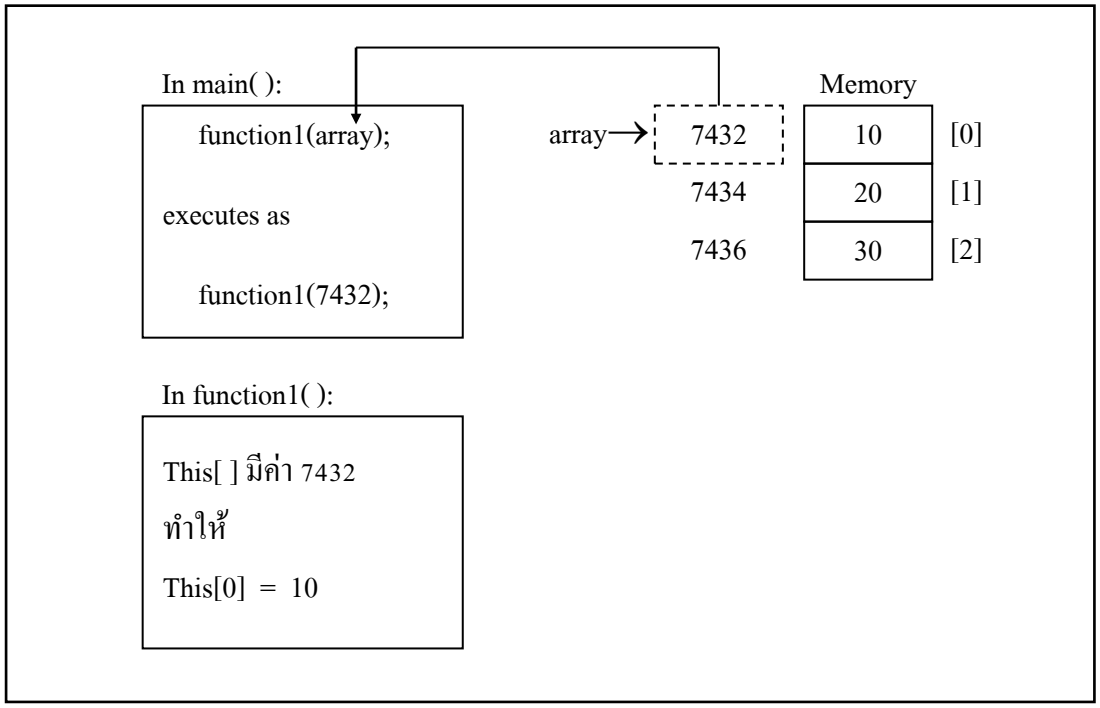
ในโปรแกรมนี้ มีการประกาศฟังก์ชันต้นแบบ คือ void function1 (int this [ ]) ; โดยมี formal argument คือ this[ ] โดยกรณีนี้ไม่ต้องมีตัวดำเนินการโดยอ้อม (*) มาใช้ เนื่องจาก this[ ] เป็นตัวชี้ (pointer) ที่ชี้ไปยังสมาชิกลำดับแรกของตัวแปรแถวลำดับ ทำให้ตัวแปรแถวลำดับทั้งสองชี้ไปยังที่อยู่เดียวกัน ในฟังก์ชัน main () มีการกำหนดชนิดข้อมูลและกำหนดค่าของตัวแปรแถวลำดับดังนี้

```
int array[3] ;

array[0] = 10 ;
array[1] = 20 ;
array[2] = 30 ;
```

หลังจากนั้นมีการเรียกใช้ฟังก์ชัน function1(array); โดยมี array เป็น actual argument โดยไม่ต้องมีเครื่องหมาย & นำหน้า เนื่องจากตัวแปรแถวลำดับ array จะเก็บที่อยู่ของตัวแปรแถวลำดับ หรืออาจจะใช้ &array[0] เป็น actual argument ก็ได้ เมื่อฟังก์ชัน function1 ได้รับค่าที่อยู่ของสมาชิกของตัวแรกของตัวแปรแถวลำดับ ก็จะแสดงค่าของสมาชิก 3 ตัว โดยใช้

```
printf ( "contents of array[0] => %d\n", this[0] ) ;
printf ( "contents of array[1] => %d\n", this[1] ) ;
printf ( "contents of array[2] => %d\n", this[2] ) ;
```

และสามารถแสดงการผ่านค่าที่อยู่ไปยังฟังก์ชันถูกเรียกได้ดังรูปที่ 8.17



รูปที่ 8.17

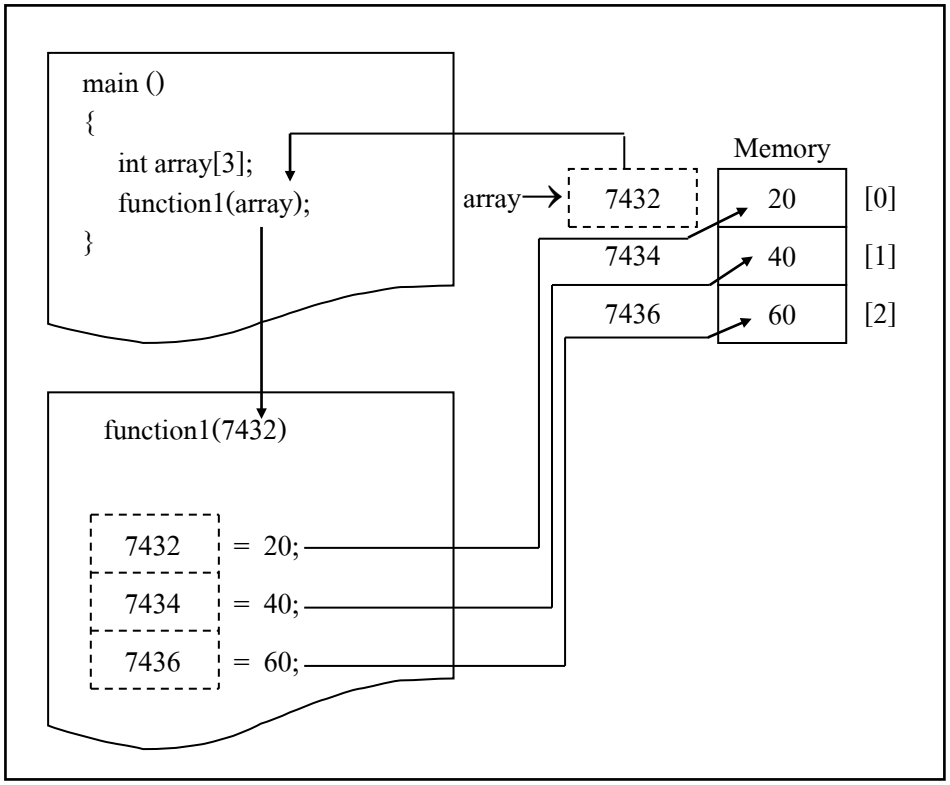
หมายเหตุ ตัวเลข 7432 เป็นตัวเลขที่สมมติขึ้นมาแทนที่อยู่ลำดับแรกของตัวแปรแถวลำดับ array เนื่องจากตัวแปรแถวลำดับ array มีชนิดข้อมูลเป็น int ข้อมูลแต่ละตัวจะกินเนื้อที่ 2 ไบต์ ดังนั้นที่อยู่ของตัวแปรแถวลำดับถัดไป คือ 7432 + 2 = 7434

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.46 เป็นโปรแกรมที่แสดงการผ่านค่าจากฟังก์ชัน ถูกเรียกกลับมายังฟังก์ชันที่เรียกใช้

```
#include <stdio.h>

void fundtion1 (int this[ ]) ;

main ()
{
    int array[3] ;

    function1 (array) ;

    printf ( “contents of array[0]  = >  %d\n”, array[0] ) ;
    printf ( “contents of array[1]  = >  %d\n”, array[1] ) ;
    printf ( “contents of array[2]  = >  %d\n”, array[2] ) ;
}

void function1 (int this[ ])
{
    this[0]  =  20 ;
    this[1]  =  40 ;
    this[2]  =  60 ;
}
```

```
contents of array[0]  = >  20
contents of array[1]  = >  40
contents of array[2]  = >  60
```

ในโปรแกรมนี้ ในฟังก์ชัน main () ไม่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ array เมื่อมีการเรียกใช้ฟังก์ชัน function1 () ก็จะมีการส่งค่าที่อยู่ของตัวแปรแถวลำดับ array ไปยังฟังก์ชันถูกเรียก และภายในฟังก์ชันที่ถูกเรียกมีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรแถวลำดับแต่ละตัว เมื่อสิ้นสุดฟังก์ชันถูกเรียก ก็จะทำให้ตัวแปรแถวลำดับ array มีค่าที่ถูกส่งกลับมาให้ เนื่องจากตัวแปร array กับตัวแปร this ชี้ไปยังที่อยู่เดียวกันในตอนที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชัน เมื่อสิ้นสุดฟังก์ชัน function1 () ตัวแปรแถวลำดับ this จะถูกทำลายไป และสามารถแสดงการผ่านค่ากลับจากฟังก์ชันที่ถูกเรียกไปยังฟังก์ชันเรียกใช้ได้ดังรูปที่ 8.18


main ()
{
int array[3];
function1(array);
}
Memory
array
7432
20
[0]
7434
40
[1]
7436
60
[2]
function1(7432)
7432 = 20;
7434 = 40;
7436 = 60;

รูปที่ 8.18

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.47 เป็นโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูล จำนวน 9 ตัว หลังจากนั้นก็เรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อพิมพ์ค่าย้อนกลับ

```
#include <stdio.h>

#define maxnumber  9      /* Maximum number of array elements. */

void run_backwards (int user_array[ ]) ;

main ()
{
    int number[maxnumber] ;
    int index ;

    printf ( "Give me nine and I'll print them backwards. \n" ) ;

    for (index  =  0 ;  index  <  maxnumber ;  index++)
    {
        printf ( "Number[%d]  =  ", index ) ;
        scanf ( "%d", &number[index] ) ;
    }

    printf ( "Thank you… \n" ) ;

    run_backwards (number) ;
}

void run_backwards (int user_array[ ])
{
    int index ;

    printf ( "\n\nHere are the numbers you entered displayed\n" ) ;
    printf ( "in the reverse order of entry : \n" ) ;

    for (index  =  maxnumber – 1 ;  index  > =  0 ;  index – –)
        printf ( "number[%d]  =  %d\n", index, user_array[index] ) ;
}
```

```
Give me nine numbers and I'll print them backwards.
Number[0]  =  1
Number[1]  =  2
Number[2]  =  3
Number[3]  =  4
Number[4]  =  5
Number[5]  =  6
Number[6]  =  7
Number[7]  =  8
Number[8]  =  9
Thank you…

Here are the numbers you entered displayed
in the reverse order of entry:
Number[8]  =  9
Number[7]  =  8
Number[6]  =  7
Number[5]  =  6
Number[4]  =  5
Number[3]  =  4
Number[2]  =  3
Number[1]  =  2
Number[0]  =  1
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.48 เป็นโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้ป้อนตัวเลขจำนวน 9 ตัว หลังจากนั้นเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อให้หาจำนวนน้อยที่สุด

```
#include <stdio.h>

#define maxnumber  9     /*   Maximum number of array elements.    */

int minimum_value (int user_array[ ]) ;

main ()
{
    int number[maxnumber] ;
    int index ;

    printf ( "Give me nine numbers and I'll find the minimum value : \n" ) ;
    for (index  =  0 ;  index  < maxnumber ;  index++)
    {
        printf ( "Number[%d]  =  ", index ) ;
        scanf ( "%d", &number[index] ) ;
    }
    printf ( "Thank you… \n" ) ;

    printf ( "The minimum value is %d\n", minimum_value(number) ) ;
}

int minimum_value(int user_array[ ])

{
    register int index ;
    int minimum ;

    minimum  =  user_array[0] ;
    for (index  =  0 ;  index  <  maxnumber ;  index++)
        if (user_array[index]  <  minimum)
            minimum  =  user_array[index] ;
    return (minimum) ;
}
```

```
Give me nine numbers and I'll find the minimum value :
Number[0]  =  12
Number[1]  =  21
Number[2]  =  58
Number[3]  =  3
Number[4]  =  5
Number[5]  =  8
Number[6]  =  19
Number[7]  =  91
Number[8]  =  105
Thank you…
The minimum value is 3
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.49 เป็นโปรแกรมที่นำค่าในตัวแปรแถวลำดับ array ขนาด 2 × 3 ที่ถูกกำหนดไว้ในฟังก์ชัน main () แล้วเรียกฟังก์ชันมาคำนวณหาผลรวมในแต่ละแถว และในแต่ละสดมภ์

```
#include <stdio.h>

int add_columns (int arrayin[ ][3],  int column_value[ ]) ;
int add_rows (int array[ ][3],  int row_value[ ]) ;

main ()
{
    static int array[2][3]  =  {
                                    {10, 20, 30},
                                    {11, 21, 31}
                                } ;
        int row ;
        int column ;
        int column_value[3] ;
        int row_value[2] ;

        for (row  =  0 ;  row  <  2 ;  row++)
        {
            for (column  =  0 ;  column  <  3 ;  column++)
                printf ( "%5d", array[row][column] ) ;
                printf ( "\n\n" ) ;
            }

            add_columns(array, column_value) ;

            for (column  =  0 ;  column  <  3 ;  column++)
                printf ( "The sum of column %d is %d\n",
                            column, column_value[column] ) ;

            add_row(array,  row_value) ;

            for (row  =  0 ;  row  <  2 ;  row++)
                printf ( "The sum of row %d is %d\n", row, row_value[row] ) ;
}

int add_columns (int arrayin[ ][3], int column_value[ ])
{
    int row ;
    int column ;

    for (column  =  0 ;  column  <  3 ;  column++)
    {
        column_value[column]  =  0 ;
        for (row  =  0 ;  row  <  2 ;  row++)
                column_value[column]  +=  arrayin[row][column] ;
    }
}
```

```
int add_rows (int arrayin[ ] [3],  int row_value[ ])
{
    int row ;
    int column ;

    for (row  =  0 ;  row  <  2 ;  row++)
    {
        row_value[row]  =  0 ;

        for (column  =  0 ;  column  <  3 ;  column++)
            row_value[row]  +=  arrayin[row][column] ;
    }
}
```

```
            10    20    30


            11    21    31
The sum of column 0 is 21
The sum of column 1 is 41
The sum of column 2 is 61
The sum of row 0 is 60
The sum of row 0 is 63
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.50 เป็นโปรแกรมที่มีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ 2 มิติ แล้วเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อนำค่าออกมาพิมพ์

```
/* Initializing multidimensional arrays */
#include <stdio.h>

void printArray( const int a[ ][3] ) ;   /* function prototype */

/* function main begins program execution */
int main ()
{
    /* initialize array1, array2, array3 */
    int array1[2][3] =  { {1, 2, 3}, {4, 5, 6} } ;
    int array2[2][3] =  {1, 2, 3, 4, 5} ;
    int array3[2][3] =  { {1, 2}, {4} } ;

    printf ( "Values in array1 by row are : \n" ) ;
    printArray( array1 ) ;

    printf ( "Values in array2 by row are : \n" ) ;
    printArray( array2 ) ;

    printf ( "Values in array3 by row are : \n" ) ;
    printArray( array3 ) ;

    return 0 ;  /* indicates successful termination */

}  /* end main */

/* function to output array with two rows and three columns */
void printArray( const int a[ ][3] )
{
    int i ;  /* row counter */
    int j ;  /* column counter */

    /* loop through rows */
    for ( i =  0 ; i <= 1 ; i++ )   {

        /* output column values */
        for ( j =  0 ; j <= 2 ; j++ )   {
            printf ( "%d",  a[i][j] ) ;
        }  /* end inner for */

        printf ( "\n" ) ;  /* start new line of output */
    }  /* end outer for */

}  /* end function printArray */
```

```
Values in array1 by row are :
1  2  3
4  5  6
Values in array2 by row are :
1  2  3
4  5  0
Values in array3 by row are :
1  2  0
4  0  0
```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.51 เป็นโปรแกรมพิมพ์ค่ารหัส ASCII

```
#include <stdio.h>

int main (void) {
    char ascii[13][10] ;
    int row, column ;

    for (row = 0 ; row < 13 ; row++)
        for (column = 0 ; column < 10 ; column++)
            ascii[row][column] = ‘  ’ ;
        /* end for */
    /* end for */

    printf ( “ASCII Character Set \n” ) ;
    printf ( “        |” ) ;

    for (column = 0 ; column < 10 ; column++)
        printf ( “%5d”, column ) ;
    /* end for */

    printf ( “\n––––––|” ) ;

    for (column = 0 ; column < 10 ; column++)
        printf ( “––––––” ) ;
    /* end for */

    for (row = 3 ; row < 13 ; row++)
        for (column = 0 ; column < 10 ; column++)
            if (row == 3 && column < 2)
                continue ;
            else
                ascii[row][column] = 10 * row + column ;
            /* end if */
        /* end for */
    /* end for */

    for (row = 3 ; row < 13 ; row++ ) {
        printf ( “\n%3d    |”, row ) ;

        for (column = 0 ; column < 10 ; column++)
            if (row == 12 && column > 6)
                break ;
            else
                printf ( “      %c”, ascii[row][column] ) ;
            /* end if */
        /* end for */
    } /* end for */
    return 0 ;
} /* end function main */
```

ASCII Character Set

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3				!	“	#	$	%	&	‘
4	(	)	*	+	,	–	.	/	0	1
5	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;
6	<	=	>	?	@	A	B	C	D	E
7	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
8	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
9	Z	[	\	]	^	_	'	a	b	c
10	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
11	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
12	x	y	z	{	|	}	~			

จากโปรแกรม มีการประกาศ char ascii[13][10] ; หมายความว่า ascii เป็นตัวแปรแถวลำดับ 2 มิติ ขนาด 13 แถวและ 10 สดมภ์ โดยข้อความสั่ง for แบบซ้อน จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรแถวลำดับ ascii เป็นช่องว่าง (space)

ข้อความสั่ง for แบบซ้อนถัดมา จะเป็นการสร้างตารางเก็บค่ารหัส ASCII ไว้ในตัวแปรแถวลำดับ ascii โดยอาศัยนิพจน์

ascii[row][column] = 10 * row + column ;

เช่น ถ้าค่าของ row = 9 และ column = 7 ค่าของ 97 จะเก็บไว้ในตัวแปรแถวลำดับ ascii[9][7] มีค่าเป็น 97

ถ้าเราต้องการรู้ค่าของรหัส ASCII ที่มีค่า 97 คืออะไร ให้ใช้ตัวแปรระบุการแปลงผัน %c เพื่อพิมพ์ข้อมูลชนิด char ก็จะทำให้รู้ว่าคือ ตัวอักษร a

8.6 การเรียงลำดับในแถวลำดับ (Sorting Arrays)

ในงานประยุกต์ในคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับข้อมูลนั้นมีประโยชน์ช่วยในการค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น การเรียงลำดับเป็นกระบวนการจัดเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก (ascending) หรือมากไปน้อย (descending)

การเรียงลำดับมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น Bubble sort, Selection sort, Insertion sort เป็นต้น แต่ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการเรียงลำดับแบบ Bubble sort เท่านั้น

8.6.1 การเรียงลำดับแบบ bubble

เป็นการเรียงลำดับข้อมูลโดยการนำข้อมูล 2 ตัว ที่อยู่ติดกันมาเปรียบเทียบกัน

สมมติมีข้อมูลทั้งหมด n ตัว

ถ้าต้องการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก จะมีหลักดังนี้

ถ้าข้อมูลตัวแรกมากกว่าตัวที่สอง จะมีการสลับค่ากัน

มิฉะนั้นแล้ว ไม่ต้องสลับค่า โดยจะมีการกระทำทั้งหมด n – 1 รอบ (pass) โดย

รอบที่ 1 (pass 1)

จะเปรียบเทียบข้อมูลตัวที่ 1 กับข้อมูลตัวที่ 2, ข้อมูลตัวที่ 2 กับข้อมูลตัวที่ 3, ... ,

ข้อมูลตัวที่ n – 1 กับ ข้อมูลตัวที่ n

เมื่อสิ้นสุดรอบที่ 1 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ n จะมีค่ามากที่สุด

รอบที่ 2 (pass 2)

จะเปรียบเทียบข้อมูลตัวที่ 1 กับข้อมูลตัวที่ 2, ข้อมูลตัวที่ 2 กับข้อมูลตัวที่ 3, ... ,

ข้อมูลตัวที่ n – 2 กับ ข้อมูลตัวที่ n – 1

เมื่อสิ้นสุดรอบที่ 2 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ n – 1 จะมีค่ามากที่สุด

! ! !

รอบที่ n – 1 (pass n – 1)

จะเปรียบเทียบข้อมูลตัวที่ 1 กับข้อมูลตัวที่ 2

เมื่อสิ้นสุดรอบที่ n – 1 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ 2 จะมีค่ามากที่สุด

เมื่อกระทำทั้งหมด n – 1 รอบ จะได้ว่า

ข้อมูลทั้งหมด n ตัว จะถูกเรียงจากน้อยไปมาก

ตัวอย่างที่ 8.52 สมมติตัวแปรแถวลำดับ array_to_sort มีข้อมูล 5 ตัว ดังรูปที่ 8.19

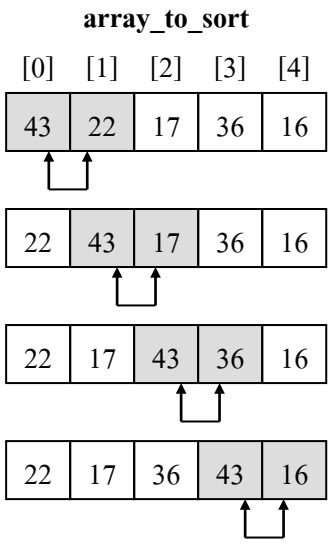
ดัชนี →	0	1	2	3	4
array_to_sort →	43	22	17	36	16

รูปที่ 8.19

ถ้าต้องการเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก โดยวิธี bubble จะมีการกระทำทั้งหมด 4 pass (เนื่องจากมีข้อมูล 5 ตัว) ดังรูปที่ 8.20

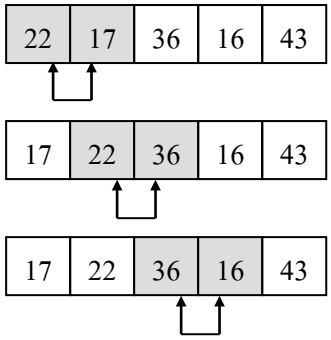
การดำเนินการ (Operation)

Pass 1:



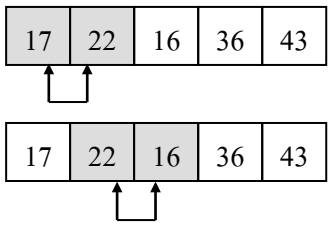
เมื่อสิ้นสุด Pass 1 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ 5 มีค่ามากสุด

Pass 2:



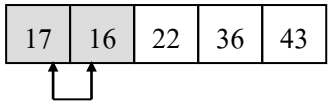
เมื่อสิ้นสุด Pass 2 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ 4 มีค่ามากสุด

Pass 3:



เมื่อสิ้นสุด Pass 3 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ 3 มีค่ามากสุด

Pass 4:



เมื่อสิ้นสุด Pass 4 จะได้ว่า ข้อมูลตัวที่ 2 มีค่ามากสุด

Sorted array: เมื่อกระทำทั้งหมด 4 Pass จะได้ข้อมูลเรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้

รูปที่ 8.20

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.53 เป็นโปรแกรมที่เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก โดยมีการกำหนดค่าเริ่มต้นไว้ในโปรแกรมทั้งหมด จำนวน 10 ตัว

```
/* This program sorts an array's values into ascending order */
#include <stdio.h>
#define SIZE 10

/* function main begins program execution */
int main ()
{
    /* initialize a */
    int a[SIZE] = {2, 6, 4, 8, 10, 12, 89, 68, 45, 37} ;
    int pass ;  /* passes counter */
    int i;      /* comparisons counter */
    int hold ;  /* temporary location used to swap array elements */

    printf ( "Data items in original order\n" ) ;

    /* output original array */
    for ( i = 0 ; i < SIZE ; i++ )  {
        printf ( "%4d", a[i] ) ;
    }  /* end for */

    /* bubble sort */
    /* loop to control number of passes */
    for ( pass = 1 ; pass < SIZE ; pass++ ) {

        /* loop to control number of comparisons per pass */
        for ( i = 0 ; i < SIZE – 1 ; i++ )  {

            /* compare adjacent elements and swap them if first
            element is greater than second element */
            if ( a[i] > a[i + 1] )  {
                hold = a[i] ;
                a[i] = a[i + 1] ;
                a[i + 1] = hold ;
            } /* end if */

    } /* end inner for */

} /*end outer for */

printf ( "\nData items in ascending order\n" ) ;

/* output sorted array */
for ( i = 0 ; i < SIZE ; i++ )  {
    printf ( "%4d", a[i] ) ;
} /* end for */

printf ( "\n" ) ;

return 0 ; /* indicates successful termination */
}
```

```
Data items in original order
   2   6   4   8   10   12   89   68   45   37
Data items in ascending order
   2   4   6   8   10   12   37   45   68   89
```

จากโปรแกรมนี้ จะมีการกระทำทั้งหมด 9 pass โดยในแต่ละ pass นั้นจะมีการเปรียบเทียบดังนี้

ใน **pass 1** จะเปรียบเทียบ a[0] กับ a[1], a[1] กับ a[2], …, a[8] กับ a[9]

เมื่อสิ้นสุด pass 1 จะได้ว่า a[9] จะมีค่ามากที่สุด

pass 2 จะเปรียบเทียบ a[0] กับ a[1], a[1] กับ a[2], …, a[7] กับ a[8]

เมื่อสิ้นสุด pass 2 จะได้ว่า a[8] จะมีค่ามากที่สุด

! ! !

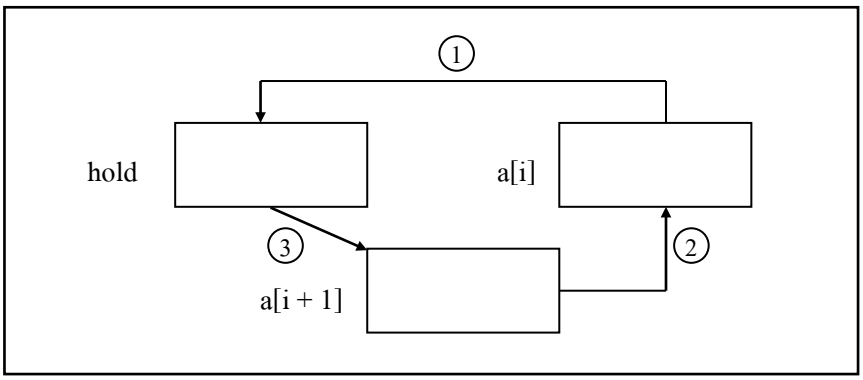
pass 9 จะเปรียบเทียบ a[0] กับ a[1]

เมื่อสิ้นสุด pass 9 จะได้ว่าข้อมูลเรียงจากน้อยไปมาก

โดยในแต่ละ pass ถ้ามีการสลับค่าจะใช้ 3 ข้อความสั่ง ตามขั้นตอนดังนี้

```
hold = a[i] ;      <-- (1)
a[i] = a[i + 1] ;  <-- (2)
a[i + 1] = hold ;  <-- (3)
```

และแสดงได้ดังรูปที่ 8.21



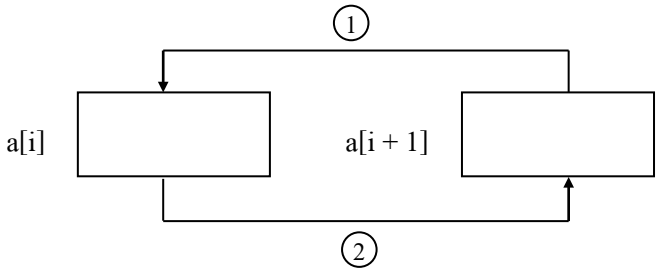
รูปที่ 8.21

โดย hold เป็นตัวแปรชั่วคราว เพื่อใช้ในการสลับค่า

ถ้าเราใช้ 2 ข้อความสั่งนี้ในการสลับค่า จะทำให้ข้อมูลสูญหายไป

a[i] = a[i + 1] ; ← ①

a[i + 1] = a[i] ; ← ②



เช่น ถ้า a[i] = 7 , a[i + 1] = 5

จาก a[i] = a[i + 1] จะได้ว่า a[i] = 5

และ a[i + 1] = a[i] จะได้ว่า a[i + 1] = 5

ซึ่งจะทำให้ค่า 7 สูญหายไป

ดังนั้น ในการสลับค่าเราควรใช้ 3 ขั้นตอน ดังรูปที่ 8.21

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.54 เป็นโปรแกรมเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก โดยให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้ามาทางแป้นพิมพ์ จำนวน 9 ตัว

```
#include <stdio.h>

#define maxnumber  9    /* Maximum number of array elements.   */

int bubble_sort (int user_array[ ]) ;
void display_array (int sorted_array[ ]) ;

main ()
{
    int number[maxnumber] ;
    int index, compares ;

    printf ( "Give me nine numbers and I'll sort them : \n" ) ;
    for (index = 0 ; index < maxnumber ; index++)
    {
        printf ( "Number[%d] = ", index ) ;
        scanf ( "%d", &number[index] ) ;
    }

    compares = bubble_sort (number) ;

    display_array (number) ;
    printf ( "\nThe number of comparisons is %d", compares ) ;

}

int bubble_sort (int user_array[ ])
{
    int index ;
    int switch_flag ;
```

```
    int temp_value ;
    int valtest  =  0 ;

        do
        {

        switch_flag  =  0 ;

            for (index  =  0 ;  index  <  maxnumber ;  index++)
            {
                valtest++ ;
                if (user_array[index]  >  user_array[index + 1])
                    &&(index  !  =  maxnumber – 1) )
                {
                    temp_value  =  user_array[index] ;
                    user_array[index]  =  user_array[index + 1] ;
                    user_array[index + 1]  =  temp_value ;
                    switch_flag  =  1 ;
                }
            }
    }  while (switch_flag) ;
    return (valtest) ;
}

void display_array (int sorted_array[ ])
{
    int index ;

    printf ( "\n\nThe sorted values are : \n" ) ;

    for (index  =  0 ;  index  <  maxnumber ;  index++)
        printf ( "Number[%d]  =  %d\n", index, sorted_array[index] ) ;
}
```

```
Give me nine numbers and I'll sort them :
Number[0]  =  6
Number[1]  =  7
Number[2]  =  5
Number[3]  =  8
Number[4]  =  4
Number[5]  =  9
Number[6]  =  3
Number[7]  =  0
Number[8]  =  2

The sorted values are :
Number[0]  =  0
Number[1]  =  2
Number[2]  =  3
Number[3]  =  4
Number[4]  =  5
Number[5]  =  6
Number[6]  =  7
Number[7]  =  8
Number[8]  =  9

The number of comparisons is 72
```

จากโปรแกรมนี้ จะมีการกำหนดให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้ามาทั้งหมด 9 จำนวน หลังจากนั้นจะมีการเรียกใช้ฟังก์ชัน bubble_sort () โดยมี actual parameter คือ ตัวแปรแถวลำดับ number และในฟังก์ชันถูกเรียกจะมี formal parameter คือ user_array[ ] โดยจะมีการส่งที่อยู่ของ actual parameter ไปยัง formal parameter จึงทำให้ parameter ชี้ไปยังที่อยู่เดียวกัน โดยในฟังก์ชัน bubble_sort จะมีการประกาศใช้ตัวแปร 3 ตัว คือ index จะใช้เป็นตัวบอกลำดับของแต่ละตัวในแถวลำดับ

switch_flag จะใช้บอกให้โปรแกรมรู้ว่า แถวลำดับมีการจัดเรียงลำดับเรียบร้อยแล้ว

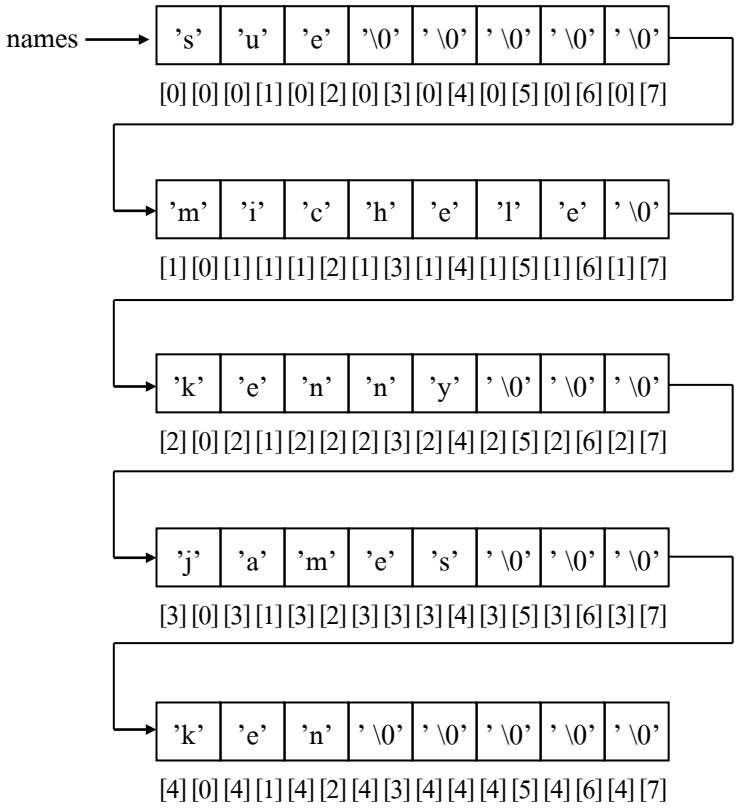
และ temp_value จะใช้เป็นตัวแปรชั่วคราวที่ใช้สำหรับสลับค่า

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.55 เป็นโปรแกรมในการเรียงลำดับชื่อจากน้อยไปมาก

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define NUM 5

main ()
{
    char name[5][8] = { {'s', 'u', 'e'},
                        {'m', 'i', 'c', 'h', 'e', 'l', 'e'},
                        {'k', 'e', 'n', 'n', 'y'},
                        {'j', 'a', 'm', 'e', 's'},
                        {'k', 'e', 'n'} } ;
    char swapname[8] ;
    int j, k ;

    printf ( "The original list is : \n" ) ;
    for (j = 0 ; j < NUM ; j++)
        printf ( "%s\n", names[j] ) ;
    for (j = 0 ; j < NUM – 1 ; j++)
        for (k = j + 1 ; k < NUM ; k++)
            if (strcmp(names[j], name[k]) > 0)
            {
                strcpy (swapname, names[j]) ;
                strcpy (names[j], names[k]) ;
                strcpy (names[k], swapname) ;
            }
    printf ( "\nThe sorted list is : \n" ) ;
    for (j = 0 ; j < NUM ; j++)
        printf ( "%s\n", names[j] ) ;
}
```

```
The original list is :
sue
michele
kenny
james
ken

The sorted list is :
james
ken
kenny
michele
sue
```

จากโปรแกรมนี้ names จะเป็นตัวแปรแถวลำดับ ชนิด char มีขนาด 5×8 โดยข้อมูลจะถูกเก็บไปทีละแถว เรียงกันไป ดังรูปที่ 8.22



รูปที่ 8.22

ในการเปรียบเทียบสายอักขระ เราจะใช้ฟังก์ชัน strcmp () ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบตัวอักขระในสายอักขระแต่ละชุด โดยฟังก์ชันนี้จะส่งค่ากลับมาเป็นค่าจำนวนเต็ม กล่าวคือ

1) ถ้า ค่า = 0 สายอักขระทั้งสองเหมือนกัน
2) ถ้า ค่า > 0 สายอักขระแรกมาก่อนสายอักขระที่สอง
3) ถ้า ค่า < 0 สายอักขระที่สองมาก่อนสายอักขระที่หนึ่ง

8.7 การค้นหาในแถวลำดับ (searching arrays)

ถ้าเราต้องการค้นหาข้อมูลในแถวลำดับ เราจะต้องมีการกำหนดค่าไว้ใน search key โดย search key จะมีชนิดข้อมูลเหมือนกับชนิดข้อมูลในแถวลำดับ ถ้ากระบวนการค้นหาข้อมูลพบข้อมูลเหมือนค่าของ search key จะถือว่าประสบความสำเร็จ (successful) มิฉะนั้นแล้วถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ (unsuccessful)

ในส่วนนี้ จะกล่าวถึงการค้นหา 2 แบบ คือ

8.7.1 การค้นหาแบบเรียงลำดับ (sequential search)

8.7.2 การค้นหาแบบไบนารี (binary search)

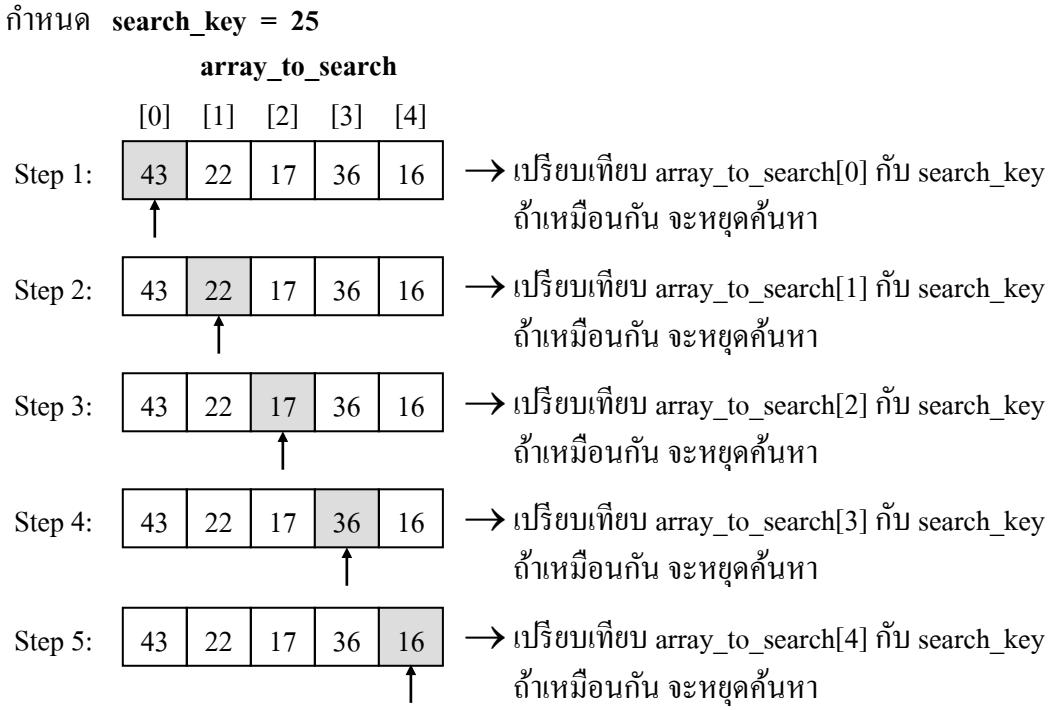
8.7.1 การค้นหาแบบเรียงลำดับ

เป็นการค้นหาแบบง่ายที่สุด กล่าวคือ จะมีการค้นหาข้อมูลเริ่มจากข้อมูลตัวแรกเปรียบเทียบกับค่าของ search_key ถ้ามีค่าเหมือนกัน จะถือว่า การค้นหานี้ประสบความสำเร็จ และถ้าเปรียบเทียบกันไปเรื่อย ๆ จนถึงข้อมูลตัวสุดท้าย และมีค่าไม่เหมือนกันเลย จะถือว่าการค้นหานี้ไม่ประสบความสำเร็จ

ตัวอย่างที่ 8.56 กำหนดตัวแปรแถวลำดับ มีข้อมูลดังนี้

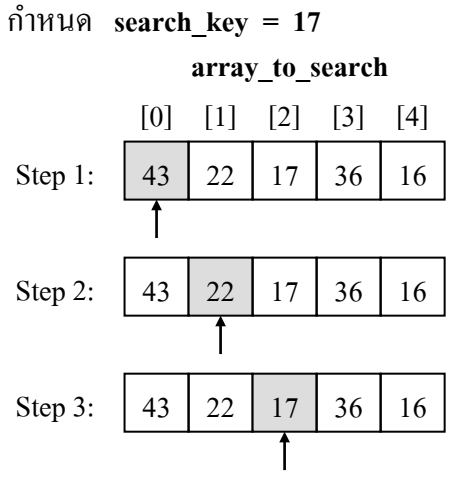
ดัชนี →	0	1	2	3	4
array_to_search →	43	22	17	36	16

ถ้าต้องการค้นหาแบบเรียงลำดับ โดยกำหนดค่า search_key จะมีขั้นตอนดังรูปที่ 8.23



รูปที่ 8.23

จากรูปที่ 8.23 ในแต่ละขั้นตอนจะพบว่า ข้อมูลในแถวลำดับไม่ตรงกับค่า search_key = 25 เลย ดังนั้น เราจะกล่าวว่า ข้อมูลที่ต้องการค้นหาไม่อยู่ในแถวลำดับนี้



รูปที่ 8.24

จากรูปที่ 8.24 เราจะพบว่า ค่าของ array_to_search[2] = search_key ในขั้นตอนที่ 3 ดังนั้น เราจะกล่าวว่า ข้อมูลที่ต้องการค้นหาอยู่ในแถวลำดับนี้

ตัวอย่างที่ 8.57 เราสามารถนำมาเขียนฟังก์ชันในการค้นหาแบบเรียงลำดับได้ดังรูปที่ 8.25

```
/*********************************************************************
  Function Name   : sequential_search_unordered
  Purpose         : Searches a one–dimensional unsorted array of integers using
                    the sequential search algorithm.
  Receives        : search_key,  lise_size,  array_to_search
  Returns         : success,  index
*********************************************************************/
void sequential_search_unordered (list_item_type search_key,
                                  int list_size,
                                  const list_item_type
                                        array_to_search[ ] ,
                                  char success[ ] ,  int  *index)   {
     /* Local variables : */

     int  i;

     /* Function body : */

     strcpy (success,  "FALSE") ;
     *index  =  –1 ;

     for (i  =  0 ;  i  <  list_size ;  i++)
         if (search_key  ==  array_to_search[i])   {
             *index  =  i ;
             strcpy (success,  "TRUE" ) ;
             break ;
         }  /* end if */
     /* end for */
}  /* end function sequential_search_unordered */
```

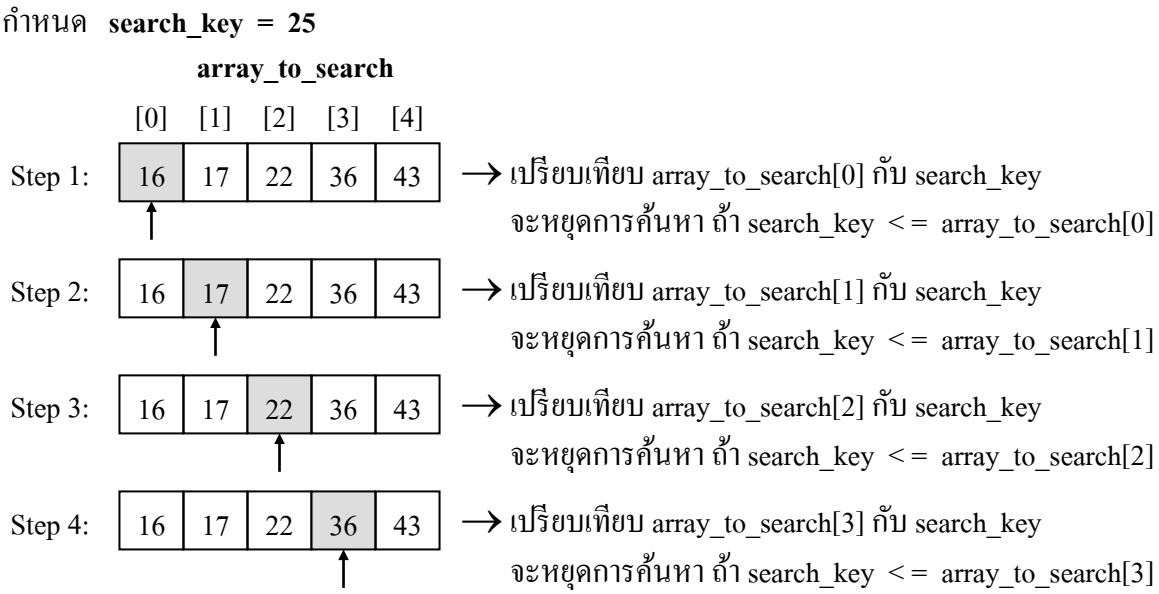
รูปที่ 8.25 เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลในแถวลำดับที่ไม่มีการเรียงลำดับ

ถ้าเราต้องการให้การค้นหาข้อมูลในแถวลำดับมีประสิทธิภาพขึ้น เราควรจะให้ข้อมูลในแถวลำดับ มีการเรียงลำดับจากน้อยไปมากก่อน จะทำให้การค้นหามีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าค่าของ search_key มากกว่าข้อมูลในแถวลำดับตัวที่ใช้เปรียบเทียบก็จะเปรียบเทียบกับข้อมูลในแถวลำดับตัวถัดไป

ถ้าค่าของ search_key เท่ากับข้อมูลในแถวลำดับตัวที่ใช้เปรียบเทียบ แสดงว่า พบข้อมูลที่ต้องการ

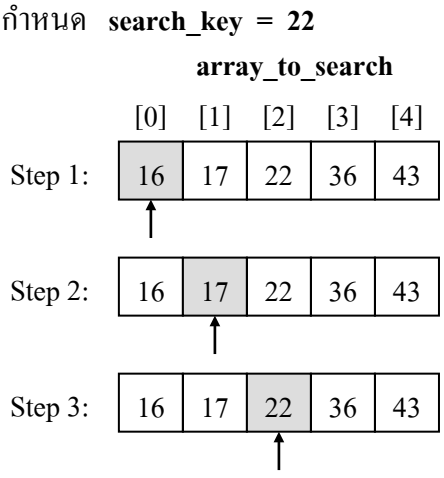
และถ้าค่าของ search_key น้อยกว่าข้อมูลในแถวลำดับตัวที่ใช้เปรียบเทียบ แสดงว่าไม่พบข้อมูลที่ต้องการค้นหา

ตัวอย่างที่ 8.58 กำหนดข้อมูลในแถวลำดับมีการเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก ถ้าต้องการค้นหาแบบเรียงลำดับ โดยกำหนดค่า search_key จะมีขั้นตอนดังรูปที่ 8.26



รูปที่ 8.26

จากรูปที่ 8.26 จะพบว่า ในขั้นตอนที่ 4 ค่าของตัวแปรแถวลำดับตัวที่ 4 มีค่ามากกว่าค่าของ search_key จึงหยุดการค้นหา แสดงว่าข้อมูลที่ต้องการค้นหาไม่อยู่ในแถวลำดับนี้



รูปที่ 8.27

จากรูปที่ 8.27 จะพบว่าในขั้นตอนที่ 3 ค่าของ search_key <= array_to_search[2] ดังนั้นเราจะกล่าวว่าข้อมูลที่ต้องการค้นหาอยู่ในแถวลำดับนี้

จากตัวอย่างที่ 8.58 เราสามารถนำมาเขียนเป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการค้นหาแบบเรียงลำดับ โดยข้อมูลในแถวลำดับต้องมีการเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ได้ดังรูปที่ 8.27

```
/*********************************************************************
  Function Name   : sequential_search_ordered
  Purpose         : Searches a one–dimensional sorted array of integers using
                    the sequential search algorithm.
  Receives        : search_key,  lise_size,  array_to_search
  Returns         : success,  index
*********************************************************************/
void sequential_search_ordered (list_item_type search_key,
                                int list_size,
                                const list_item_type array_to_search[ ] ,
                                char success[ ] ,  int  *index)   {
     /* Local variables : */

     int  i;

     /* Function body : */

     strcpy (success,  "FALSE") ;
     *index  =  –1 ;

     for (i  =  0 ;  i  <  list_size ;  i++)
         if (search_key  <  array_to_search[i])   {
             break ;
         else if (search_key  =  =  array_to_search[i])   {
             *index  =  i ;
             strcpy (success,  "TRUE" ) ;
             break ;
         }  /* end if */
     /* end for */
}  /* end function sequential_search_unordered */
```

รูปที่ 8.28

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.59 เป็นโปรแกรมการค้นหาข้อมูลแบบเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ จนหมดรายการแถวลำดับ

```
/* Linear search of an array */
#include <stdio.h>
#define SIZE 100

/* function prototype */
int linearSearch ( const int array[ ],  int key,  int size ) ;

/* function main begins program execution */
int main ()
{
    int a[SIZE] ;   /* creater array a */
    int x ;   /* counter for initializing elements 0–99 of array a */
    int searchKey ;   /* value to locate in array a */
    int element ;   /* variable to hold location of searchKey or –1 */

    /* create data */
    for ( x  =  0 ;  x  <  SIZE ;  x++ )   {
        a[x]  =  2 * x ;
    }  /* end for */

    printf ( “Enter integer search key : \n” ) ;
    scanf ( “%d”,  &searchKey ) ;

    /* attempt to locate searchKey in array a */
    element  =  linearSearch ( a,  searchKey,  SIZE ) ;

    /* display results */
    if ( element  ! =  –1 )   {
        printf ( “Found value in element %d\n”, element ) ;
    }  /* end if */
    else  {
        printf ( “Value not found\n” ) ;
    }  /*end else */

    return 0 ;   /* indicates successful termination */

}  /* end main */

/* compare key to every element of array until the location is found
   or until the end of array is reached ;  return subscript of element
   if key or –1 if key is not found */
int linearSearch ( const int array[ ],  int key,  int size )
{
```

```
    int n ;  /* counter */

    /* loop through array */
    for ( n  =  0 ;  n  <  size ;  ++n )   {

        if ( array[n]  ==  key )  {
            return n ;  /* return location of key */
        }  /* end if */

    }  /* end for */

    return –1 ;  /* key not found */

}  /* end function linearSearch */
```

```
Enter integer search key ;
36
Found value in element 18
```

```
Enter integer search key ;
37
Value not found
```

8.7.2 การค้นหาแบบไบนารี

เป็นการค้นหาที่มีประสิทธิภาพดีมากในกรณีมีข้อมูลจำนวนมาก หลักการของวิธีนี้จะต้องมีการเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมากก่อน หลังจากนั้นก็จะนำค่าของ search_key มาเปรียบเทียบกับค่าของข้อมูลตัวที่อยู่ตรงกลาง ในการเปรียบเทียบนี้จะมี 3 กรณีที่เป็นไปได้ กล่าวคือ

กรณี 1) ค่าของ search_key เท่ากับค่าของข้อมูลตัวที่อยู่ตรงกลาง ในกรณีนี้จะถือว่าการค้นหาประสบความสำเร็จ และจะยุติการค้นหา

กรณี 2) ค่าของ search_key มีค่าน้อยกว่าค่าของข้อมูลตัวที่อยู่ตรงกลาง ในกรณีนี้แสดงว่า ข้อมูลทุกตัว ตั้งแต่ตัวที่อยู่ตรงกลางขึ้นไป เราจะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากมีค่ามากกว่า search_key ทุกจำนวน

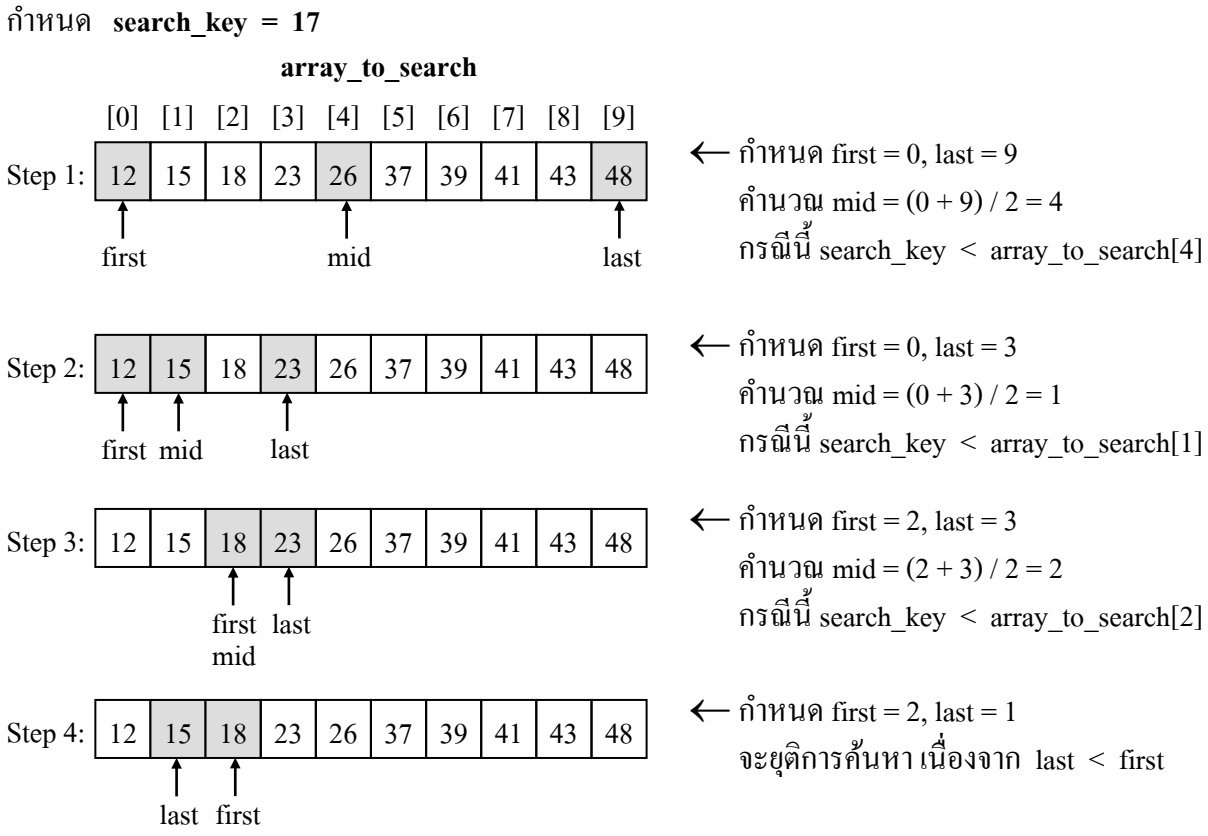
กรณีที่ 3) ค่าของ search_key มีค่ามากกว่าค่าของข้อมูลตัวที่อยู่ตรงกลาง ในกรณีนี้แสดงว่าข้อมูลทุกตัว ตั้งแต่ตัวที่อยู่ตรงกลางลงไป เราจะไม่นำมาพิจารณา เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า search_key ทุกจำนวน

จาก 3 กรณีนี้ จะเป็นการค้นหาข้อมูลที่ดีคือ จะมีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่มีค่าของทุกจำนวนน้อยกว่าค่าที่อยู่ตรงกลาง กับชุดที่มีค่าของทุกจำนวนมากกว่าค่าที่อยู่ตรงกลางและขนาดของรายการที่ต้องการค้นหา จะลดลงไปทีละครึ่งเสมอ ซึ่งในการค้นหาแบบไบนารีนี้ จะนำทั้ง 3 กรณีมาพิจารณาจนกระทั่งค้นหาข้อมูลที่ต้องการจนพบ หรือจนกระทั่งรายการของข้อมูลที่ต้องการค้นหาลดลงจนเหลือข้อมูลที่ไม่เหมือนกับค่า search_key ซึ่งจะแสดงว่าเป็นการค้นหาที่ไม่ประสบความสำเร็จ

ตัวอย่างที่ 8.60 เป็นการแสดงการค้นหาข้อมูลแบบไบนารี

โดยจะกำหนดตัวแปร first เก็บตำแหน่งเริ่มต้นของรายการที่ต้องการค้นหา
ตัวแปร last เก็บตำแหน่งสุดท้ายของรายการที่ต้องการค้นหา และ
ตัวแปร mid เก็บตำแหน่งตรงกรางของรายการที่ต้องการค้นหา

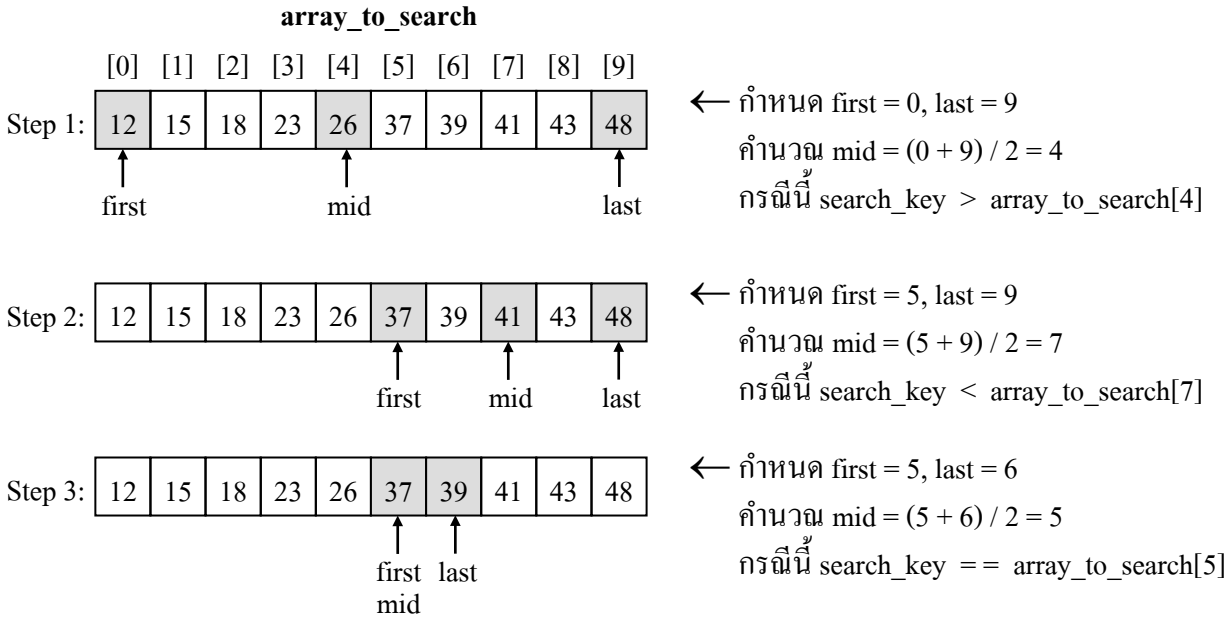
โดย mid = (first + last) / 2 ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนได้ดังรูปที่ 8.29



รูปที่ 8.29

จากรูปที่ 8.29 จะพบว่า ข้อมูลที่ต้องการค้นหาไม่อยู่ในแถวลำดับ

กำหนด **search_key = 37**



รูปที่ 8.30

จากรูปที่ 8.30 เราจะพบว่าในขั้นตอนที่ 3 จะพบข้อมูลที่ต้องการค้นหาอยู่ในลำดับที่ 6

จากตัวอย่างที่ 8.58 เราสามารถนำมาสรุปเป็นขั้นตอนวิธีในการค้นหาแบบไบนารีได้ดังนี้

กำหนดให้ first เก็บตำแหน่งเริ่มต้นของรายการที่ต้องการค้นหา

last เก็บตำแหน่งสุดท้ายของรายการที่ต้องการค้นหา

mid เก็บตำแหน่งตรงกลางของรายการที่ต้องการค้นหา

โดย mid = (first + last) / 2

การค้นหาข้อมูลโดยวิธีนี้ จะแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

1) ถ้าค่าของ search_key มีค่าเท่ากับค่าข้อมูลตรงกลาง แสดงว่า พบข้อมูลที่ต้องการค้นหา
2) ถ้าค่าของ search_key มีค่าน้อยกว่าค่าข้อมูลตรงกลาง เราจะกำหนดให้ first มีค่าคงเดิม และ last = mid – 1 ;
3) ถ้าค่าของ search_key มีค่ามากกว่าค่าข้อมูลตรงกลาง เราจะกำหนดให้ first = mid + 1 และ last มีค่าคงเดิม

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 8.61 เป็นโปรแกรมแสดงการค้นหาแบบไบนารี โดยจะใช้เครื่องหมาย * แทนข้อมูลตรงกลาง

```
/* Binary search of an array */
#include <stdio.h>
#define SIZE 15

/* function prototype */
int binarySearch ( const int b[ ],  int searchKey,  int low,  int high ) ;
void printHeader ( void ) ;
void printRow ( const int b[ ],  int low,  int mid,  int high ) ;

/* function main begins program execution */
int main ()
{
    int a[SIZE] ;  /* create areray a */
    int i;  /* counter for initializing elements 0–14 or array a */
    int key ;  /* value to locate in array a */
    int result ;  /* variable to hold location of key or –1 */

    /* create data */
    for ( i  =  0 ;  i  <  SIZE ;  i++ )   {
        a[i]  =  2 * i ;
    }  /* end for */

    printf ( “Enter a number between 0 and 28 : ” ) ;
    scanf ( “%d”,  &key ) ;

    printHeader() ;

    /* search for key in array a */
    result  =  binarySearch ( a, key, 0, SIZE – 1 ) ;

    /* display results */
    if ( result  ! =  –1 )   {
        printf ( “\n%d found in array element %d\n”,  key,  result ) ;
    }  /* end if */
    else   {
        printf ( “\n%d not found\n”,  key) ;
    }  /* end else */

    return 0 ;  /*indicates successful termination */

}  /* end main */

/* function to perform binary search of an array */
int binarySearch ( const int b[ ],  int searchKey,  int low,  int high )
{
    int middle ;  /* variable to hold middle element of array */
```

```
    /* loop until low subscripts is greater than high subscript */
    while ( low <= high )  {

        /*determine middle element of subarray being searched */
        middle = ( low + high ) / 2 ;

        /* display subarray used in this loop iteration */
        printRow ( b, low, middle, high ) ;

        /* if searchKey matched middle element, return middle */
        if ( searchKey == b[middle] )  {
            return middle ;
        }  /* end if */

        if searchKey less than middle element, set new high */
        else if ( searchKey < b[middle] )  {
            high = middle – 1 ;  /* search low end of array */
        }  /* end else if */

        /* if searchKey greater than middle element, set new low */
        else  {
            low = middle + 1 ;  /* search high end of array */
        }  /* end else */
    }  /* end while */

    return –1 ;  /* searchKey not found */

}  /* end function binarySearch */

/* Print a header for the output */
void printHeader ( void )
{
    int i ;  /* counter */

    printf ( "\nSubscripts : \n" ) ;

    /* output column head */
    for ( i = 0 ; i < SIZE ; i++ )  {
        printf ( "%3d", i ) ;
    }  /* end for */

    printf ( "\n" ) ;  /* start new line of output */
    /* output line of – characters */
    for ( i = 1 ; i <= 4 * SIZE ; i++ )  {
        printf ( "–" ) ;
    }  /* end for */

    printf ( "\n" ) ;  /* start new line of output */
}  /* end function printHeader */
```

```
/* Print one row of output showing the current
   part of the array being processed.  */
void printRow ( const int b[ ],  int low,  int mid,  int high )
{
    int i ;  /* counter for iterating through array b */

    /* loop through entire array */
    for ( i  =  0 ;  i  <  SIZE ;  i++ )   {

        /* display spaces if outside current subarray range */
        if ( i  <  low  ||  i  >  high )   {
            printf ( "       " ) ;
        }  /* end if */
        else if ( i  ==  mid )   {  /* display middle element */
            printf ( "%3d*",  b[i] ) ;  /* mark middle value */
        }  /* end else if */
        else  {  /* display other elements in subarray */
            printf ( "%3d  ",  b[i] ) ;
        }  /* end else */

    }  /* end for */

    printf ( "\n" ) ;  /* start new line of output */
}  /* end function printRow */
```

```
Enter a number between 0 and 28 :  25
Subscripts :
 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14
 0   2   4   6   8  10  12  14* 16  18  20  22  24  26  28
                            16  18  20  22* 24  26  28
                                24  26* 28
                                24*

25 not found
```

```
Enter a number between 0 and 28 :  8
Subscripts :
 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14
 0   2   4   6   8  10  12  14* 16  18  20  22  24  26  28
 0   2   4   6*  8  10  12
                 8  10* 12
                 8*

8 found in array element 4
```

```
Enter a number between 0 and 28 :  6
Subscripts :
 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14
 0   2   4   6   8  10  12  14* 16  18  20  22  24  26  28
 0   2   4   6*  8  10  12

6 found in array element 3
```