

C++程式設計基礎

lesson 4

陳毅

本節概要

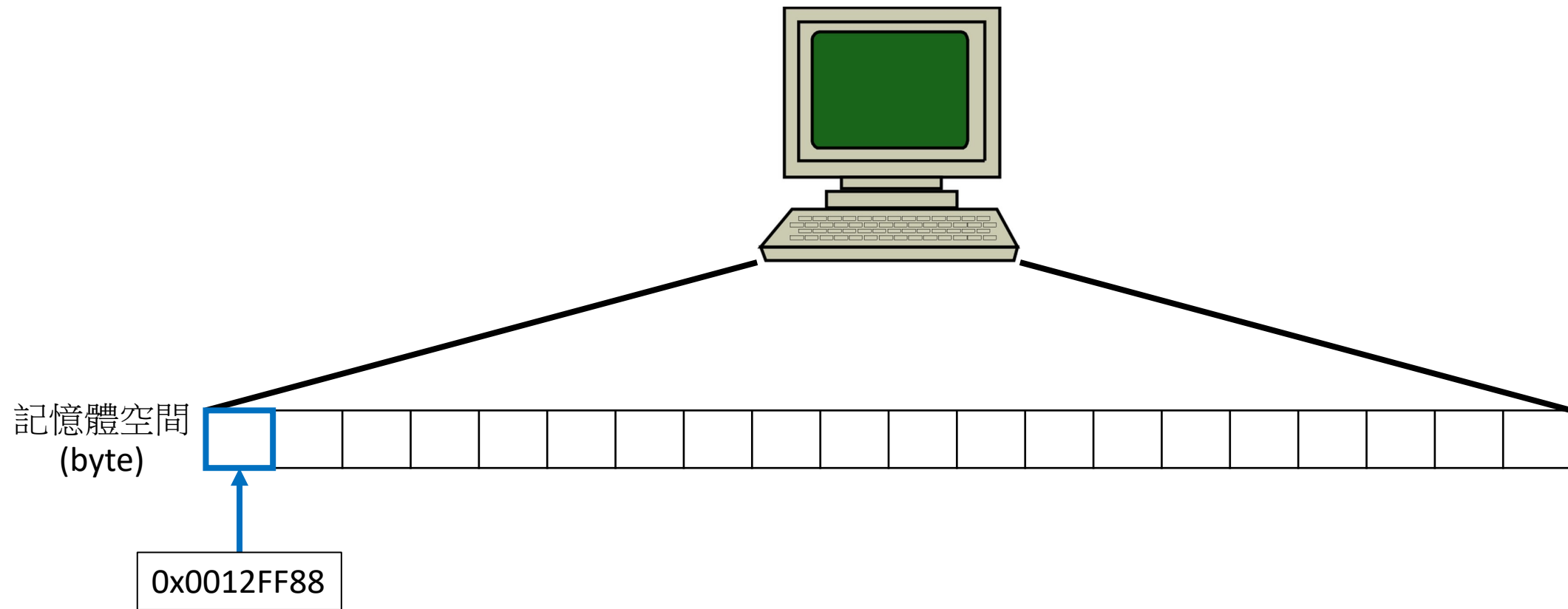
- 指標
- 挑戰：解數獨

指標

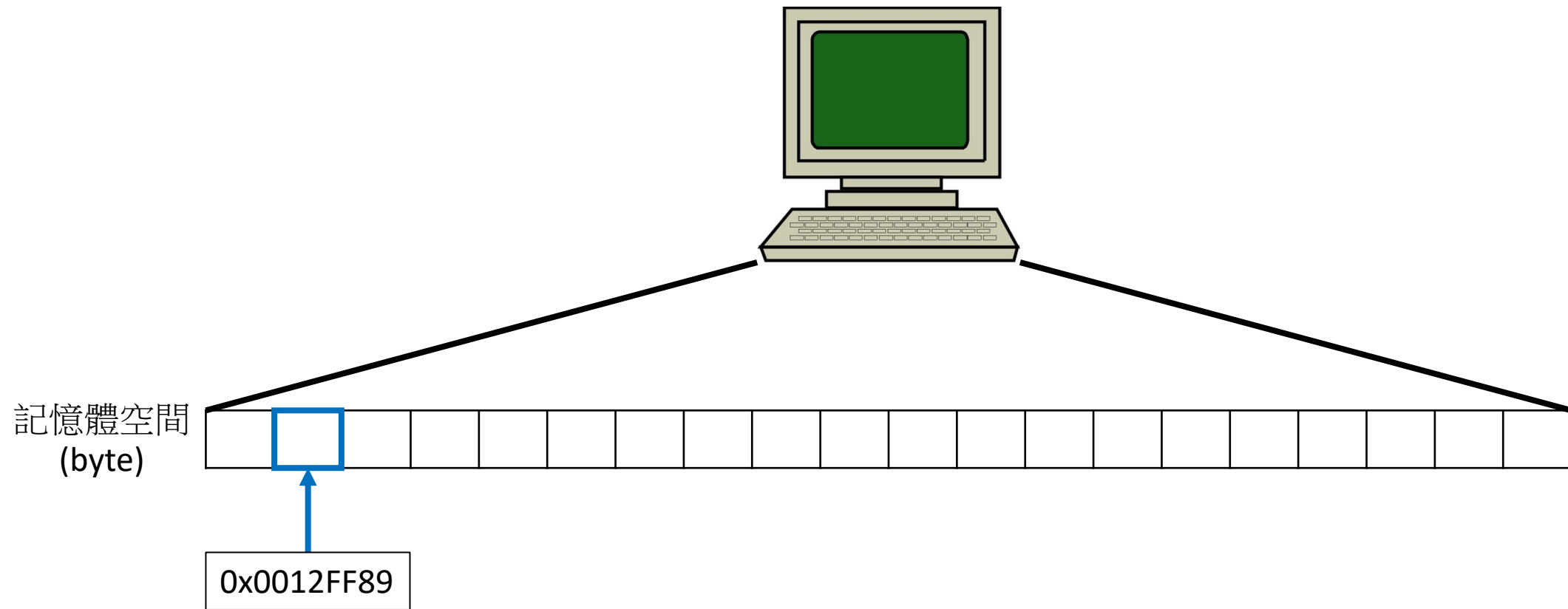
今天過後，你要學會...

- 宣告一個用來儲存「記憶體位址」的變數，此變數稱作**指標**。
- 使用「位址運算符 &」得到一個變數的**記憶體位址**。
- 使用「間接運算符 *」得到一個記憶體位址所儲存的**值**。
- 陣列的指標
 - 指標運算
 - 多重指標
- 使用**指標**作為函數的引數（參數），來傳遞資料。

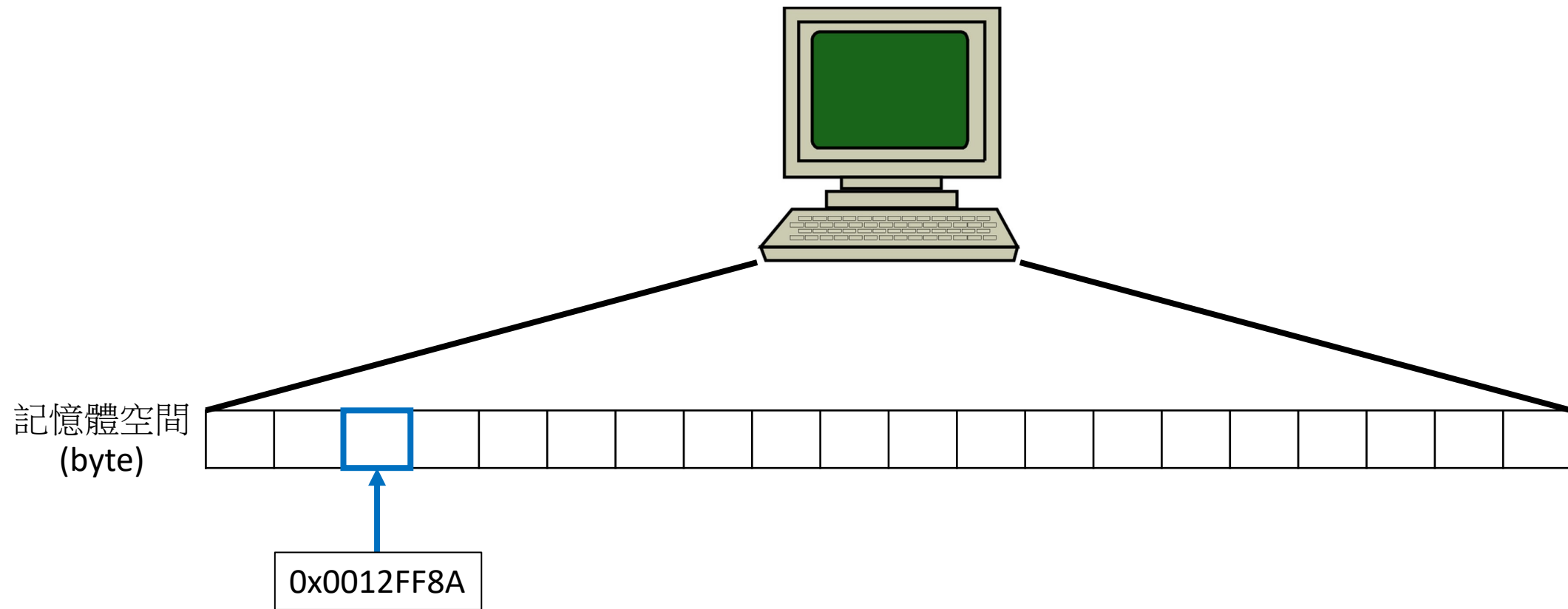
電腦的記憶體



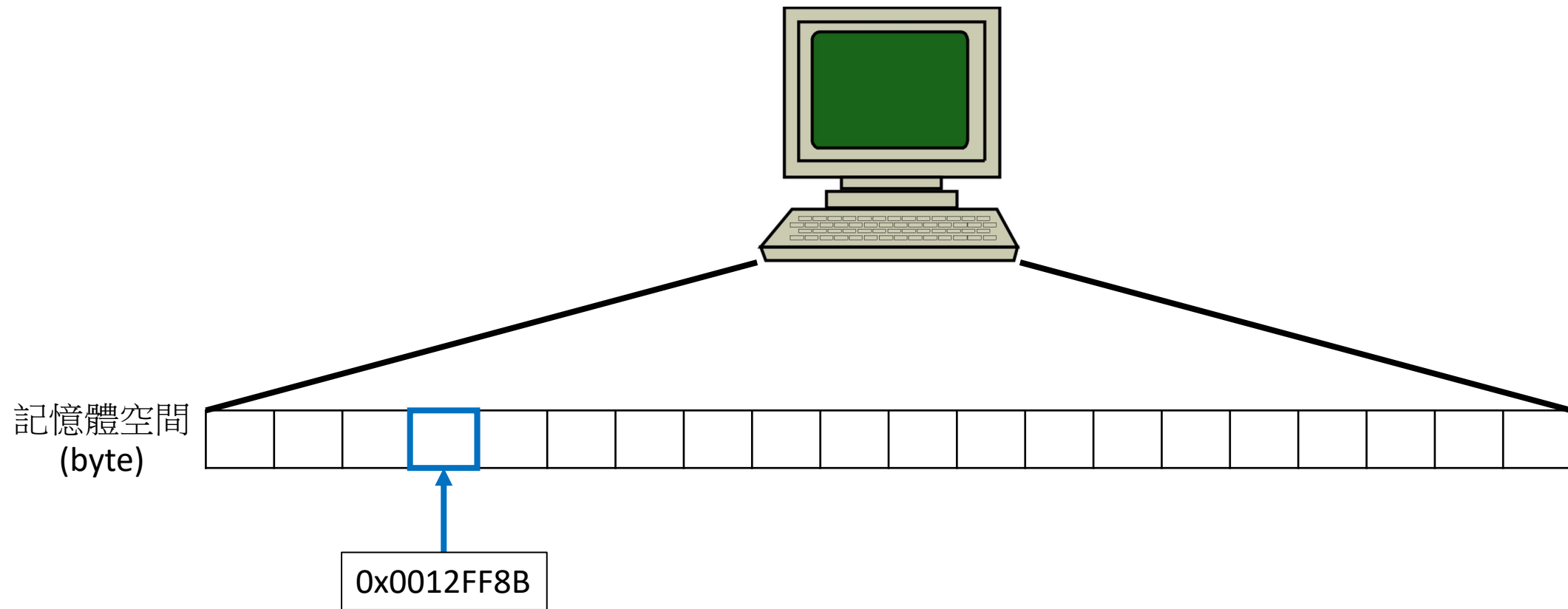
電腦的記憶體



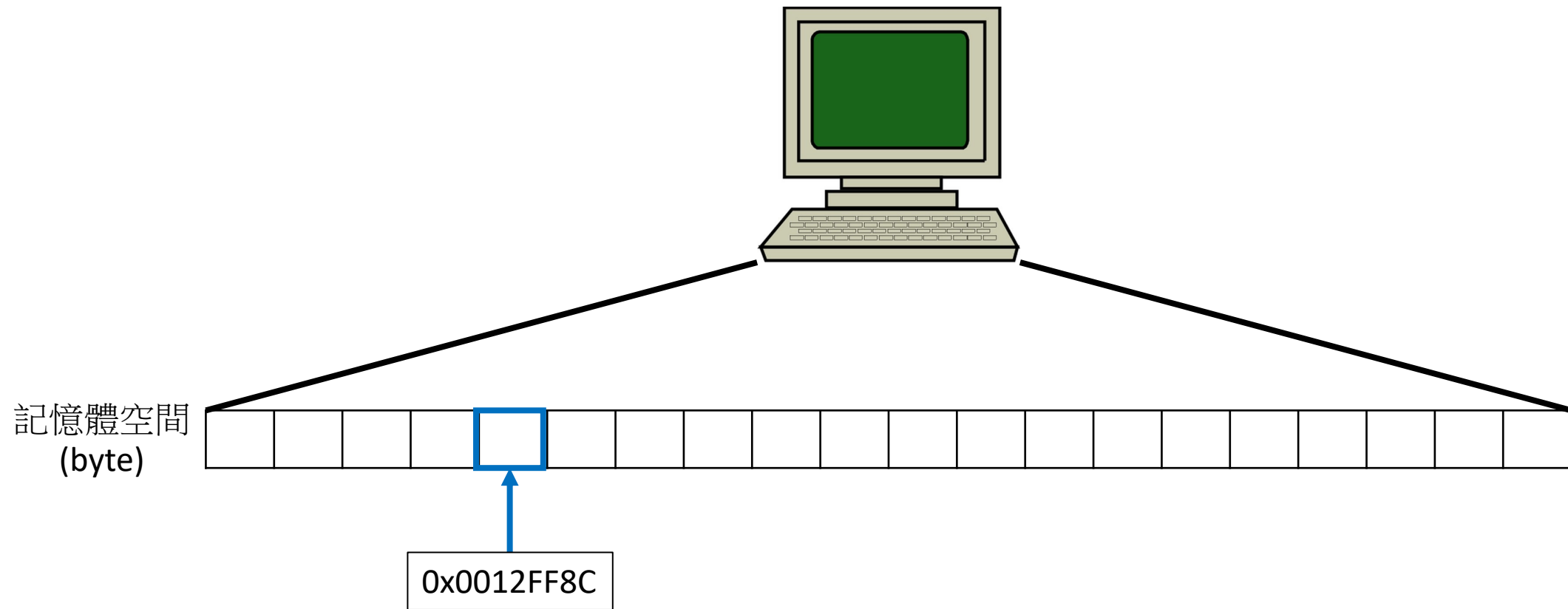
電腦的記憶體



電腦的記憶體



電腦的記憶體



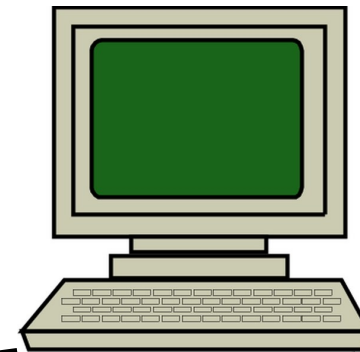
複習：sizeof 運算子 (lesson 3)

- 用來計算程式中變數所佔用的記憶體大小，這個運算子在動態配置記憶體時有很大的用處。

```
int a;  
char b;  
float c;  
double d;  
bool e;  
cout << "int: " << sizeof(a) << endl;  
cout << "char: " << sizeof(b) << endl;  
cout << "float: " << sizeof(c) << endl;  
cout << "double: " << sizeof(d) << endl;  
cout << "bool: " << sizeof(e) << endl;
```

關於電腦如何儲存一個變數的資料

```
int a = 10;  
double b = 3.14;  
char c = 'A';  
int d = 2000;
```



記憶體空間



名稱：a
值：10
型態：int
長度：4 bytes

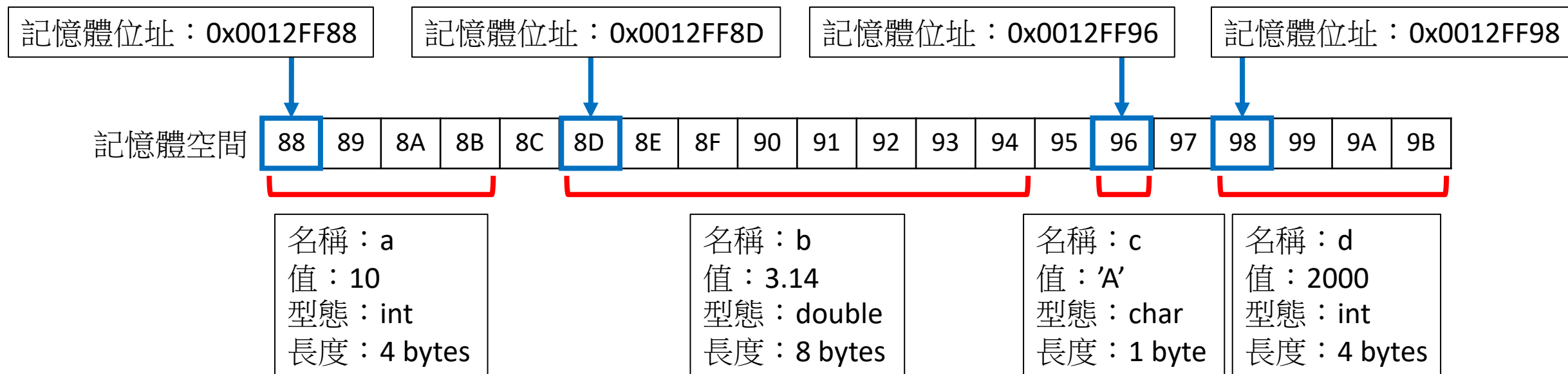
名稱：b
值：3.14
型態：double
長度：8 bytes

名稱：c
值：'A'
型態：char
長度：1 byte

名稱：d
值：2000
型態：int
長度：4 bytes

變數的記憶體位址

- 儲存一個變數的第一個記憶體位址，即為該變數的記憶體位址



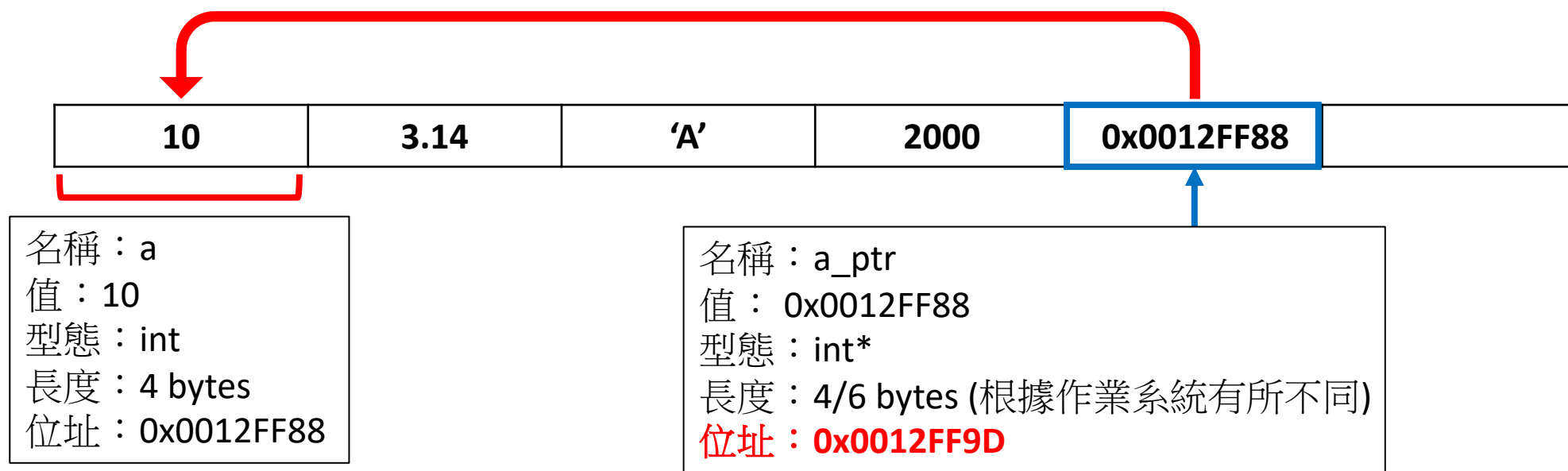
知道變數的記憶體位址能做什麼？

- 存取變數的值
 - 可以透過記憶體位址，去存取變數的值。
- 方便傳遞
 - 將一個元素很多的陣列傳遞給函數，要將每個元素都複製一遍傳遞過去。但若知道陣列的記憶體位址，那只要傳遞記憶體位址，函數就可以知道陣列在哪。
- 可用來構築資料結構
 - 如：堆疊(stack)、佇列(queue)、鏈結串列(linked list)、二元樹(binary tree)。

指標 (Pointer)

- 指標是一種資料型態，用來儲存記憶體位址。
- 指標本身也具有記憶體空間。

```
int *a_ptr = &a;
```



宣告指標

資料型態 *指標變數;

- 宣告指標變數與宣告一般變數的方法類似，只是在指標變數前面加上「*」或是在資料型態後面加上「*」。

容易在同時宣告多個變數時出現誤用

誤用

- 宣告兩個指標變數ptr1與ptr2。

```
int* ptr1, ptr2;
```

ptr1為指標變數
ptr2為int變數

```
int *ptr1, *ptr2;
```

正確

指標與變數的參考

- 取得變數的**記憶體位址**
 - 「&」稱作位址運算符(**address-of operator**)，是用來取得變數的位址，也稱作**參考運算符號(reference operator)**。

&變數名稱

- 取得一個記憶體位址所儲存的**值**
 - 「*」稱作間接運算符號(**indirect operator**)，是用來取得參考位址內的值，也稱作**反參考運算符號(de-reference operator)**。

***指標名稱**

注意事項

- 指標需指向正確的型態

```
float number;  
int *ptr = &number;
```

- 不可用&運算子對常數或運算式取值

```
int *ptr = &3;  
int *ptr2 = &(num1+num2);
```

- 不可在指標並未指向任何記憶體時，使用*運算子

```
int *ptr;  
cout << *ptr;
```

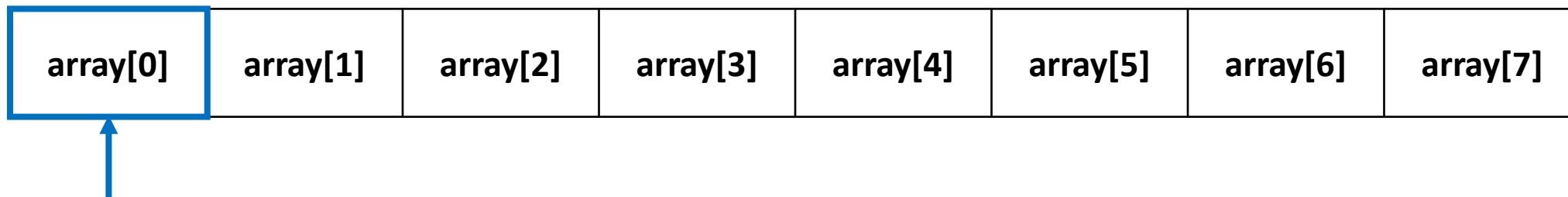
練習

- 課本範例程式：8-04
- 如果執行這份程式碼，會看到什麼結果？ (4-3.cpp)

```
int array[8];  
for (int i = 0 ; i < 8 ; i++){  
    cout << "第" << i << "個元素的位址： " << &array[i] << endl;  
}
```

陣列的指標

- 一維陣列（以int[8]為例）



記憶體位址：0x7ffee46cdac0

$$\text{array}[i] = \text{array}[0] + i * \text{sizeof}(\text{int})$$

一個int佔用4個bytes

第 0 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdac0
第 1 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdac4
第 2 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdac8
第 3 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdacc
第 4 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdad0
第 5 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdad4
第 6 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdad8
第 7 個 元 素 的 位 址：	0x7ffee46cdadc

陣列的指標

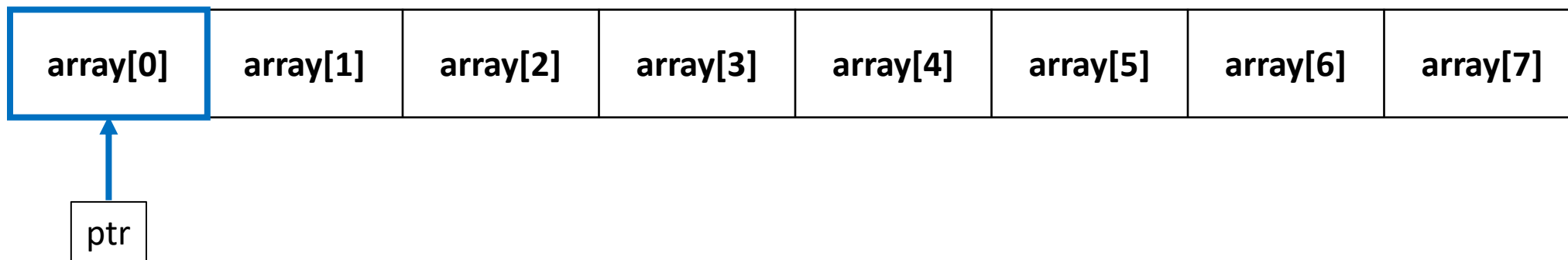
- 當一個陣列被宣告時，**它的名稱**可當作指標使用，指向該型態陣列的第一個元素。

```
array == &array[0]
```

指標運算

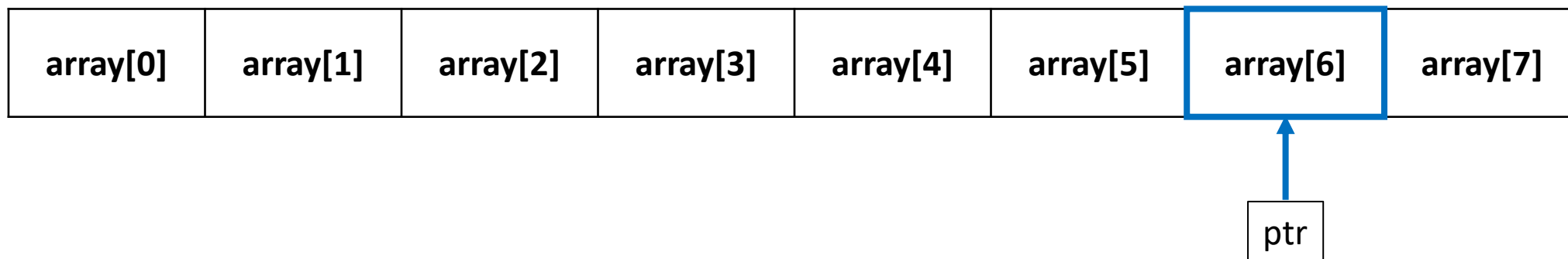
- 指標型態不像一般變數有四則運算，指標只有加減法可用。
 - +
 - -
 - ++
 - --
- 對於指標變數使用加減法的意義：**將指標往前（後）移動n個該型態的記憶體**。

指標運算



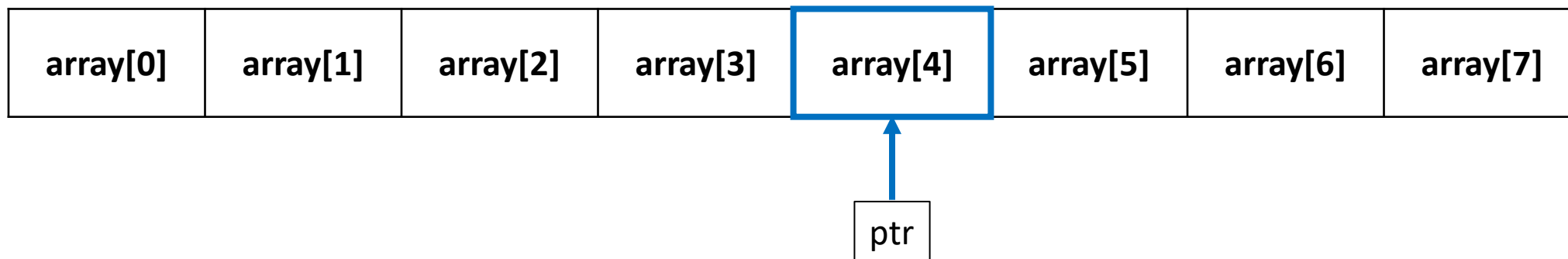
- **`int *ptr;`**
- **`ptr = array;`**
- `ptr = ptr + 6;`
- `ptr = ptr - 2;`
- `ptr = ptr - 3;`

指標運算



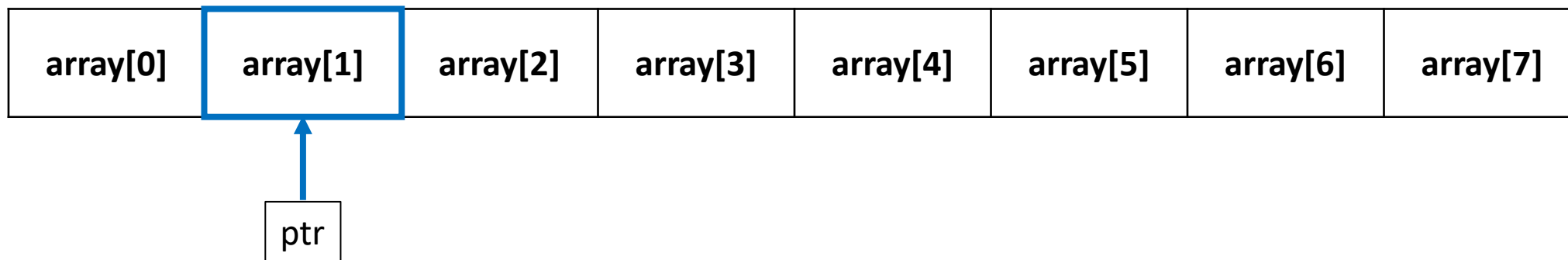
- `int *ptr;`
- `ptr = array;`
- **`ptr = ptr + 6;`**
- `ptr = ptr - 2;`
- `ptr = ptr - 3;`

指標運算



- `int *ptr;`
- `ptr = array;`
- `ptr = ptr + 6;`
- **`ptr = ptr - 2;`**
- `ptr = ptr - 3;`

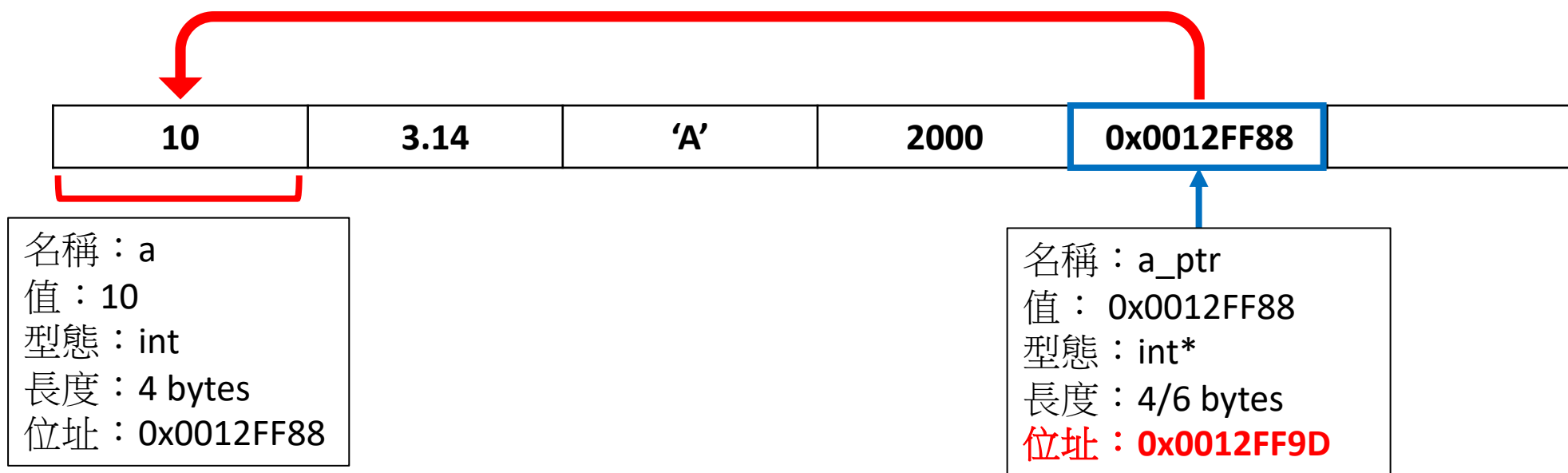
指標運算



- `int *ptr;`
- `ptr = array;`
- `ptr = ptr + 6;`
- `ptr = ptr - 2;`
- **`ptr = ptr - 3;`**

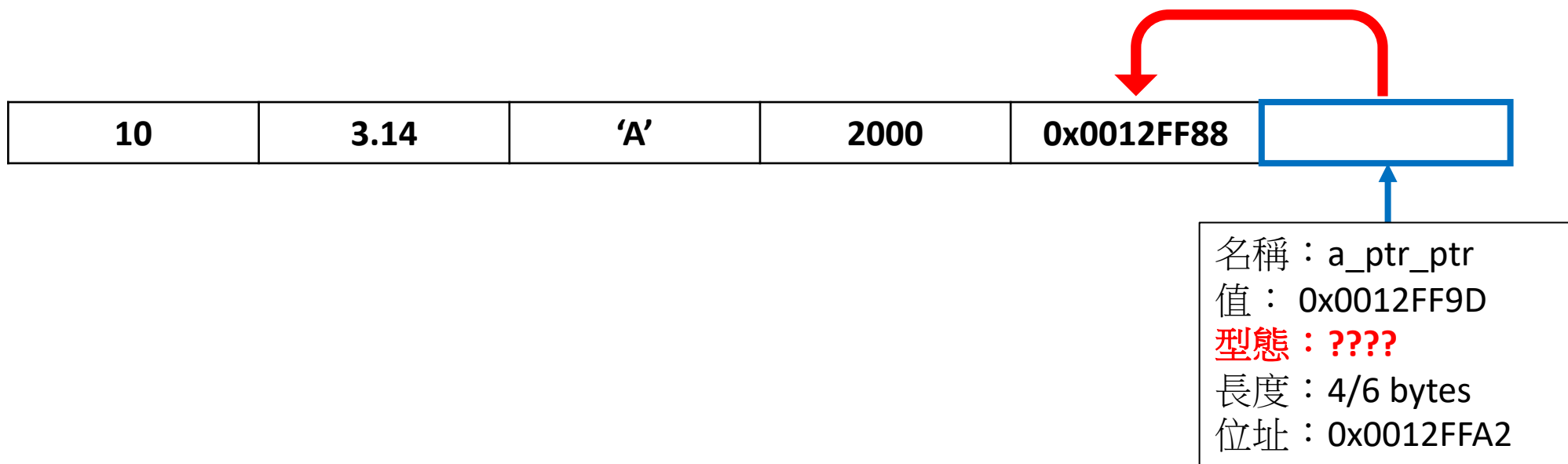
多重指標

- 由於指標本身也具有記憶體位址，所以宣告一個指向指標型態變數的指標是合法的。



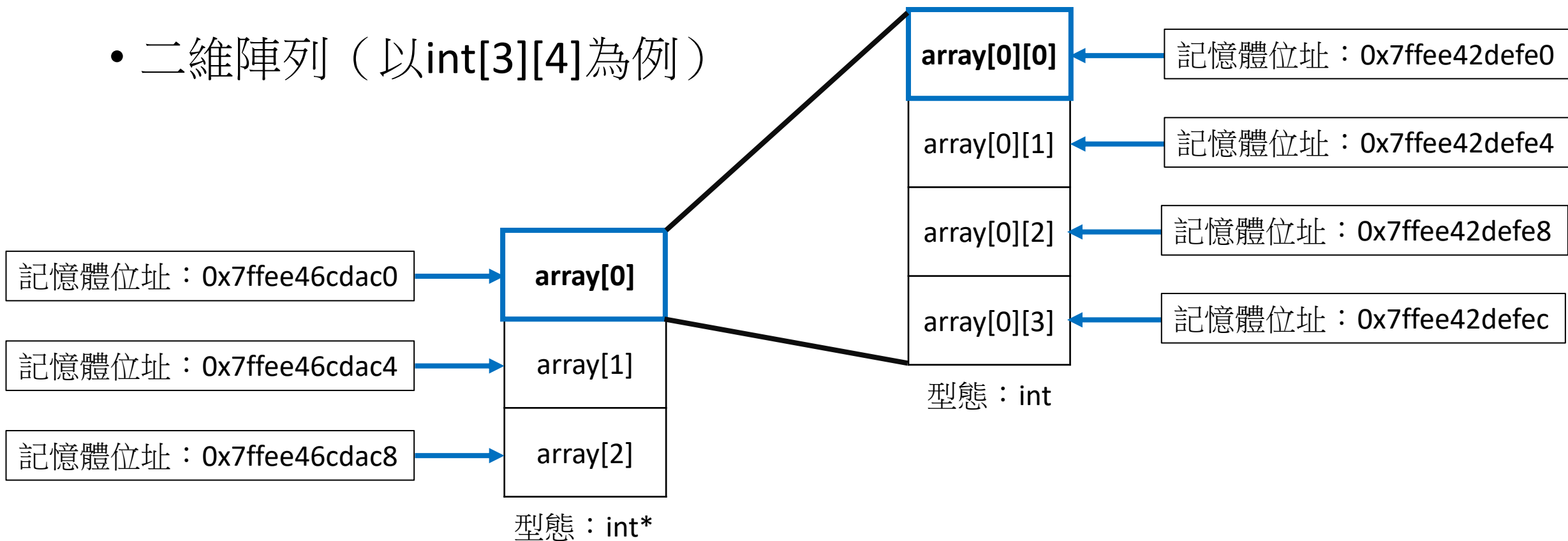
多重指標

- 變數型態：int <-----> 指標型態：int*
- 變數型態：int* <-----> 指標型態：int**
- 變數型態：int** <-----> 指標型態：int***



陣列的指標

- 二維陣列（以int[3][4]為例）



$$\text{array}[i] = \text{array}[0] + i * \text{sizeof}(\text{int}^*)$$

一個int*佔用4/6個bytes

$$\text{array}[i][j] = \text{array}[i][0] + j * \text{sizeof}(\text{int})$$

一個int佔用4個bytes

將指標傳遞進函數

- 在定義函數雛型時，可將引數型態設定為**指標型態**。
- 在傳遞大陣列時，傳遞陣列指標比傳遞整個陣列來得快許多。
- 此種方式稱作「call-by-reference」。

函數雛型(Declaration)

用來告訴編譯器，這個程式會有哪些函數。

```
型態 函數名稱(引數1型態, 引數2型態, ...);
```

函數宣告(Definition)

用來定義一個函數實際的執行內容。

```
型態 函數名稱(引數1, 引數2, ...){  
    程式敘述;  
    ...  
}
```

複習：引數的傳遞 (lesson 3)

- 每一個函數都是獨立的，一般來說，函數只了解自己程式區塊的資料，並不認識函數外的任何變數。
- 當函數要修改到外部資料時，就必須將資料以引數的方法傳遞進函數。
- 傳遞方法分兩種：Call-by-Value、Call-by-Reference。
 - Call-by-Value：將所傳的變數資料複製一份，儲存在函數所宣告的自訂變數中。
 - Call-by-Reference：將所傳的變數之記憶體位址傳遞進函數，可以直接修改變數資料。

練習

- 變數交換程式
 - 撰寫一個程式，具有一個自訂函數`swap()`，可將傳入之兩個變數的值交換。
- 字串的比較
 - 撰寫一個程式，具有一個自訂函數`Mystrcmp()`，利用指標傳入兩個字串（字元陣列），並比較是否完全相同，如果相同回傳0，如果不同則回傳-1。

練習

- 解數獨！

			4		7			
		6				7		
	5			8			3	
2			7		8			4
		9				1		
3			1		4			7
	7			6			8	
		3				6		
			9		2			

蘋果日報

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

4			1	8			5	7
5	7		2				3	
3		9	7	5	4	2		6
							9	
6		5	4	9	8	7		2
	4							
8		4	6	7	5	1		3
	6				2		7	8
7	5			3	1			9

下節預計課程內容

- 指標
 - 動態記憶體
 - 配置與釋放
 - 動態陣列

練習

- [HackerRank](#) (Practice -> C++ -> Introduction)
 - Pointer

練習

- Zerojudge ◦
 - a417 : 螺旋矩陣
 - a693 : 吞食天地
 - a694 : 吞食天地二
 - b836 : kevin戀愛攻略系列題-2 說好的霸王花呢??
 - c315 : I, ROBOT 前傳
 - c381 : 聖經密碼
 - d115 : 數字包牌
- Reading: 課本Ch8.1~Ch8.3.4