

韌體實驗第7題

2022/3/31

Ting-Yu Lin, Adjunct Lecturer (林庭宇)

Office: AMOS Lab E517

Email: tonylin0413@gmail.com



AMOS Lab.
Advanced Mixed-Operation System Lab.
Dept. of Electrical and Computer Engineering,
Tamkang University, Taiwan

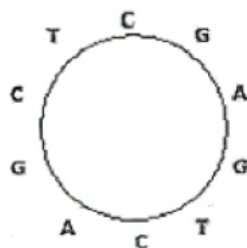


**BIDAS Technology
GrounTruth Workshop**
Computer Vision
Image Processing
Edge Computing

淡江大學電機工程學系 106 學年度韌體實驗題目

7. 【環狀序列/Circular Sequence】

長度為 n 的環狀字串有 n 種標記法，分別為從某個位置開始順時得到。例如，下圖的環狀字串有 10 種表示：CGAGTCAGCT, GAGTCAGCTC, AGTCAGCTCG 等。在這些標示法中，字典序最小的稱為「最小表示」(the lexicographically smallest sequence)。



輸入一個長度為 n ($n \leq 100$) 的環狀 DNA 串（只包含 A、C、G、T 這 4 種字元）的一種標記法，輸出該環狀字串的「最小表示」。

輸入（註）：

2

CTCC

CGAGTCAGCT

輸出：

CCCT

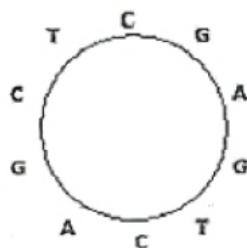
AGCTCGAGTC

第七題

淡江大學電機工程學系 106 學年度軟體實驗題目

7. 【環狀序列/Circular Sequence】

長度為 n 的環狀字串有 n 種標記法，分別為從某個位置開始順時得到。例如，下圖的環狀字串有 10 種表示：CGAGTCAGCT, GAGTCAGCTC, AGTCAGCTCG 等。在這些標示法中，字典序最小的稱為「最小表示」(the lexicographically smallest sequence)。



輸入一個長度為 n ($n \leq 100$) 的環狀 DNA 串（只包含 A、C、G、T 這 4 種字元）的一種標記法，輸出該環狀字串的「最小表示」。

輸入（註）：

輸出：

輸入數量

2

輸出

CCCT

輸入

CTCC

AGCTCGAGTC

CGAGTCAGCT

第七題

➤ 字典序

- ✓ 指單詞出現在字典的順序進行排序的方法
- ✓ 字母和數字字元，字典排序如下：
 - '0' < '1' < '2' < ... < '9' < 'a' < 'b' < ... < 'z'
- ✓ 在英文字典中，排列單詞的順序是先按照第一個字母以升序排列(即a、b、c.....z 的順序)；
如果第一個字母一樣，則比較第二個、第三個至後面的字母。
- ✓ 給定三個字元 a, b, c 基於字典序的全排列(由小到大)為 $abc \rightarrow acb \rightarrow bac \rightarrow bca \rightarrow cab \rightarrow cba$

第七題

➤ 題目解析：

(1)字典序：字串在字典中的順序

✓ 最小表示：指在順序中的第一個，如果第一個字母一樣，則比較第二個、第三個至後面的字母。

✓ 字串的比較為從第一個字元比較ASCII Code。

- ASCII Code: <https://reurl.cc/9ZaLkv>

(2)使用一維陣列製作環狀序列

(3)逐一比對字元大小找出最小表示方法。

輸入					備註
Index	0	1	2	3	
Char	C	T	C	C	
排法(由小到大)					
(1)	2	3	0	1	Index
	C	C	C	T	C, C, C, T
(2)	3	0	1	2	Index
	C	C	T	C	C, C, T
(3)	0	1	2	3	Index
	C	T	C	C	C, T
(4)	1	2	3	0	Index
	T	C	C	C	T

題目
解析

程式
詳解

輸出
結果

第七題

輸入											備註
Index	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Char	C	G	A	G	T	C	A	G	C	T	
排法(由小到大)											
(1)	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	Index
	A	G	C	T	C	G	A	G	T	C	A, G, C
(2)	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	Index
	A	G	T	C	A	G	C	T	C	G	A, G, T
(3)	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	Index
	C	A	G	C	T	C	G	A	G	T	C, A
(4)	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	Index
	C	T	C	G	A	G	T	C	A	G	C, T
(5)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Index
	C	G	A	G	T	C	A	G	C	T	C, G
(6)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Index
	G	A	G	T	C	A	G	C	T	C	G, A
(7)	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	Index
	G	C	T	C	G	A	G	T	C	A	G, C

(8)	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	Index
	G	T	C	A	G	C	T	C	G	A	G, T
(9)	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	Index
	T	C	A	G	C	T	C	G	A	G	T, C, A
(10)	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Index
	T	C	G	A	G	T	C	A	G	C	T, C, G

第七題

需要修改或自行撰寫的部分Line 1-4

- 初行加入crt secure no warnings。
- 記得修改輸入和輸出txt檔案名稱。
- #define為C++直接定義，變數型態會依照定義自動判定。
- 自定義副函式標頭檔，作為排序使用，回傳值為布林型態。
- 需要修改副函式名稱為其他名稱，此定義為sort_less，sort在Visual Studio中已被內建定義。

```

1  #define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
2  //[環狀序列/Circular Sequenc](1/2)
3  #define IN "P07IN.txt"
4  #define OUT "P07OUT.txt"
5  /**/
6  #include <iostream>
7  #include <ctime>
8  using namespace std;
9  void redir(void);
10
11 /**/
12 /* Work Space*/
13 bool sort_less(char *s, int p, int q);
14 /**/
15
16 int main(void) {
17     redir(); //redirection
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44     freopen("CON", "r", stdin); //取消重新導向
45     freopen("CON", "w", stdout);
46     printf("Time used = %.2f\n", (double)clock() / CLK_TCK);
47     system("pause");
48     return 0; //the end...
49 }
50
51 void redir(void) {
52     freopen(IN, "r", stdin);
53     freopen(OUT, "w", stdout);
54 }
55

```

第七題

```

19  //*****
20  /* Work Space*/
21  int T, ans, n, i;
22  char s[101]; //依題意
23
24  scanf("%d", &T);
25  while (T--) {
26      scanf("%s", s);
27      ans = 0;
28      n = int(strlen(s));
29      for (i = 1; i<n; i++) {
30          if (sort_less(s, i, ans)) {
31              ans = i;
32          }
33      }
34
35      for (i = 0; i<n; i++) {
36          putchar(s[(ans + i) % n]);
37      }
38      putchar('\n');
39  }
40  //*****

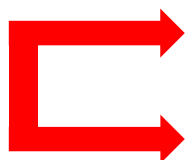
```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

- (1) 變數宣告
- (2) while迴圈逐次處理輸入字串
- (3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後
- (4) for迴圈putchar輸出最終最小字典序字串

第七題



```

19  //*****
20  /* Work Space*/
21  int T, ans, n, i;
22  char s[101]; //依題意
23
24  scanf("%d", &T);
25  while (T--) {
26      scanf("%s", s);
27      ans = 0;
28      n = int(strlen(s));
29      for (i = 1; i<n; i++) {
30          if (sort_less(s, i, ans)) {
31              ans = i;
32          }
33      }
34
35      for (i = 0; i<n; i++) {
36          putchar(s[(ans + i) % n]);
37      }
38      putchar('\n');
39  }
40  //*****
    
```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

- (1) 變數宣告
- (2) while迴圈逐次處理輸入字串
- (3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後
- (4) for迴圈putchar輸出最終最小字典序字串

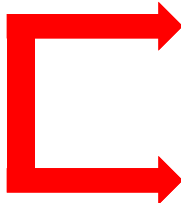
● Line 21:

- ✓ 宣告 **整數** 變數 **T**，為輸入 **題目數量**。
- ✓ 宣告 **整數** 變數 **ans**，為最小字典序的 **起始字元index**。
- ✓ 宣告 **整數** 變數 **n**，為輸入 **字串長度**。

● Line 22:

- ✓ 宣告 **字元陣列** **s** 存放 **輸入字串**，大小依題意設定為101(輸入一個長度為**n**的環狀DNA串， $n \leq 100$)， $100+1=101$ 為存放終止字元。

第七題



```

19  //*****
20  /* Work Space*/
21  int T, ans, n, i;
22  char s[101]; //依題意
23
24  scanf("%d", &T);
25  while (T--) {
26      scanf("%s", s);
27      ans = 0;
28      n = int(strlen(s));
29      for (i = 1; i<n; i++) {
30          if (sort_less(s, i, ans)) {
31              ans = i;
32          }
33      }
34
35      for (i = 0; i<n; i++) {
36          putchar(s[(ans + i) % n]);
37      }
38      putchar('\n');
39  }
40  //*****
    
```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

(1) 變數宣告

(2) while迴圈逐次處理輸入字串

(3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後

(4) for迴圈putchar輸出最終最小字典序字串

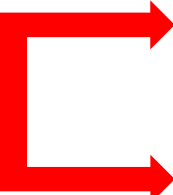
● Line 24-28:

✓ scanf讀取輸入字串數量並使用while迴圈依序處理。

✓ scanf讀取輸入字串至變數s，將ans(字典序最小表示之字元起始位置)初始設定為第0位置。

✓ 使用strlen()函式計算字串s長度並存入整數變數n，strlen()函式返回值型態為size_t，所以需要使用int轉換型態為整數。

第七題



```

19  //*****
20  /* Work Space*/
21  int T, ans, n, i;
22  char s[101]; //依題意
23
24  scanf("%d", &T);
25  while (T--) {
26      scanf("%s", s);
27      ans = 0;
28      n = int(strlen(s));
29      for (i = 1; i<n; i++) {
30          if (sort_less(s, i, ans)) {
31              ans = i;
32          }
33      }
34
35      for (i = 0; i<n; i++) {
36          putchar(s[(ans + i) % n]);
37      }
38      putchar('\n');
39  }
40  //*****
    
```

需要修改或自行撰寫的部分


➤ 解題思考：

- (1) 變數宣告
- (2) while迴圈逐次處理輸入字串
- (3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後
- (4) for迴圈putchar輸出最終最小字典序字串

● Line 29-33:

- ✓ for迴圈設定i = 1~n-1並使用副函式sort_less()決定字典序的先後，i不包含0的原因為預設ans = 0，使用for迴圈逐一檢查。
- ✓ 如果副函式sort_less()判斷結果回傳true，則ans = i，代表更新字典序最小表示之起始字元位置為第i個位置。

第七題



```

54 //*****
55 //[環狀序列/Circular Sequenc](2/2)
56 /* Work Space*/
57 //環狀字串s的標記法p是否比標示法q的字典序小
58 bool sort_less(char *s, int p, int q) {
59     int n, i;
60
61     n = int(strlen(s));
62     for (i = 0; i < n; i++) {
63         if (s[(p + i) % n] != s[(q + i) % n]) {
64             return s[(p + i) % n] < s[(q + i) % n];
65         }
66     }
67     return false;
68 }
69 //*****
    
```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

(1) 變數宣告

(2) while迴圈逐次處理輸入字串

(3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後 - 副函式

(4) putchar輸出最終最小字典序字串

● Line 59-61:

- ✓ 宣告 **整數** 變數 **n** 並使用 **strlen()** 函式計算 **字串s** 長度並存入。
- ✓ **p** 為 **預比較字元index**。
- ✓ **q** 為 **ans(字典序最小表示之起始字元位置)**。

第七題

```

54 //*****
55 //[環狀序列/Circular Sequenc](2/2)
56 /* Work Space*/
57 //環狀字串s的標記法p是否比標示法q的字典序小
58 bool sort_less(char *s, int p, int q) {
59     int n, i;
60
61     n = int(strlen(s));
62     for (i = 0; i < n; i++) {
63         if (s[(p + i) % n] != s[(q + i) % n]) {
64             return s[(p + i) % n] < s[(q + i) % n];
65         }
66     }
67     return false;
68 }
69 //*****

```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

(1) 變數宣告

(2) while迴圈逐次處理輸入字串

(3) for迴圈使用副函式決定字典序的

先後 - 副函式

(4) putchar輸出最終最小字典序字串

● Line 62-67:

✓ for迴圈設定 $i = 0 \sim n-1$

✓ 判斷 $s[(p + i) \% n]$ 與 $s[(q + i) \% n]$ 是否相同，如果為不同字元則比較大小。

✓ 如果 $s[(p + i) \% n] < s[(q + i) \% n]$ ，則回傳 **true**，在 **main主函式** 表示 i 位置為 **ans** (字典序最小表示之 **起始字元位置**)，否則回傳 **false** 繼續比較下一個字元。

✓ 副函式中 i 判斷比較字串陣列與當前最小表示陣列的 **每一個字元**。

```

19 //*****
20 /* Work Space*/
21 int T, ans, n, i;
22 char s[101]; //依題意
23
24 scanf("%d", &T);
25 while (T--) {
26     scanf("%s", s);
27     ans = 0;
28     n = int(strlen(s));
29     for (i = 1; i < n; i++) {
30         if (sort_less(s, i, ans)) {
31             ans = i;
32         }
33     }
34
35     for (i = 0; i < n; i++) {
36         putchar(s[(ans + i) % n]);
37     }
38     putchar('\n');
39 }
40 //*****

```


題目解析

程式詳解

輸出結果

標頭檔

```
11 //*****
12 /* Work Space*/
13 bool sort_less(char *s, int p, int q);
```

Main主函式

```
30 if (sort_less(s, i, ans)) {
```

副函式

```
58 bool sort_less(char *s, int p, int q) {
```

```
54 //*****
55 //[[環狀序列/Circular Sequenc](2/2)
56 /* Work Space*/
57 //環狀字串s的標記法p是否比標示法q的字典序小
58 bool sort_less(char *s, int p, int q) {
59     int n, i;
60
61     n = int(strlen(s));
62     for (i = 0; i < n; i++) {
63         if (s[(p + i) % n] != s[(q + i) % n]) {
64             return s[(p + i) % n] < s[(q + i) % n];
65         }
66     }
67     return false;
68 }
69 //*****
```

副函式

```
19 //*****
20 /* Work Space*/
21 int T, ans, n, i;
22 char s[101]; //依題意
23
24 scanf("%d", &T);
25 while (T--) {
26     scanf("%s", s);
27     ans = 0;
28     n = int(strlen(s));
29     for (i = 1; i < n; i++) {
30         if (sort_less(s, i, ans)) {
31             ans = i;
32         }
33     }
34
35     for (i = 0; i < n; i++) {
36         putchar(s[(ans + i) % n]);
37     }
38     putchar('\n');
39 }
40 //*****
```

Main主函式

副函式p, q, i

p	q	i	s[(p + i) % n]	s[(q + i) % n]	比較字串陣列	當前最小表示字串陣列	比對結果	ans
1	0	0	s[1]	s[0]	TCCC(1230)	CTCC(0123)	T > C , return false	0
2	0	0	s[2]	s[0]	CCCT(2301)	CTCC(0123)	C = C , i++	0
2	0	1	s[3]	s[1]	CCCT(2301)	CTCC(0123)	C < T , return true	2
3	2	0	s[3]	s[2]	CCCTC(3012)	CCCT(2301)	C = C , i++	2
3	2	1	s[0]	s[3]	CCCTC(3012)	CCCT(2301)	C = C , i++	2
3	2	2	s[1]	s[0]	CCCTC(3012)	CCCT(2301)	T > C , return false	2

Main主函式ans

輸入					備註
Index	0	1	2	3	
Char	C	T	C	C	
排法(由小到大)					
(1)	2	3	0	1	Index
	C	C	C	T	C , C , C , T
(2)	3	0	1	2	Index
	C	C	T	C	C , C , T
(3)	0	1	2	3	Index
	C	T	C	C	C , T
(4)	1	2	3	0	Index
	T	C	C	C	T

第七題

```

19  //*****
20  /* Work Space*/
21  int T, ans, n, i;
22  char s[101]; //依題意
23
24  scanf("%d", &T);
25  while (T--) {
26      scanf("%s", s);
27      ans = 0;
28      n = int(strlen(s));
29      for (i = 1; i<n; i++) {
30          if (sort_less(s, i, ans)) {
31              ans = i;
32          }
33      }
34
35      for (i = 0; i<n; i++) {
36          putchar(s[(ans + i) % n]);
37      }
38      putchar('\n');
39  }
40  //*****

```

需要修改或自行撰寫的部分

➤ 解題思考：

- (1) 變數宣告
- (2) while迴圈逐次處理輸入字串
- (3) for迴圈使用副函式決定字典序的先後
- (4) for迴圈putchar輸出最終最小字典序字串

● Line 35-39:



- ✓ for迴圈設定i = 0 ~ n-1並使用putchar()輸出最小字典序。
- ✓ 因為為環狀字串序，所以需要使用[(ans + i) % n]來取出正確的值。

題目
解析

程式
詳解

輸出
結果

第七題

 P07IN.txt - 記事本	 P07OUT.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式	檔案(F) 編輯(E) 格式(O)
2	CCCT
CTCC	AGCTCGAGTC
CGAGTCAGCT	



Q&A

