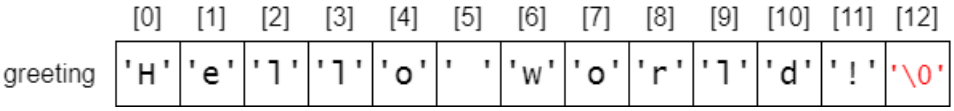
5.2 字串

字串是字元的陣列

字串可以被視為一個字元型別的一維陣列，例如： " Hello world! " 在記憶體中是這樣一個一個字元儲存的。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    char greeting[13] = "Hello world!";

    cout << greeting;

    return 0;
}
```



在上圖中最後一個字元 `'\0'` 是什麼呢？這個是所謂的 `null` 字元。

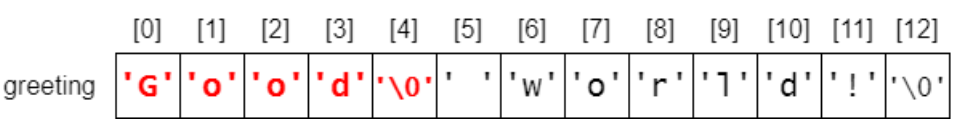
因為每個字串的長度是不一定的，`cout << greeting;` 中，傳給 cout 的其實只是整個字串開頭在記憶體中的位址，cout 會逐個字元輸出，直到遇到 `null` 字元為止。

所以雖然 "Hello world!" 只有 12 個字元長，但是我們準備了長度為 13 的 char 型別陣列來儲存它。

如果我們把程式改成這樣。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    char greeting[13] = "Hello world!";

    cout << greeting;  // 輸出: "Hello world!"

    cin >> greeting;  // 輸入: "Good"

    cout << greeting;  // 輸出: "Good"

    return 0;
}
```

在第 11 行輸入 "Good" 之後，greeting 陣列的內容會變成這樣。



輸入的字串被存放在 greeting 裡，而且最後被加上一個 `null` 字元。

如果我們在第 11 行輸入的是 "This_is_a_test_for_a_very_long_string."，想想看會發生什麼事情？

我們輸入的字串會覆蓋掉原來在 greeting 陣列後面的一大堆值。(加底線 _ 是因為 cin 預設讀取到空白或換行字元就會停。)

我們更常用的是 C++ 的 string 型別

如前所述，在不知道別人會輸入多長的資料下，要準備多長的字元陣列才夠？這對系統安全來說是個很重要的問題。

以前在 C 語言裡，我們要想辦法來處理這個問題，而在 C++ 裡現在有一個很方便的字串型別 string 可用。你可以很安全的這樣使用它。(按規矩，需要先 `#include <string>` ，才能使用 string。但有的編譯器只要你 `#include <iostream>` ，就會include string，所以不寫也有可能會過，但寫了一定不會錯)

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

int main()
{
    string greeting = "Hello world!";

    cout << greeting;  // 輸出: "Hello world!"

    cin >> greeting;  // 輸入: "This_is_a_test_for_a_very_long_string."
                      // 很安全，不會覆蓋到其他資料
    cout << greeting;  // 輸出: "This_is_a_test_for_a_very_long_string."

    return 0;
}
```

string 不是 int, float, double, char ...這種原生資料型別(Primitive Data Types)。他是用 C++ 寫出的一個類別(class)，所以擁有比原生資料型別更多的能力。

取得 string 字串長度

使用 string 的 `length()` 方法(method)，可以取得 string 內儲存字串的長度。

```
    string str;

    str = "abc";
    cout << str.length() << endl;  // 3

    cin >> str;  // 輸入 Memory
    cout << str.length() << endl;  // 6
```

練習：Reverse output - 反向輸出字串

讀取一個不含空白字元的字串，反向輸出它。

範例輸入：

Hello

範例輸出：

olleH

要反向輸出字串，我們需要知道該宇串的長度，才能使用索引值，將它一個一個字元反向輸出。

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

int main()
{
    string str;
```

```
    cin >> str;

    for(int i=str.length()-1; i>=0; i--)  // 最後一個字元的索引是 str.length()-1
    {
        cout << str[i];
    }
    cout << endl;

    return 0;
}
```

```
Hello
olleH
```

練習：Reverse a string - 反向一個字串

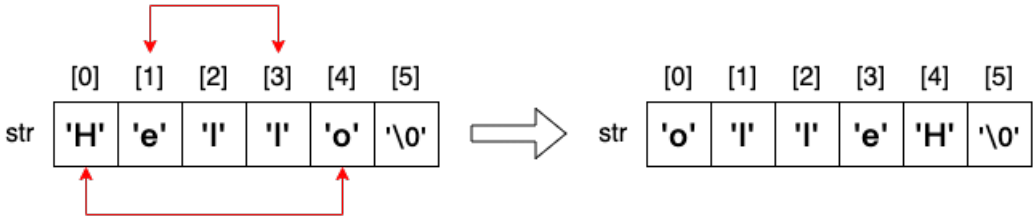
讀取一個不含空白字元的字串，**真的將其內容反向** 後再輸出。

範例輸入：

Hello

範例輸出：

olleH




```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string str;

    cin >> str;

    cout << "Before reverse: [" << str << "]" << endl;

    int len = str.length();  // length of str
    for(int i=0; i<len/2; i++)
    {
        char ch = str[i];
        str[i] = str[len-i-1];
        str[len-i-1] = ch;
    }

    cout << "After reverse:  [" << str << "]" << endl;

    return 0;
}
```

```
Hello
Before reverse: [Hello]
After reverse:  [olleH]
```

組成字串的字元，在記憶體裡也就是數字而已

組成字串的字元，在記憶體裡也就是數字而已，操作這些數字可以做出一些很有意思的事情。

> 上網查一下 ASCII，看看每個英文字元對應的編碼數值為何。 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/ASCII

仔細觀察一下，大寫字母的字碼加上 32 就是小寫字母的字碼。

A	B	C	D	E	F	...	W	X	Y	Z
65	66	67	68	69	70	...	87	88	89	90

a	b	c	d	e	f	...	w	x	y	z
97	98	99	100	101	102	...	119	120	121	122

大小寫轉換

練習：to lower - 把英文單字轉換成全部小寫

讀取一個不含空白字元的字串，將其中的大寫字母都改成小寫。

範例輸入：

YouTube

範例輸出：

youtube

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string str;

    cin >> str;

    cout << "Before: [" << str << "]" << endl;

    int len = str.length();  // length of str
    for(int i=0; i<len; i++)
    {
        if(str[i]>='A' && str[i]<='Z') // 這樣比大小是可以的，因為每個字元都是數字
        {
            str[i] = str[i]+32;
        }
    }

    cout << "After:  [" << str << "]" << endl;

    return 0;
}
```

```
YouTube
Before reverse: [YouTube]
After reverse:  [youtube]
```

大家可以自己試試看

- 全部轉大寫

- 大寫小寫互換

char <--> int

既然字串裡的字元，其實都是以數值方式儲存在記憶體中。如果我們想把字串 "abcdefg" 的字碼像這樣依序列出。

```
97 98 99 100 101 102 103
```

是不是這樣就可以了？

```
    string str = "abcdefg";

    for(int i=0; i<str.length(); i++)
    {
        cout << str[i] << " ";
    }
    cout << endl;
```

不行！我們得到這個。

```
a b c d e f g
```

因為 cin 判別 str[i] 是一個字元(char)，所以會把它以字元方式輸出。

必須讓 cin 把它視為 int 才能順利輸出數值。

我們可以使用 `int( )` 強制將 char 轉型為 int。

```
    string str = "abcdefg";

    for(int i=0; i<str.length(); i++)
    {
        cout << int(str[i]) << " ";  // 強制轉型為 int
    }
    cout << endl;
```

這樣就沒問題了。

```
97 98 99 100 101 102 103
```

反過來也可以用 `char( )` 把 int 強制轉型為 char。要注意的是 char 的大小為 1 Byte，所以只能接受 0~255。

```
    int data[7] = {97, 98, 99, 100, 101, 102, 103};

    for(int i=0; i<7; i++)
    {
        cout << char(data[i]);  // 強制轉型為 char
    }
    cout << endl;
```

輸出結果如下：

```
abcdefg
```

讀取一整行

在之前的例子中，我們無法輸入 "This is a test." 這樣的句子。因為 cin 在讀取 "This" 之後遇到空白字元，就中斷讀取。也就是一次只能讀進一個單字。

我們試一下這個程式

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;

int main()
{
    string line;
    int i = 1;

    while(cin >> line)
    {
        cout << i << ": " << line << endl;
        i++;
    }

    return 0;
}
```

輸入以下兩行字串

Hello world!
This is a test.

我們得到的輸出會是

```
1: Hello
2: world!
3: This
4: is
5: a
6: test.
```

使用 getline 讀取一行

使用 `getline()` 函數可以讀入一整行的字串，也就是讀到換行為止。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string line;
    int i = 1;

    while(getline(cin, line))
    {
        cout << i << ": " << line << endl;
        i++;
    }

    return 0;
}
```

同樣的輸入，這次的輸出為

```
1: Hello world!
2: This is a test.
```

cin 和 getline 搭配使用會遇到的問題

如果題目的輸入是這樣，第一行是 3 表示接下來有 3 行字串。

3
Hello, world.
This is a test.
Good morning

使用以下的程式讀取後，依序輸出各行字串。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string line;

    int n;
    cin >> n;

    for(int i=0; i<n; i++)
    {
        getline(cin, line);
        cout << line << endl;
    }

    return 0;
}
```

我們預期的輸出是

```
Hello, world.
This is a test.
Good morning
```

實際得到的是

```

Hello, world.
This is a test.
```

前面多一行空白行，後面少一行 "Good morning"

原因如下：

- 我們的輸入包含按下的[Enter]是長這個樣子

3`\n`Hello, world.`\n`This is a test.`\n`Good morning`\n`

- 第 10 行的 cin >> n; 會把 3 讀進 n，於是剩下

`\n`Hello, world.`\n`This is a test.`\n`Good morning`\n`

- 接下來第 14 行的 getline(cin, line); 會把一行字串讀入 line 中，但是因為一開始就遇到換行，於是 line 裡面是個空字串 ""。但迴圈已繞了一圈，現在剩下的是

Hello, world.`\n`This is a test.`\n`Good morning`\n`

- 所以接下來第二圈的 getline 讀完一行後，剩下

This is a test.`\n`Good morning`\n`

- 最後一圈的 getline 讀完一行後，還剩下

Good morning`\n` 沒被讀取，也沒被印出。

解決的方式是，用 cin 讀完 3 這個整數後，想辦法把後面的換行字元 '\n' 也先讀取掉。

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string line;
```

```
    int n;
    cin >> n >> ws;  // 注意這裡的 ws

    for(int i=0; i<n; i++)
    {
        getline(cin, line);
        cout << line << endl;
    }

    return 0;
}
```

請注意，在這裡的 ws 指的是 white space，意思就是把 空白/換行/tab 這些「空白」字元都先讀光光。

Revision #28
★Created 14 April 2024 10:19:43 by huihui
Updated 15 December 2025 07:09:22 by huihui