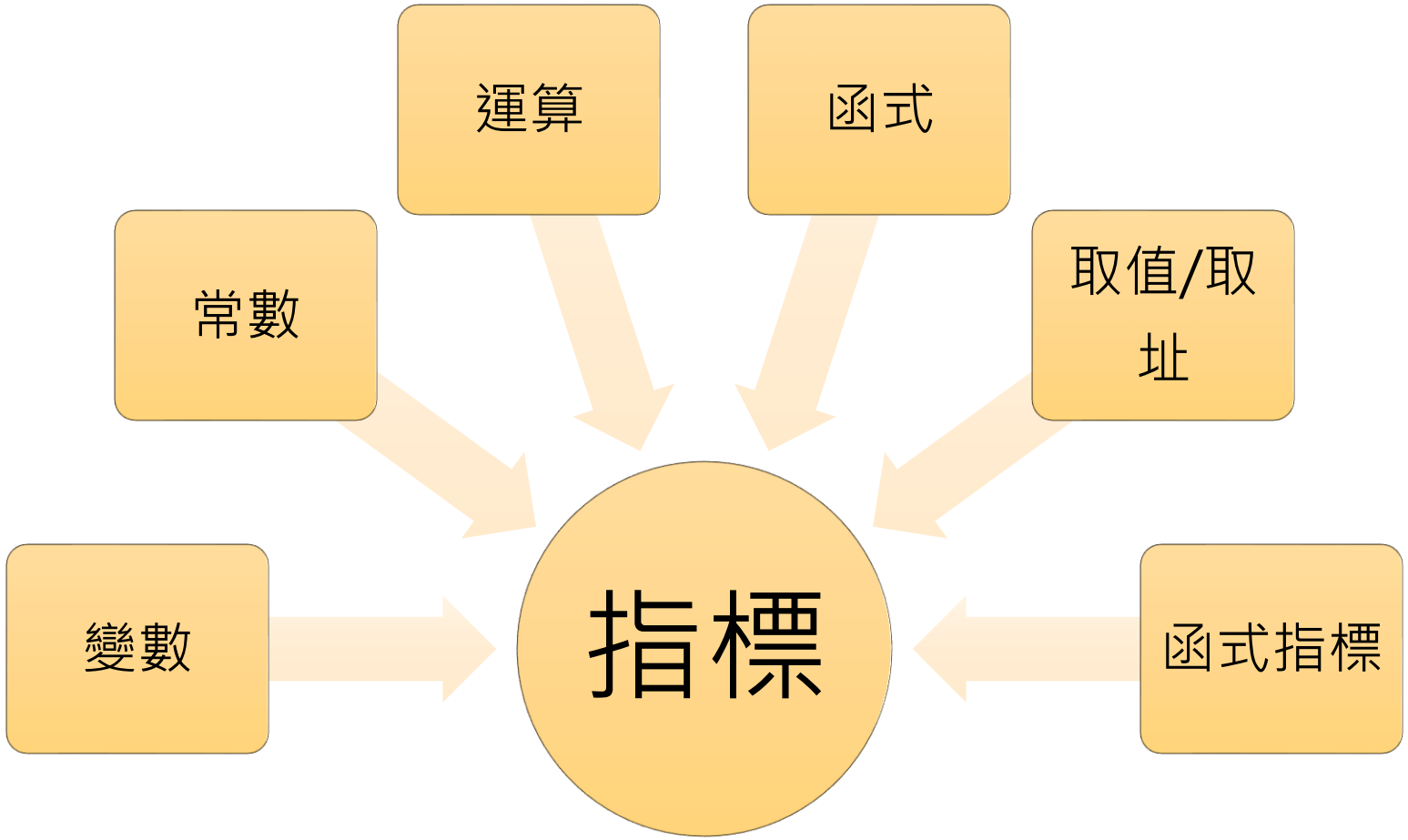
資料結構 C 演算法

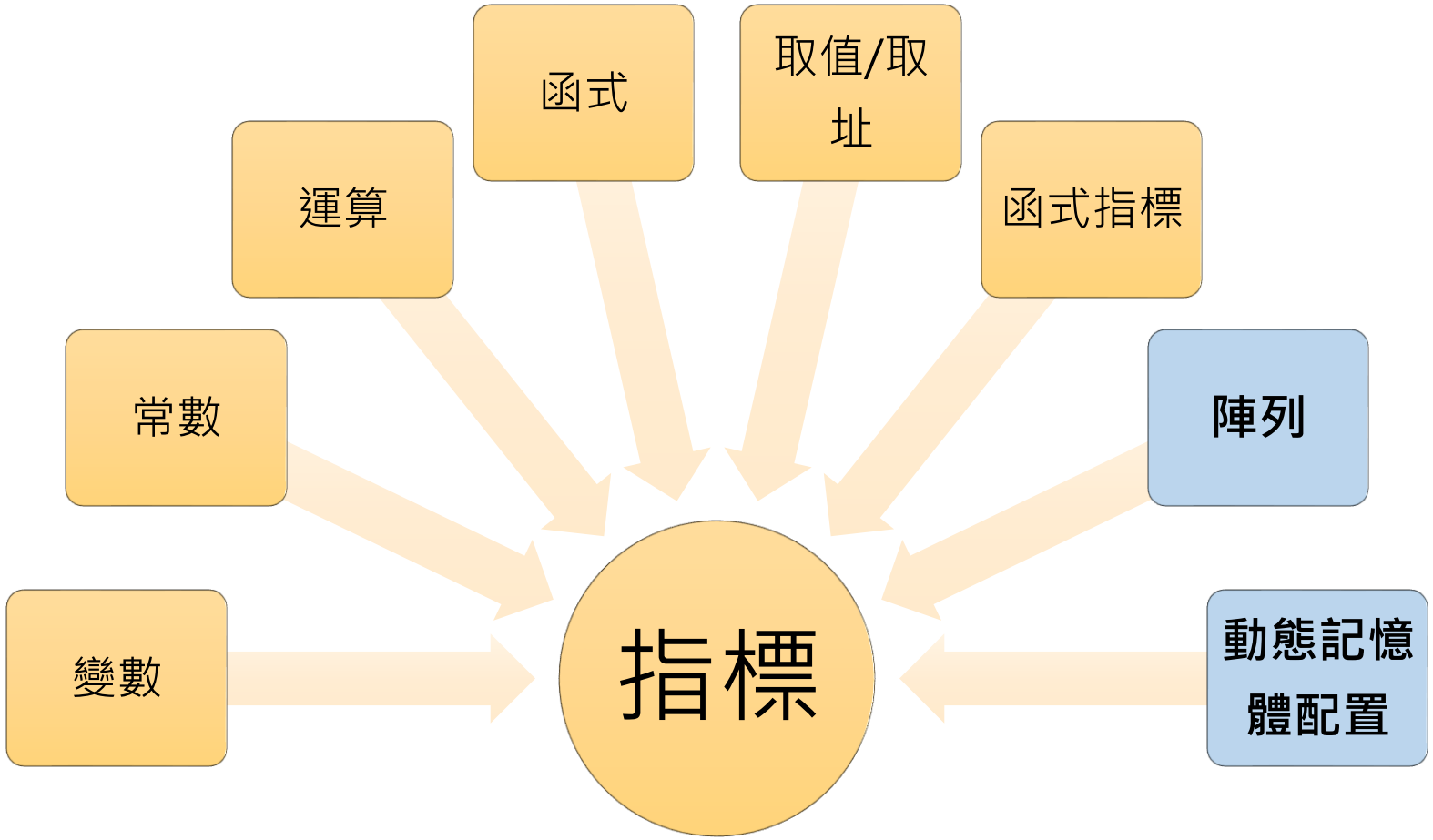
指標與陣列
Pointer & Array

指標與陣列

先複習一下指標相關概念



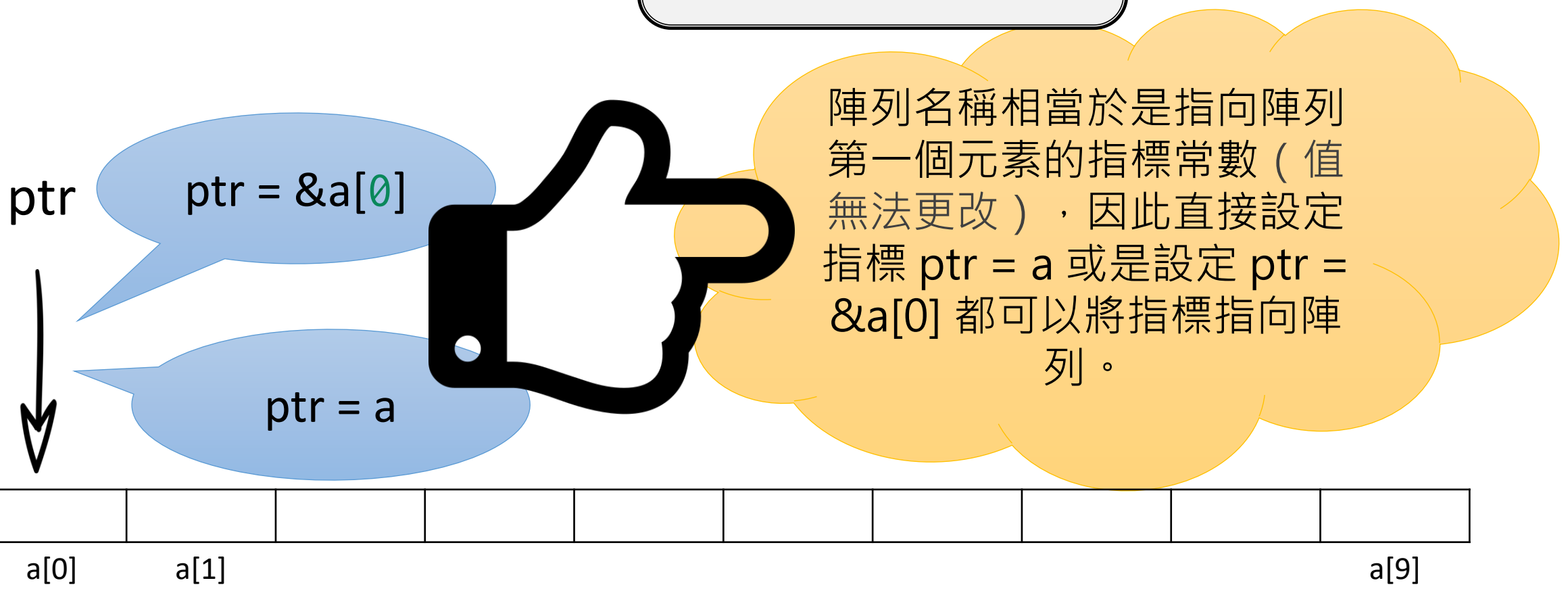
即將加入的




指標與
一維陣列

指向陣列的指標

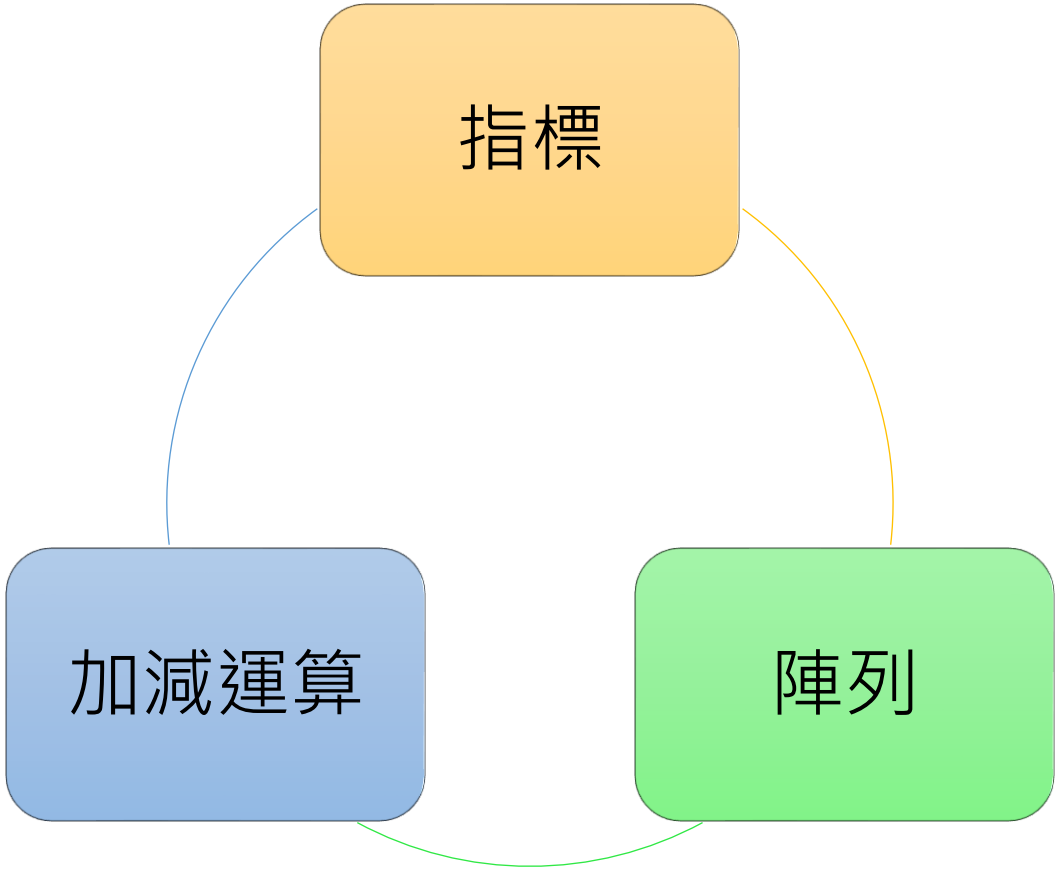
```
int a[10]
int *ptr
```



指標的運算

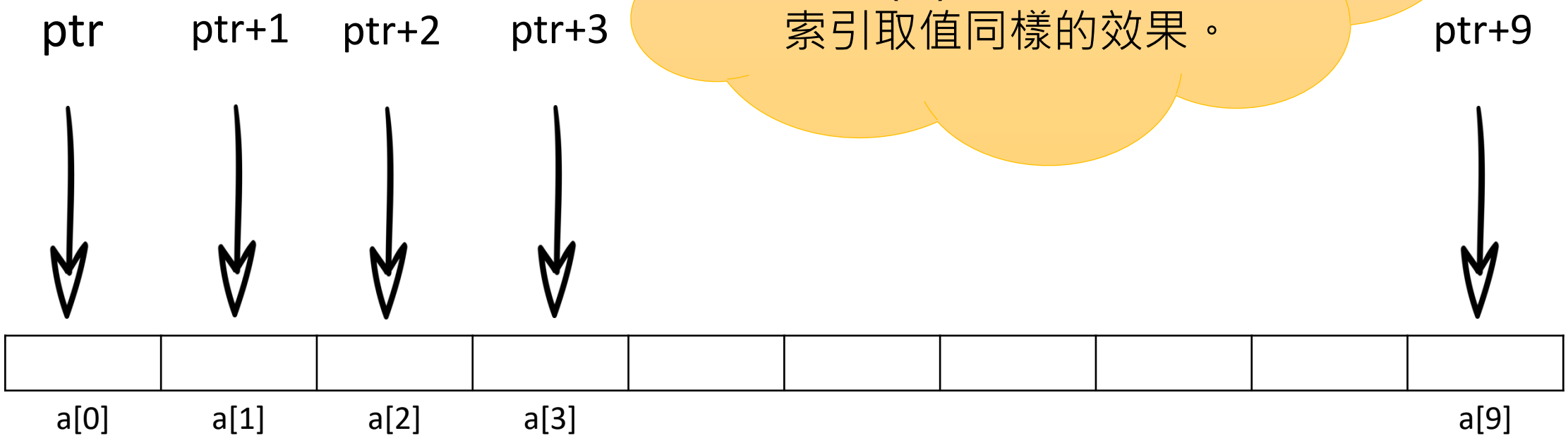
- 前面有提過，單純指標的加減法運算是沒有意義的！

- 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

透過指標的加減運算，可以將指標指向陣列內不同索引位置，再搭配取值(*)與取址(&)運算達到與陣列索引取值同樣的效果。



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

```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;
}
```

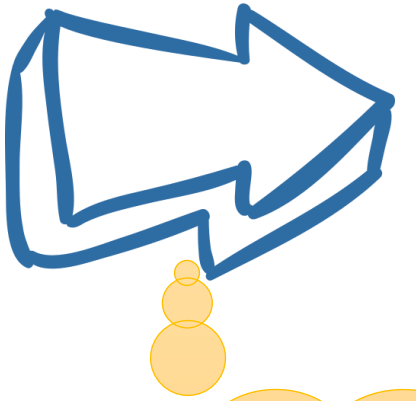
指標遞增

```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]



從最小維度開始，
由小到大對應到
記憶體位址

	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)

ptr + (第幾列 * 一列有幾行) + 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
```

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

用指標操作多維陣列

```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;
}
```


指標與函式

傳遞一維陣列給函式

```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

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[]

```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;
}
```

執行結果

```
- 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

```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\D18-資結演算-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

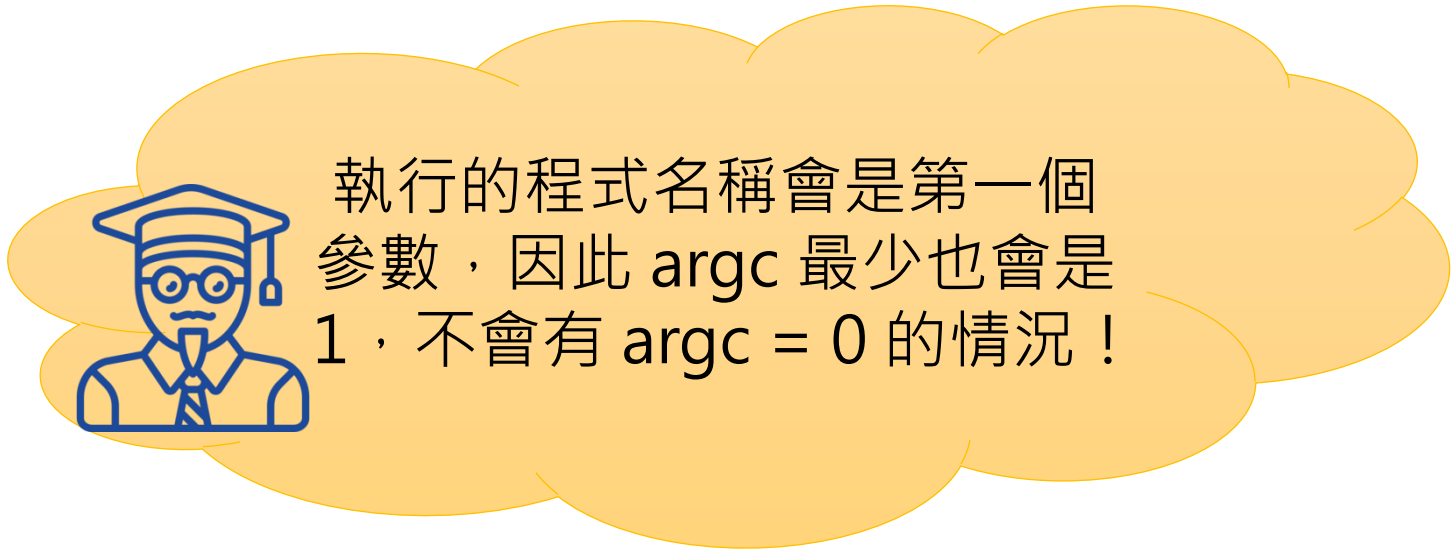
argv 儲存參數字串

概念1: 命令列參數

./a.out 10 20 第三個 測試

argc = 5

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



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)」

```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

```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

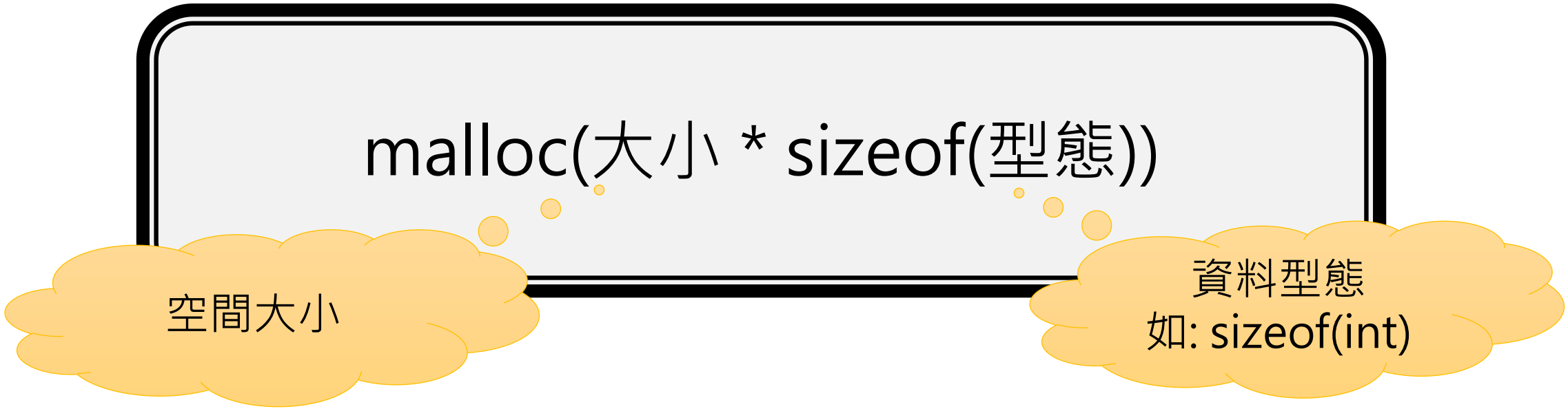
執行結果

```
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。

```
int *data;
data = malloc(10 * sizeof(int))
```

=

```
int list[10];
int *data = list;
```

```c
#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