

資料結構

C 演算法

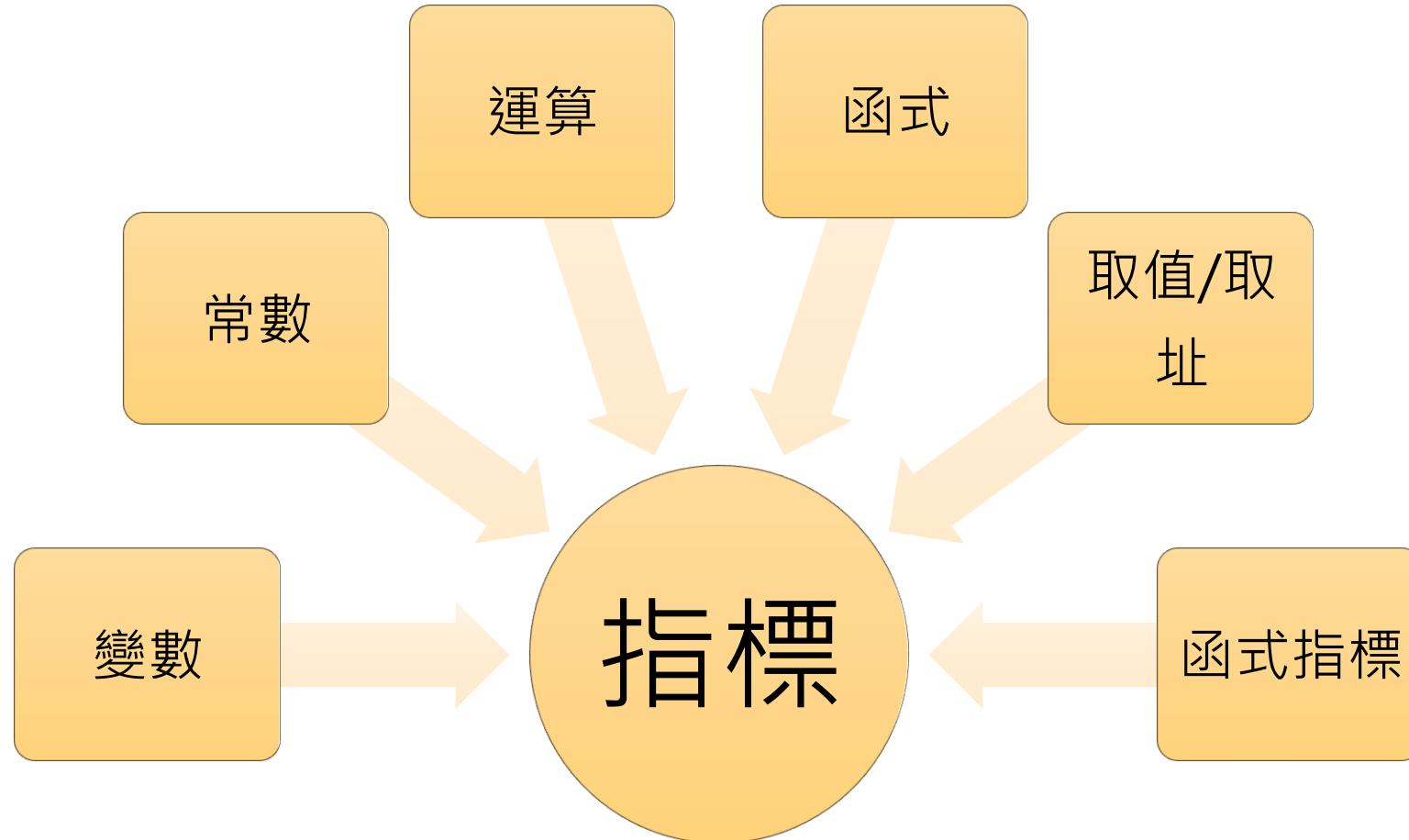
指標與陣列

Pointer & Array

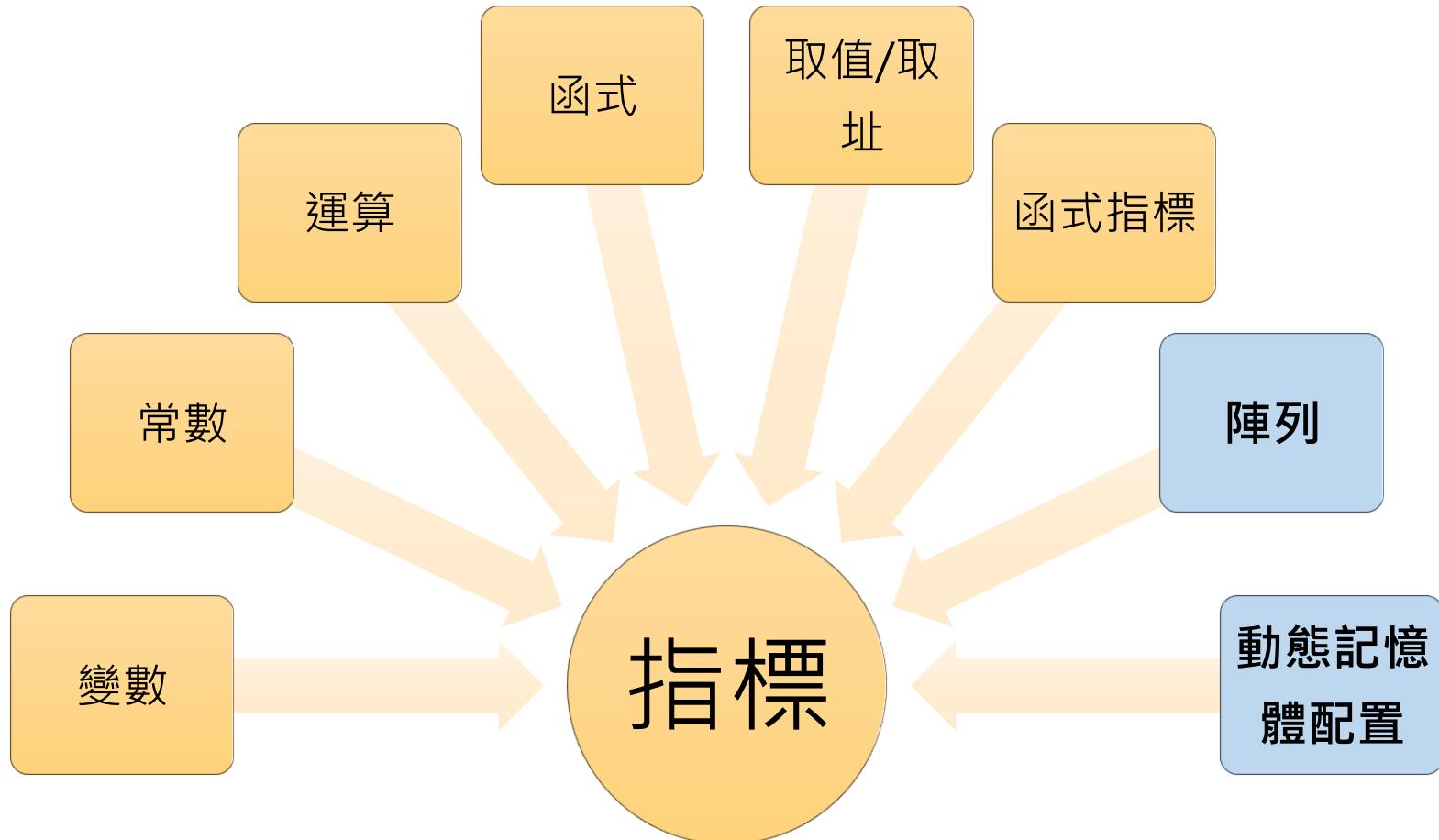
指標與陣列

[十八豆教育科技](#)

先複習一下指標相關概念



即將加入的





指向陣列的指標

```
int a[10]  
int *ptr
```

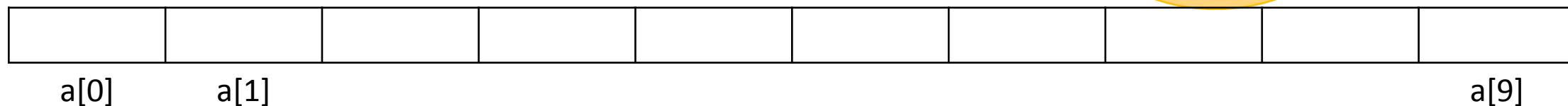
ptr

ptr = &a[0]

↓

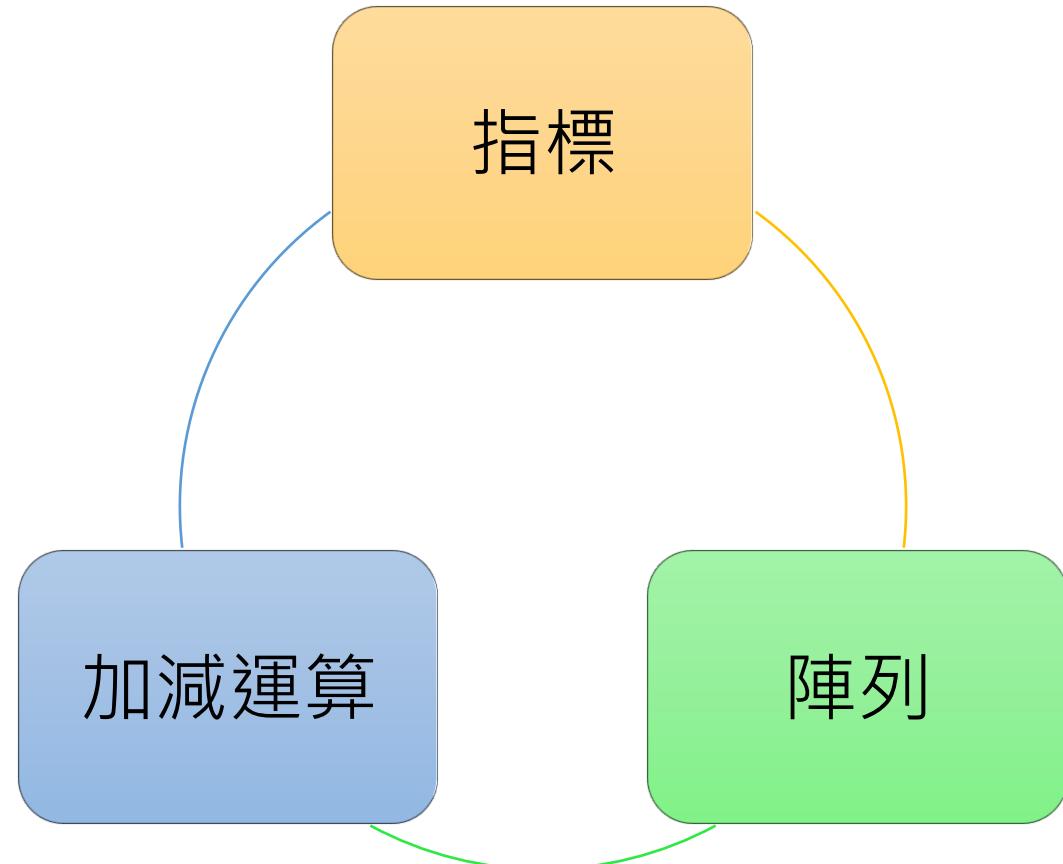
ptr = a

陣列名稱相當於是指向陣列第一個元素的指標常數（值無法更改），因此直接設定指標 $\text{ptr} = \text{a}$ 或是設定 $\text{ptr} = \&\text{a}[0]$ 都可以將指標指向陣列。

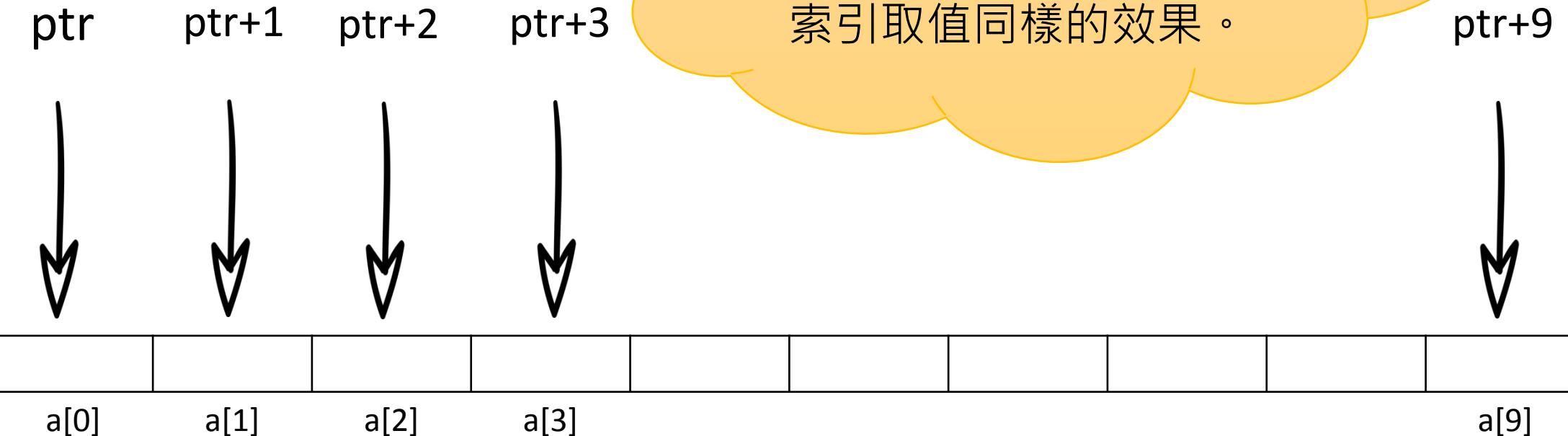


指標的運算

- 前面有提過，單純指標的加減法運算是沒有意義的！
- 只有指向陣列的指標進行加減運算才有意義！
 - 陣列在記憶體中的配置是連續的空間，因此可透過指標運算取得前後陣列元素位址。



指標的運算



陣列取址

```
int a[10]  
int *ptr = a
```

陣列 a	使用陣列 索引取址	使用指標取址
0	$\&a[0]$	ptr
1	$\&a[1]$	$ptr+1$
2	$\&a[2]$	$ptr+2$
3	$\&a[3]$	$ptr+3$
4	$\&a[4]$	$ptr+4$
5	$\&a[5]$	$ptr+5$
6	$\&a[6]$	$ptr+6$
7	$\&a[7]$	$ptr+7$
8	$\&a[8]$	$ptr+8$
9	$\&a[9]$	$ptr+9$

陣列取值

```
int a[10]
int *ptr = a
```

陣列 a	使用陣列 索引取值	使用指標取值
0	a[0]	*ptr
1	a[1]	*(ptr+1)
2	a[2]	*(ptr+2)
3	a[3]	*(ptr+3)
4	a[4]	*(ptr+4)
5	a[5]	*(ptr+5)
6	a[6]	*(ptr+6)
7	a[7]	*(ptr+7)
8	a[8]	*(ptr+8)
9	a[9]	*(ptr+9)

用指標逐一檢視陣列

指標加法

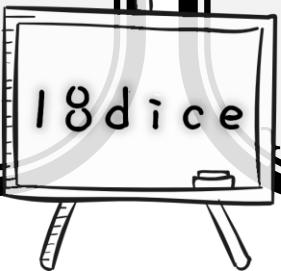
01.c

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int size = 5, i;
    int list[size];
    int *ptr = list;
    for (i = 0; i < size; i++)
    {
        list[i] = i * 5;
        printf("list[%d]=%d\n", i, *(ptr+i));
    }
    return 0;
}
```

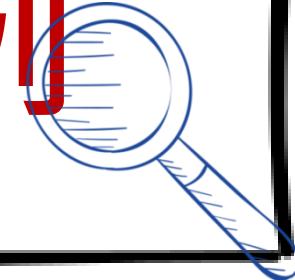
指標遞增

02.c

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int size = 5, i;
    int list[size];
    int *ptr = list;
    for (i = 0; i < size; i++)
    {
        list[i] = i * 5;
        printf("list[%d]=%d\n", i, *ptr++);
    }
    return 0;
}
```

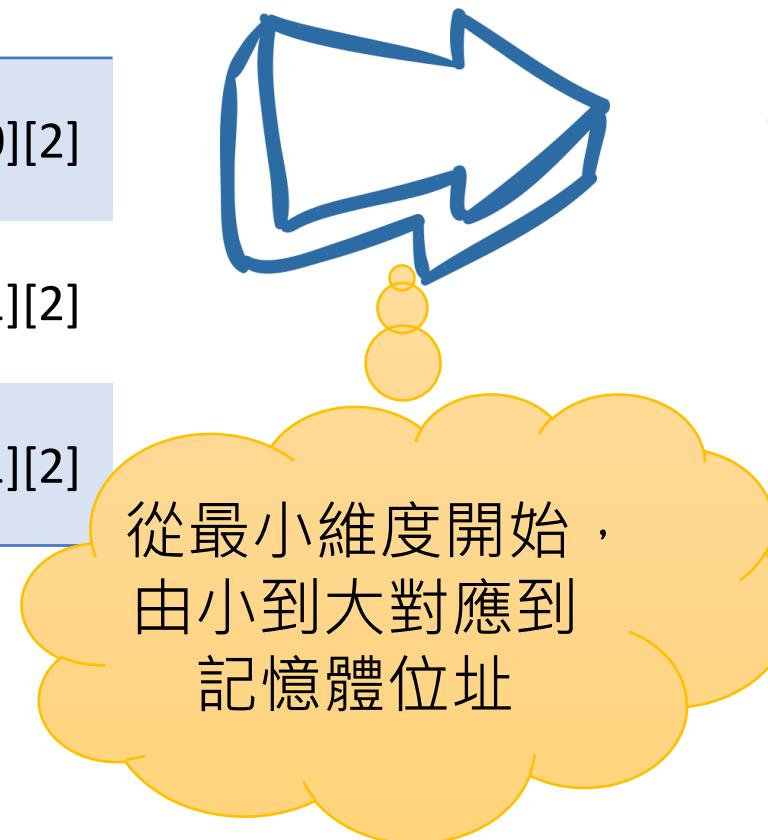


指標與 多維陣列



多維陣列記憶體位置

$a[3][3]$	0	1	2
0	$a[0][0]$	$a[0][1]$	$a[0][2]$
1	$a[1][0]$	$a[1][1]$	$a[1][2]$
2	$a[1][0]$	$a[1][1]$	$a[1][2]$



	陣列索引	記憶體位址
$a[0]$	$a[0][0]$	0x0022FDD0
	$a[0][1]$	0x0022FDD4
	$a[0][2]$	0x0022FDD8
$a[1]$	$a[1][0]$	0x0022FDDC
	$a[1][1]$	0x0022FDE0
	$a[1][2]$	0x0022FDE4
$a[2]$	$a[2][0]$	0x0022FDE8
	$a[2][1]$	0x0022FDEC
	$a[2][2]$	0x0022FDE0

指標存取多維陣列

陣列變數[列數][行數]

元素在第幾列
(第幾行從 0
開始計算)

元素在第幾行
(第幾行從 0 開
始計算)

$\text{ptr} + (\text{第幾列} * \text{一列有幾行}) + \text{第幾行}$

陣列變數宣告時的
「行數」值
(從 1 開頭)

多維陣列取址

```
int a[3][3]
int *ptr = a
```

使用陣列索引取址

a[3][3]	0	1	2
0	$\&a[0][0]$	$\&a[0][1]$	$\&a[0][2]$
1	$\&a[1][0]$	$\&a[1][1]$	$\&a[1][2]$
2	$\&a[2][0]$	$\&a[2][1]$	$\&a[2][2]$

a[3][3]	0	1	2
0	$a[0][0]$	$a[0][1]$	$a[0][2]$
1	$a[1][0]$	$a[1][1]$	$a[1][2]$
2	$a[2][0]$	$a[2][1]$	$a[2][2]$

使用指標取址

a[3][3]	0	1	2
0	$ptr + (0 * 3) + 0$	$ptr + (0 * 3) + 1$	$ptr + (0 * 3) + 2$
1	$ptr + (1 * 3) + 0$	$ptr + (1 * 3) + 1$	$ptr + (1 * 3) + 2$
2	$ptr + (2 * 3) + 0$	$ptr + (2 * 3) + 1$	$ptr + (2 * 3) + 2$

多維陣列取址

```
int a[3][3]
int *ptr = a
```

使用陣列索引取址

a[3][3]	0	1	2
---------	---	---	---

0 &a[0][0] &a[0][1] &a[0][2]

a[3][3]	0	1	2
1	&a[1][0]	&a[1][1]	&a[1][2]

2 &a[1][0] &a[1][1] &a[1][2]

使用指標取址

a[3][3]	0	1	2
---------	---	---	---

0 ptr+(0*3)+0 ptr+(0*3)+1 ptr+(0*3)+2

a[3][3]	0	1	2
1	ptr+(1*3)+0	ptr+(1*3)+1	ptr+(2*3)+2

2 ptr+(2*3)+0 ptr+(2*3)+1 ptr+(2*3)+2

多維陣列取值

```
int a[3][3]
int *ptr = a
```

使用陣列索引取值

a[3][3]	0	1	2
0	a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]
1	a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]
2	a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]

使用指標取值

a[3][3]	0	1	2
0	$*(\text{ptr} + (0*3) + 0)$	$*(\text{ptr} + (0*3) + 1)$	$*(\text{ptr} + (0*3) + 2)$
1	$*(\text{ptr} + (1*3) + 0)$	$*(\text{ptr} + (1*3) + 1)$	$*(\text{ptr} + (2*3) + 2)$
2	$*(\text{ptr} + (2*3) + 0)$	$*(\text{ptr} + (2*3) + 1)$	$*(\text{ptr} + (2*3) + 2)$

用指標操作多維陣列

03.c

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int size = 3, i, j;
    int list[size][size];
    int *ptr = list, *qtr;
    for (i = 0; i < size; i++) {
        qtr = list[i];
        for (j = 0; j < size; j++) {
            list[i][j] = i * size + j ;
            printf("[%d][%d]\n", i, j);
            printf("ptr(%p): %d\n", ptr+(i*size)+j, *(ptr+(i*size)+j));
            printf("qtr(%p): %d\n", qtr+j, *(qtr+j));
        }
    }
    return 0;
}
```





傳遞一維陣列給函式

04.c

```
#include <stdio.h>
int show( int *list, int size) {
    int i = 0;
    for (i = 0; i < size; i++) {
        printf("list[%d](%p): %d\n", i, list+i, *(list+i));
    }
    return size;
}
int main()
{
    int size = 3, i;
    int list[size];
    for (i = 0; i < size; i++) {
        list[i] = i;
        printf("list[%d](%p): %d\n", i, &list[i], list[i]);
    }
    printf("-----\n");
    show( list, size);
    return 0;
}
```



陣列名稱等同於常數指標，因此函式接收陣列參數時，可直接使用指標變數接收。

執行結果

```
dice - pointerANDarray $ ./04.exe
list[0](000000000022fdf0): 0
list[1](000000000022fdf4): 1
list[2](000000000022fdf8): 2
-----
list[0](000000000022fdf0): 0
list[1](000000000022fdf4): 1
list[2](000000000022fdf8): 2
```



傳遞二維陣列給函式

05.c

```
#include <stdio.h>
int show( int **list, int size)
{
    int i, j;
    int *ptr = list;
    for (i = 0; i < size; i++) {
        for (j = 0; j < size; j++) {
            printf("list[%d][%d](%p): %d\n", i, j, ptr+(i*size)+j, *(ptr+(i*size)+j));
        }
    }
    return size;
}
int main()
{
    int size = 3, i, j;
    int list[size][size];
    for (i = 0; i < size; i++) {
        for (j = 0; j < size; j++) {
            list[i][j] = i * size + j ;
            printf("[%d][%d](%p): %d\n", i, j, &list[i][j], list[i][j]);
        }
    }
    printf("-----\n");
    show( list, size);
    return 0;
}
```

二維陣列的參數接收就需要使用雙重指標接收。

雙重指標的宣告有兩種：

(1) int **list

(2) int *list[]

執行結果

```
18 - pointerANDarray $ ./05.exe
[0][0](000000000022FDD0): 0
[0][1](000000000022FDD4): 1
[0][2](000000000022FDD8): 2
[1][0](000000000022FDDC): 3
[1][1](000000000022FDE0): 4
[1][2](000000000022FDE4): 5
[2][0](000000000022FDE8): 6
[2][1](000000000022FDEC): 7
[2][2](000000000022FDF0): 8
-----
list[0][0](000000000022FDD0): 0
list[0][1](000000000022FDD4): 1
list[0][2](000000000022FDD8): 2
list[1][0](000000000022FDDC): 3
list[1][1](000000000022FDE0): 4
list[1][2](000000000022FDE4): 5
list[2][0](000000000022FDE8): 6
list[2][1](000000000022FDEC): 7
list[2][2](000000000022FDF0): 8
```





延伸的概念

概念1：命令列參數

06.c

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    int i;
    for (i = 0; i < argc; i++)
    {
        printf("第 %d 個參數為: %s\n", i,
        argv[i]);
    }
    return 0;
}
```



程式執行時，加上參數資料，提供程式使用。

執行結果

```
dice - pointerANDarray $ ./06.exe 測試 第?個
第 0 個參數為: D:\18d\18-資料演算-V1\題目\pointerA
NDarray\06.exe
第 1 個參數為: 測試
第 2 個參數為: 第?個
```



概念1：命令列參數

- 在 C 語言的主執行函式 main() 內加上 int argc 與 char *argv[] 兩個參數，便可在程式內使用程式執行時傳入的參數，

```
int main(int argc, char *argv[])
```

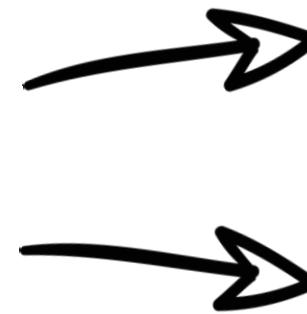
argc 代表傳入的參數個數



argv 儲存參數字串

概念1: 命令列參數

./a.out 10 20 第三個 測試



`argc = 5`

`argv`

<code>argv[0]</code>	<code>./a.out</code>
<code>argv[1]</code>	<code>10</code>
<code>argv[2]</code>	<code>20</code>
<code>argv[3]</code>	<code>第三個</code>
<code>argv[4]</code>	<code>測試</code>



執行的程式名稱會是第一個參數，因此 `argc` 最少也會是 1，不會有 `argc = 0` 的情況！

概念2：動態記憶體配置

指標單元提過...「沒有指標時的困境(2)」

07.c

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num = 10;
    int num2 = 0;
    int data[num];
    int i = 0;
    scanf("%d", &num2);
    printf("num2: %d\n", num2);
    for (i = 0; i < num; i++)
    {
        data[i] = i;
        printf("data[%d]: %d\n", i, data[i]);
    }
    return 0;
}
```

如果陣列 data 的大小要由 num2 決定呢？

num2 的值會在陣列宣告後才取得，要怎麼才能之後再動態決定陣列大小呢？



概念2：動態記憶體配置

08.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{
    int *list;
    int size, i;
    scanf("%d", &size);
    list = malloc(size * sizeof(int));
    for (i = 0; i < size; i++)
    {
        *(list + i) = i;
        printf("list[%d]: %d\n", i, *(list+i));
    }
    return 0;
}
```



使用 **malloc()** 動態
配置記憶體空間

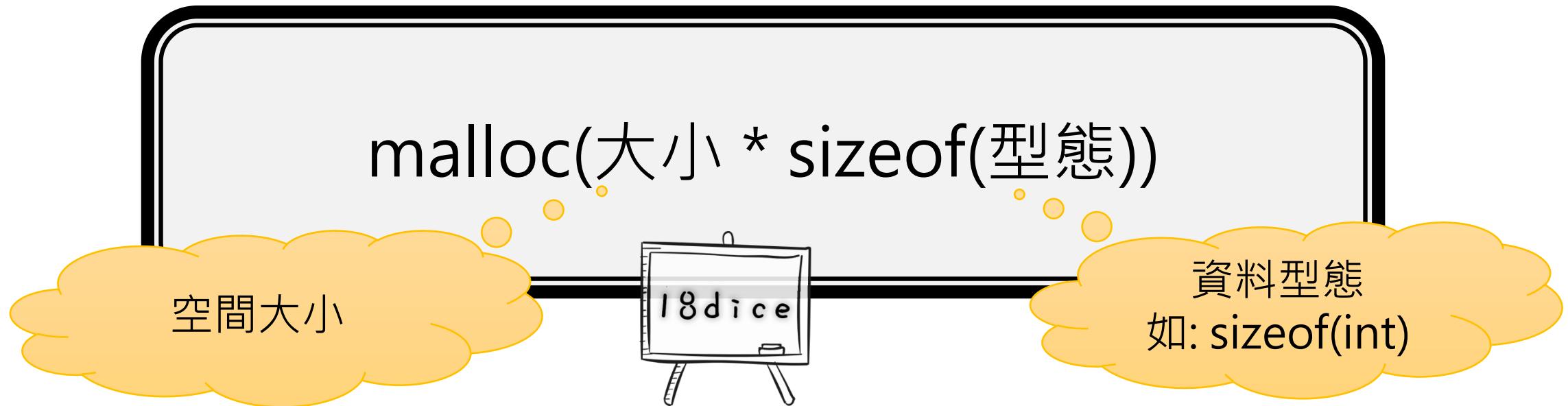
執行結果

```
dice - pointerANDarray $ ./08.exe
5
list[0]: 0
list[1]: 1
list[2]: 2
list[3]: 3
list[4]: 4
```



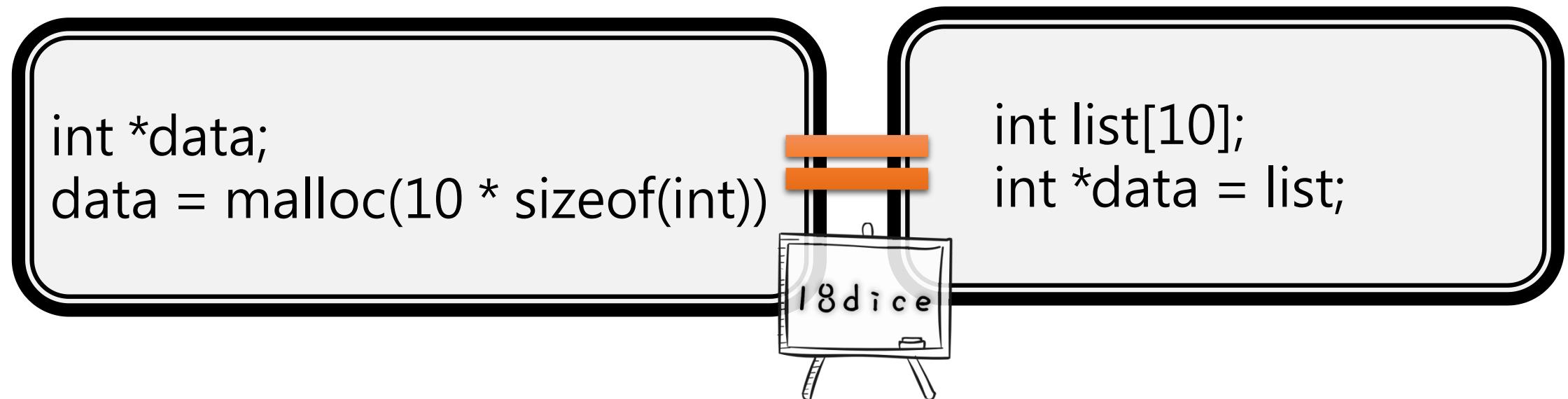
概念2: 動態記憶體配置: malloc()

- 陣列採用固定的記憶體配置，宣告陣列變數時就會立即提供符合需求的記憶體空間，且此空間是無法變動的！
- 當所需的空間還是未知數時，就需使用動態記憶體配置: malloc()



概念2: 動態記憶體配置: malloc()

- `malloc()` 配置後會回傳配置的記憶體位址，因此需要使用指標變數接收。
- 指標變數接受 `malloc()` 回傳的記憶體位址後，後續的資料操作就與使用指標操作陣列相同。



概念2：動態記憶體配置: free()

09.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{
    int *list;
    int size, i;
    scanf("%d", &size);
    list = malloc(size * sizeof(int));
    for (i = 0; i < size; i++) {
        *(list + i) = i;
        printf("list[%d](%p): %d\n", i, (list+i), *(list+i));
    }
    free(list);
    printf("-----\n");
    for (i = 0; i < size; i++) {
        printf("list[%d](%p): %d\n", i, (list+i), *(list+i));
    }
    return 0;
}
```

malloc() 配置的動態配置記憶體空間可使用 free() 將空間歸還。

歸還後位址內存放的值會被清除，此空間也會交由系統重新分配。

因此務必要小心程式不可再使用已經 free() 處理後的變數資料！

執行結果

```
dice - pointerANDarray $ ./09.exe
3
list[0](0000000000457EC0): 0
list[1](0000000000457EC4): 1
list[2](0000000000457EC8): 2
-----
list[0](0000000000457EC0): 3504096
list[1](0000000000457EC4): 0
list[2](0000000000457EC8): 3473752
```

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{
    int *list1, *list2;
    int size1, size2, add, i;
    scanf("%d", &size1);
    list1 = malloc(size1 * sizeof(int));
    for (i = 0; i < size1; i++) {
        *(list1 + i) = i;
        printf("list1[%d](%p): %d\n", i, (list1+i), *(list1+i));
    }
    scanf("%d", &add); // 設定空間要擴大多少
    size2 = size1 + add;
    // 重新配置新空間
    list2 = realloc(list1, size2 * sizeof(int));
    // 只設定新擴增的元素內容值
    for (i = 0; i < add; i++) {
        *(list2 + size1 + i) = 10 + i;
    }
    // 全部顯示
    for (i = 0; i < size2; i++) {
        printf("list2[%d](%p): %d\n", i, (list2+i), *(list2+i));
    }
    return 0;
}
```

malloc() 配置過的空間，
若需要調整空間大小，可
使用 realloc () 重新配置

執行結果

```
dice - pointerANDarray $ ./10.exe
2
list1[0](0000000000317EC0): 0
list1[1](0000000000317EC4): 1
3
list2[0](0000000000317EC0): 0
list2[1](0000000000317EC4): 1
list2[2](0000000000317EC8): 10
list2[3](0000000000317ECC): 11
list2[4](0000000000317ED0): 12
```



概念2: 動態記憶體配置: realloc()

- realloc() 可重新調整配置的記憶體空間，重新調整後的位址與原位址不一定會相同！
- 若原配置的空間仍有足夠的位置，realloc() 就會使用 malloc() 時得到的位址，若新需求空間遠大於原配置空間，就會變更到新位址。

概念2: 動態記憶體配置

使用動態記憶體配置相關函式，需引入 stdlib.h 這個 header

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

malloc(需求大小)

realloc(要重新配置的指標, 新需求大小)

free(指標)

★ 重點整理

- 指標與一維陣列
- 指標與多維陣列
- 指標在陣列內的取值與取址
- 指標與函式參數的傳遞接收
- 命令列位址
- 動態記憶體配置

