Chapter 3  
迴圈與集合

上一章我們開始學習使用了簡單的變數，以及基礎的邏輯判斷。然而，每個動作都要下一句指令，實在讓人感覺不出學習程式語言到底有什麼用，反而比人工更麻煩。

事實上電腦程式就是這樣，一個口令一個動作，然而在這一章，我們將會學習如何使用單純的指令，讓程式執行重複的工作，而不是每碰到重複的動作時就需要打一行程式碼。此章的重點在於使用迴圈執行重複的指令，並且搭配迴圈，操作集合。

##### 完成本章後，您可以學會:

* 使用迴圈讓程式執行重複的動作。
* 使用不同的迴圈以滿足不同的重複條件。
* 了解陣列與列表。
* 使用迴圈操作集合。

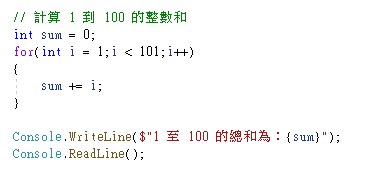
## 3.1 迴圈(Loop)

上一章我們學習了使用變數及邏輯判斷，然而每一個動作就必須下一道指令，這不會讓我們的工作更加輕鬆。請記住，程式的目的是以電腦協助人類工作，以降低成本並提高效率，如果沒辦法簡化人類的工作，那就不會有人想用。

回到主題，我們要如何讓程式自動執行重複的工作？在這個問題上，我們要先思考幾個問題：

1. 需要重複執行的工作內容是什麼？
2. 程式在什麼情況下需要重複執行？
3. 程式要執行幾次，或者說在什麼情況下要結束重複執行？

第一和第二個問題也許不難，但第三個問題，有的時候我們並不能確切的說出，程式應該執行幾次才會結束，而是在執行結果滿足了某個條件的情況下，我們才會讓程式結束。而依照結束條件的不同，我們可以分為特定次數的For迴圈，以及不定次數的While迴圈。以下我們先來介紹For迴圈的寫法：



上述的程式為計算1的100的整數之和。可以看見，我們並不需要

sum = sum + 1;

sum = sum + 2;

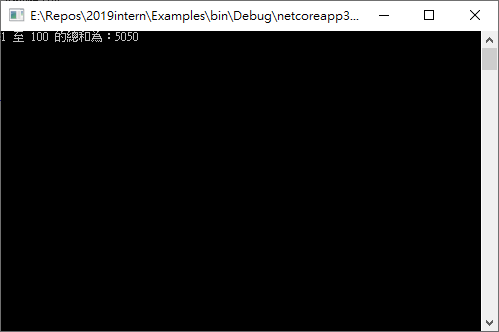
………………………

sum = sum + 100;

這樣真的寫100行從1加到100，我們使用了for迴圈來協助我們完成任務。來看看for迴圈的結構，首先要以for開頭，後接小括號，括號中的內容則是迴圈的執行條件，而迴圈要執行的工作內容，則是在小括號後方以大括號包覆。

我們的第一個條件，是在此迴圈內宣告了一個整數類型的索引值i，而它的初始值是1。i++表示每當此迴圈執行完大括號的內容後，便將i索引值+1；當i < 101 的時，迴圈會繼續執行；當i >= 101時，迴圈則會結束。

我們的目的是要計算 1 ~ 100的整數和，所以我們的條件是從1開始，到100結束(小於101的整數中，最大就只到100，當然也可以寫作 <= 100)，而每執行完一次加總，下個要加的數會比目前的i多1，所以每次執行完迴圈就將i + 1。而相加之和則記錄於 sum 變數中，最後輸出sum之值即為結果。這樣寫是不是簡單多了？



|  |  |
| --- | --- |
|  | sum += i的寫法等同於 sum = sum + i，其意為將sum目前之值與i之值相加後，存回sum中。同樣的寫法還有 -=、\*=、/=。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | For迴圈的索引值一般習慣用i，如果i變數已在同區域中使用，則會使用j、k…依次類推，不過並沒有強制規定索引值的名稱，愛叫什麼都可以。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 迴圈可以重複執行工作，但不一定是最快速的解法。以1~100的整數和為例，最快的解法是(1 + 100) \* 100 / 2 = 5050。感謝中小學數學老師。 |

除了For迴圈以外，別忘了我們還有不定次數的While迴圈，讓我們看看以下的範例：



假設我們要找出某個數是不是質數，目前沒什麼比較好的方法，就是試除看看。但要試到什麼時候為止，我們不需要從2到該數全試一遍，只要試到該數的平方根即可。所以條件是div \* div <= target。當迴圈每執行過一次，程式便會判斷div \* div <= target 的條件是否成立，如果條件成立則會繼續執行迴圈內容，否則停止。

而當我們找到有一個數可以整除97時，也不用再試了，因為它已經不是質數，可以使用break指令跳出迴圈。

|  |  |
| --- | --- |
|  | 由於while迴圈不像for迴圈在條件中定義了每次執行完索引值的變化，所以要切記每次執行完迴圈，最後一定要加上推進條件(div++)，否則div的值永遠不會變化，程式也就永遠不會停止，稱之為無窮迴圈(infinite loop)，這是程式設計上常見的bug之一。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 除了break以外，迴圈中能改變控制流程的指令還有continue。當迴圈碰到break時，會直接中止迴圈的執行；碰到continue時，則是本輪不做動作直接跳下一輪執行。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 這個範例是找出97是否為質數，是個定值。讀者可搭配上一章讀取使用者輸入及轉型的實作方式，將此範例修改為「找出使用者輸入的數是否為質數」，而不是定值97。試著修改看看，如果不知道如何修改建議要再回頭看上一章的內容。 |

## 3.2 集合的使用

關於迴圈的應用，相信大家已經有了基礎的認識。但大家畢竟不是數學家，更多的使用情境可能是在日常生活的特定範圍中使用，而不是自然數的領域。這個時候我們就必須導入集合了。.Net框架提供了不少集合種類，諸如HashSet、HashTable、陣列(Array)、列表(List)等等，這裡我們只介紹兩個初學者最常用也最有機會接觸到的集合：陣列與列表。

集合是具有某種特性的事物的整體，或是一些確認物件的匯集。構成集合的事物或物件稱作**元素**或是**成員**。集合的元素可以是任何事物。

### 3.2.1 陣列(Array)

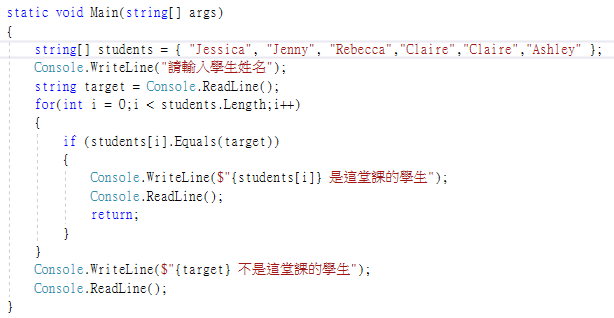
我們假設，一門課有6個學生，分別是 Jessica、Jenny、Rebecca、Claire、Ashley。我們可以用一個陣列將學生儲存在一起。陣列的寫法如下：



開頭的string，表示這個陣列儲存的是string(字串)型別的資料；後方必須接中括號[]；students為這個陣列的名稱；而大括號{}中的則是此陣列的內容，各資料間以逗號做區隔，因為資料型別是string，所以需要用雙引號包覆。

現在，如果我們要找出某個學生是不是這門課的學生，我們可以對整個陣列跑一個迴圈，一一比對學生的姓名是否吻合。如果沒發現吻合的，那我們就知道該學生不是此門課程的學生。

這樣的程式，寫法如下：



當我們迴圈的範圍是特定陣列時，我們需要使用「索引值」來對陣列的特定元素進行操作。陣列的第一個元素索引值為0，也就是students[0] 代表的是Jessica這位學生，接著依序增加1，所以students[5]為Ashley，而陣列提供了一個屬性students.Length，代表陣列中的元素個數，students中有6個元素，所以students.Length = 6；而迴圈的索引值，從0到5(小於6的整數最大就是5)，剛好可以跑完整個陣列。

|  |  |
| --- | --- |
|  | 上面的範例中，我們要是找到符合的名字，就可以不用再找下去跳出迴圈了。不過，筆者在此使用的是return關鍵字，而非上一小節的break。請注意這兩個關鍵字用法的不同：  使用return是直接中止這個函式的執行，並回傳值(如果有的話)；而break則是中止迴圈的執行。換句話說如果使用break，程式會繼續執行迴圈外的印出「XXX不是這堂課的學生」，這樣的執行結果就不對了。 |

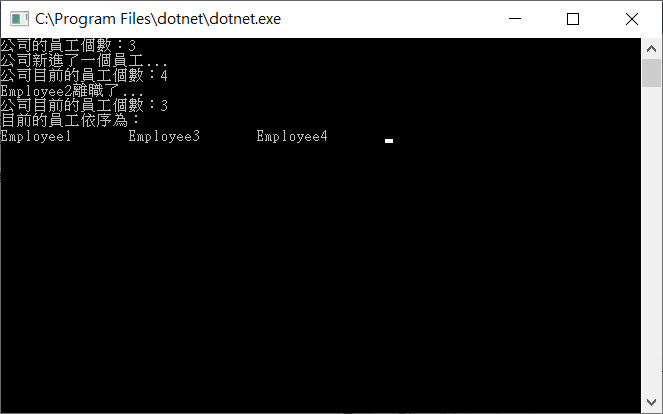
|  |  |
| --- | --- |
|  | 有沒有發現，陣列裡有兩個名叫Claire的學生？陣列是可以加入重複元素的，就像班上也可以有兩個同名的學生。在這個範例中，我們只判斷名字，所以只要找到有叫做Claire的學生，程式就結束了。當然也有不允許加入重複元素的集合，如HashSet，不過在這章節中我們不提。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 陣列在宣告時，必須確定陣列的大小。此範例在宣告時除了確定元素個數外，也確定了元素內容。也有在宣告時只宣告個數，但內容在之後才加入陣列的寫法，如下：    由此亦可知，陣列中的元素亦可重新指派新值，而不是加入後就不能修改的。 |

### 3.2.2 列表(List)

列表是另一種常使用的資料集合，與陣列不同的是，列表的大小是不固定的，可以隨著元素的加入會移除而動態變化。

假設我們有一間公司，將公司的員工名單以列表作維護，則會如以下的範例：



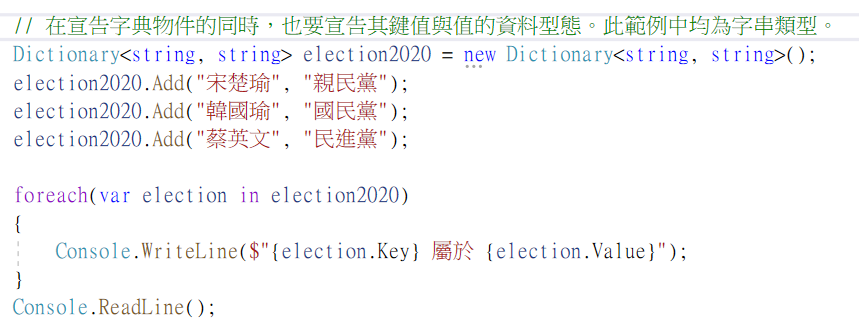
列表的寫法，開頭為List，後接角括號<>，角括號中則是此列表的型別。列表必須透過Add()方法來加入元素，並且可以將元素移除。而列表的索引值與陣列相同，起始值都為1，新加入的元素預設都處於列表的最後，如果中間有元素被移除，則其他元素會向前遞補。

|  |  |
| --- | --- |
|  | 陣列與列表，除了個數固不固定外，還是有區別的。陣列使用連續記憶體空間，意思是如果有天你要蓋三棟房子，你需要先圈一塊夠大的地，然後把這三間房子蓋在一起緊鄰；而列表則不需要使用連續記憶體空間，可以選三塊不同的地分別把這三棟房子蓋在不同的地上。  而我們知道，有時找到一塊很大的地並不容易，所以在宣告大陣列的時候，有可能會失敗(地不夠大)。那這樣說來列表比陣列好用多了？也不盡然，陣列由於記憶體排列整齊，做輪詢(polling)的速度比列表快(走過三間蓋在一起的房子，會比走三間分別蓋在不同處的房子快)。所以看程式的需要妥善決定該使用何種集合也是重要的，比如明知元素的個數不固定，在使用上就會優先使用列表而非陣列。 |

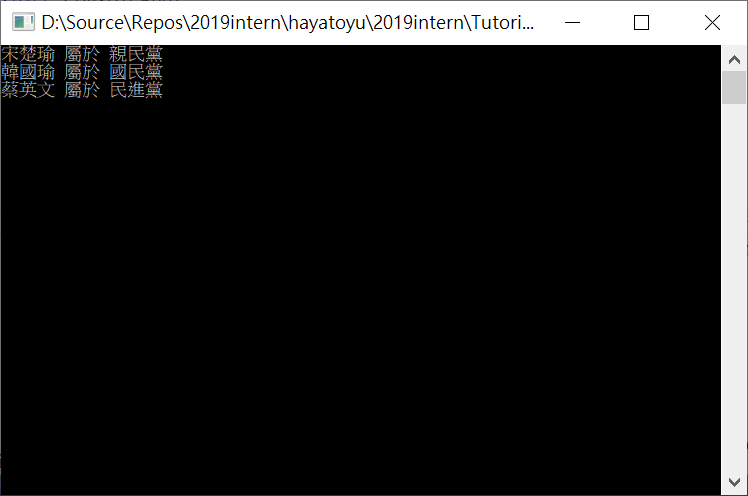
### 3.2.3 字典(Dictionary)

在常用的集合中，還有一種叫做字典的集合。這種集合有別於之前的陣列或列表，每個元素都是單一值，而是以鍵值 – 值(Key – Value)的成對形式儲存。其中，鍵值必須保持唯一，而值是可以重複的。

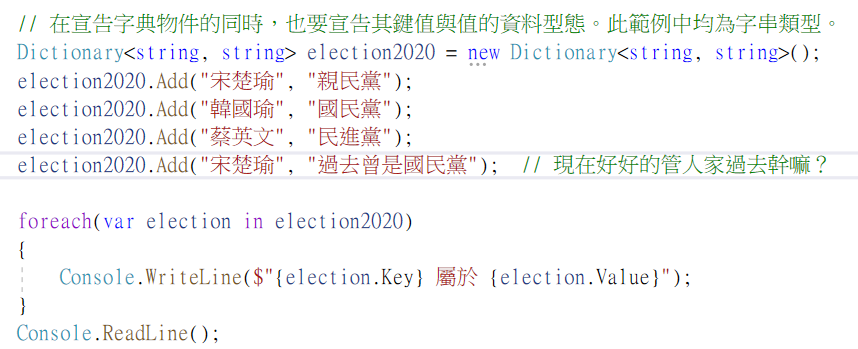
2020總統大選，正副總統候選人總共有三組參選，如果我們以總統候選人作為鍵值，其所屬政黨為值，則會得出(宋楚瑜，親民黨)，(韓國瑜，國民黨)，(蔡英文，民進黨)這三組結果。寫進程式裡的話則如下圖：



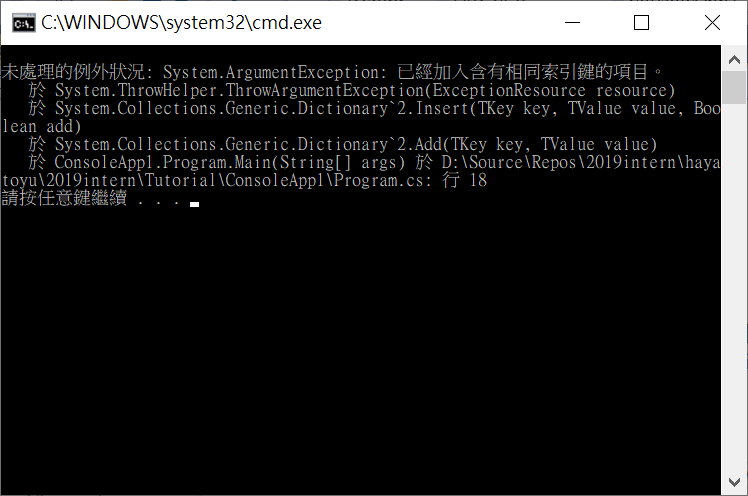
而執行結果如下：



當然，我們也可以測試一下，如果我們在字典中加入重複的鍵值會如何？ 如下圖，我們故意放一個重複的鍵值



當我們執行程式，程式就會提示你字典中已經有相同的索引鍵存在：



|  |  |
| --- | --- |
|  | 字典的結構是一組鍵值搭配值做儲存，並且鍵值需要保持唯一，這樣的用法有別於陣列或列表，可以有著更多的應用。當然，如果想使用陣列或列表實作出這樣的功能，也可以將資料型態定義為自定義的類別，並在類別中去做設計。  其他還有許多不同特性的集合，例如堆疊(Stack)和佇列(Queue)，因為這是入門課程所以暫且先不提。有興趣的可以去大學修資料結構相關課程。關於.Net Framework中提供的集合，相關方法與效能，可以查閱Microsoft的相關線上文件  <https://docs.microsoft.com/zh-tw/dotnet/standard/collections/> |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 剛剛的範例中，使用了foreach迴圈，也許對一些讀者來說比較陌生。由於字典中的元素是一Key-Pair，使用上一般習慣搭配foreach迴圈做使用。不過，foreach迴圈因為是使用迭代器進行集合的遍歷，所以在迴圈中不能進行集合的增刪，此時就必須使用for迴圈，當然for迴圈還是有可能操作不當造成超出索引範圍的錯誤，這在程式設計上也必須注意。  除了foreach外，現在常用來對集合操作的還有LINQ，使用上更方便快捷，且可應用於不同的資料來源，但對於初學者來說先暫且了解到此即可。 |