CPP1702 Coding Assignment 6

防疫模擬問題

電子檔 2018/06/20 09:00 前上傳至 moodle
書面檔 2018/06/20 09:15 前於課堂繳交

運用在工業與資訊管理的範圍

基本邏輯推導、符合機率分佈之隨機變數、系統模擬。

相關 C++課程內容

讀檔、結構、動態記憶體的運用與配置、函式、指標

問題背景與概述

在現實世界中有些事情的發生與其未來進展可能有跡可循，若能預先對這些事情的未來進展進行沙盤推演，或可避免情勢失控。本次作業以「傳染病擴散」以及「防疫投藥」決策為例，假設病毒隨著時間而成長、擴散、與原生的模式，以及投放不同藥劑對病毒殺傷力的影響等效果皆為已知，如何將這樣可預知的情境變化用程式重現並簡易地「視覺化」之，即為本次作業的主要目標。

一如先前多次作業的網格設定，我們將某地區之平面地圖劃分成橫向 M 格、縱向 N 格的 $M \times N$ 個網格區域，而每個網格區域以其中心點座標 (i, j) 代表之，其中 $i = 0,\ldots, M-1$, $j = 0,\ldots, N-1$。假設我們以由上而下、由左至右的方式從 0 依序將這些網格編號，亦即第 (i, j) 格之編號為 $i*N + j$ (詳見上次作業設定)。為方便起見，我們將這 MN 個網格點所構成之集合稱為 V，其中編號為 $k = 0,1,\ldots, MN-1$ 之網格點座標為 $(V[k].a, V[k].b)$，$V[k].b = k\%N$ 而 $V[k].a = (k - V[k].b)/N$。在某網格病毒擴散或是投入藥劑通常會影響該網格及其附近的網格，在此為方便量測網格間的距離，我們定義網格 k 與 l 的間距 d_{kl} 以曼哈頓距離(Manhattan Distance) $|V[k].a - V[l].a| + |V[k].b - V[l].b|$ 來量測。

本次作業假設各期 t=1,…,T，各網格 k=0,…,MN-1 ：

(1)原生之病毒強度 F、機率 p；病毒每過一期之成長率 s 與擴散率 q 為已知

(2)各期在哪格投藥、該藥劑之撲殺率 X、影響範圍 R 皆由使用者輸入；每期每格頂多被投藥一次

(3)在投藥的影響範圍 R 內，每往外一單位的曼哈頓距離（即為「相鄰網格」)，該藥劑之撲殺率將減為一半（亦即從 X→X/2→X/4…以此類推）

(4)若無投藥，期末之總病毒量 Q_0 有三個來源：$Q_0=(Q_1+Q_2+Q_3)$

   (a)承接同格上期總病毒量再成長之總量 Q_1

   (b)承接相鄰格上期總病毒量的擴散量 Q_2

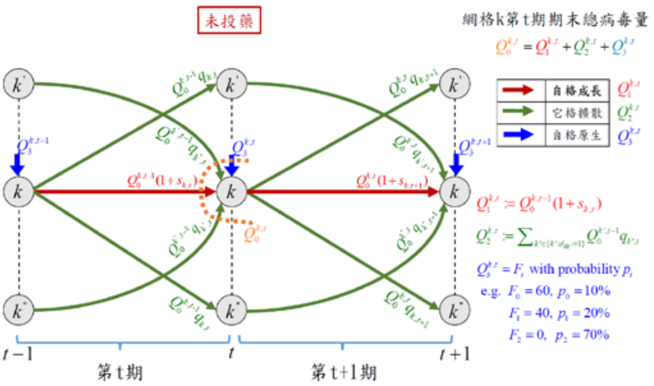
   (c)本期原生的病毒量 Q_3

(5)投藥將導致同格之病毒成長、擴散率歸零，即 s=q=0

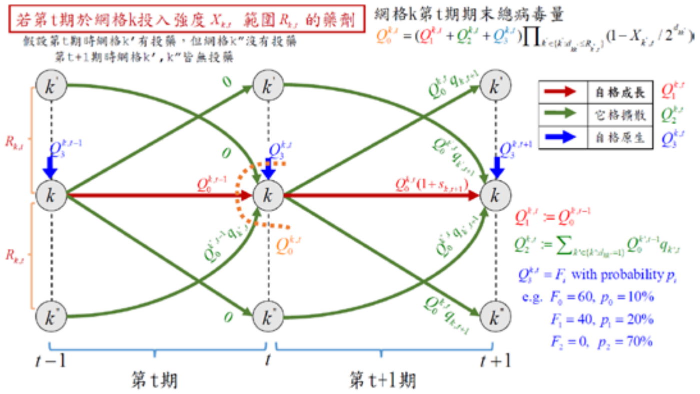
   但被投藥之網格仍可接收其相鄰且未被投藥之網格所擴散進來的病毒

(6)每網格的殘存率 r（即 1-撲殺率）為所有會影響該網格的鄰近投藥網格對其殘存率累乘而得，譬如網格 k 若自己投放 R=3 強度 X 的藥、距其 d=1 投放 R=0、2 強度皆為 X′的藥、距其 d=2 投放 R=1、2、3 強度皆為 X″的藥，則全部對它有投藥影響的網格總共 4 個（包括自己），將導致其殘存率 $r=(1-X)(1-X'/2)(1-X''/4)^2$；反之，若該網格完全不受投藥影響，可視 r=1

(7)有考慮投藥撲殺率效果之期末總病毒量 $Q_0=(Q_1+Q_2+Q_3)*r$。



圖一(a)無投藥時之病毒總量公式(按圖放大)



圖一(b)有投藥時之病毒總量公式(按圖放大)

在時間維度上，我們假設總共 T 期 t=1,…,T，其中第 t 期代表時刻區間[t-1,t)。每個網格 k 在第 t 期內，會發生病毒的「成長」、「擴散」、「原生」等現象，以下先討論**未投藥的情境分析**：

(1)「成長」：我們假設期初時該網格已承接其上一期期末的病毒量 $Q_0^{k,t-1}$，而這些量經過一期之後會有 $s_{k,t} := s$ 比例的「成長量」，亦即這些承接自上期的本格總病毒量為 $Q_1^{k,t} := Q_0^{k,t-1}(1+s_{k,t})$

(2)「擴散」：同理 $Q_0^{k,t-1}$ 經過一期之後亦會有 $q_{k,t} := q$ 比例擴散至與其曼哈頓距離=1 的相鄰網格 k'，因此經過一期之後將承接自鄰近格擴散進來的總病毒量為 $Q_2^{k,t} := \sum_{k' \in \{k': d_{kk'}=1\}} Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$

(3)「原生」：在本期間也可能依已知的機率「原生」出 $Q_3^{k,t}$ 單位的原生病毒量；

綜上所述，**在未投藥的情況下**，網格 k 第 t 期期末總病毒量 $Q_0^{k,t} := Q_1^{k,t} + Q_2^{k,t} + Q_3^{k,t}$（詳見圖一(a)）。

再來，我們描述**於某些網格投藥之後的情境分析**：

假設投藥只准許於期初進行，令第 t 期期初所有將被投藥的網格集合為 V_t，若於網格 k∈V_t 投放撲殺率 $X_{k,t}$ 、範圍 $R_{k,t}$ 的藥劑，將導致該網格所承接之前期期末病毒量 $Q_0^{k,t-1}$ 在該期不但無法成長且無法擴散給其相鄰網格，亦即 $s_{k,t} = q_{k,t} = 0$，

(1)「成長」：因該網格被投藥，所以其承接自上期之本網格病毒數量於期末時將保持不變，亦即 $Q_1^{k,t} := Q_0^{k,t-1}$ ；

(2)「擴散」：因該網格被投藥，所以無法擴散給其相鄰網格。但該網格仍可以承接其相鄰且未被投藥網格 k'的病毒量 $Q_2^{k,t} := \sum_{k' \in \{k' | d_{kk'}=1\}} Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$ ；

(3)「原生」：而本期的新原生病毒量 $Q_3^{k,t}$ 仍然依其既定之機率來產生，因此未考慮被藥劑撲殺的總病毒量仍為 $Q_1^{k,t} + Q_2^{k,t} + Q_3^{k,t}$。由於我們假設期初投放藥劑於網格 k 將導致該網格內原先的期末總量殘餘為原先的($1 - X_{k,t}$)比例，而假若其影響範圍 $R_{k,t} \ge 1$ 的話，亦將會導致與其相鄰曼哈頓距離為 $d_{kk'} \le R_{k,t}$ 之網格 k'的總量殘餘為其原先總量的 $(1 - X_{k,t} / 2^{d_{kk'}})$ 比例 （亦即在 $R_{k,t}$ 範圍內，每多一單位曼哈頓距離，其殺傷力減半)，假設殘存率是加乘的效果，則期末病毒總量在考慮過自己與鄰近網格造成的殘餘效果後，其期末總病毒量為 $Q_0^{k,t} := (Q_1^{k,t} + Q_2^{k,t} + Q_3^{k,t}) \prod_{k': d_{kk'} \le R_{k',t}} (1 - X_{k',t} / 2^{d_{kk'}})$（詳見圖一(b)）。

綜上所述，當在計算第 t 期各網格 k 內的病毒量時，由於前期期末病毒量 $Q_0^{k,t-1}$ 皆為已知且無法變更，因此可直接依該網格投藥($s_{k,t} = 0$)與否($s_{k,t} = s$)來計算其 $Q_1^{k,t} := Q_0^{k,t-1}(1+s_{k,t})$。

先前解釋 $Q_2^{k,t} := \sum_{k' \in \{k' | d_{kk'}=1\}} Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$ 公式是從每個網格 k 如何「吸收」其相鄰網格 k'的病毒擴張量來看，然而實務上較簡易的作法會先計算每個網格 k'「擴散」至其相鄰網格 k 的病毒量 $Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$，而對網格 k 而言再將該病毒量加總即可。亦即，在第 t 期時，針對每一網格 k'=0,…,MN-1，若無在此投藥，則將其擴散至相鄰網格 k 的 $Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$ 病毒量加總於 $Q_2^{k,t}$ 上，此即 $Q_2^{k,t} := Q_2^{k,t} + Q_0^{k',t-1} q_{k',t}$ ；

反之若在此投藥，因 $q_{k',t}=0$ 導致 $Q_0^{k',t-1}q_{k',t}=0$，對網格 k 沒有擴散影響力。而原生病毒量 $Q_3^{k,t}$ 與是否投藥無關，可直接依給定的機率隨機產生其對應的病毒量。以上總整了 $Q_1^{k,t}$、$Q_2^{k,t}$、$Q_3^{k,t}$ 的計算方式。

最後，各網格 k 的期末總病毒量可用 $Q_0^{k,t}:=(Q_1^{k,t}+Q_2^{k,t}+Q_3^{k,t})r_{k,t}$ 計算，其中 $r_{k,t}$ 代表該網格在該期的「殘存率」，在程式中等同於 $V[k].r$。若網格 k 未受到任何網格投藥的影響，則 $r_{k,t}=1$；反之，$r_{k,t}=\prod_{k':d_{kk'}\le R_{k',t}}(1-X_{k',t}/2^{d_{kk'}})$，實務上較簡易的殘存率作法與前述計算病毒「擴散」效果的作法類似，可先計算每個網格 k′因投藥對其 $R_{k',t}$ 範圍內(曼哈頓距離為 0,1,…, $R_{k',t}$)各網格的殘存率 $1-X_{k',t}/2^{d_{k'k}}$，再累乘之。亦即，倘若網格 k 在 $R_{k',t}$ 範圍內，則 $V[k].r=V[k].r*(1-X_{k',t}/2^{d_{k'k}})$。當所有網格的殘存率算完後，即可得其期末總病毒量 $Q0[k]=(Q1[k]+Q2[k]+Q3[k])*V[k].r$。

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	10	0	0	0	40	0
1	0	0	80	30	0	20
2	40	0	40	0	0	0
3	0	20	0	0	30	0

圖二(a)病毒期初分佈情形 Q_0

i	F_i	$p_i(\%)$
0	60	10
1	40	20
2	0	70

成長率 s=20%, 擴散率 q=5%

圖二(b)病毒原生之強度 F 與機率 p

以圖二舉例說明，圖二(a)為期初各網格之總病毒量為 Q_0，圖二(b)列出成長率 s、擴散率 q、原生病毒出現量 F 與機率分配 p，圖二(c)(d)(e)(f)分別列出 Q_1、Q_2、Q_3、期末總病毒量 Q_0。

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	12	0	0	0	48	0
1	0	0	96	36	0	24
2	48	0	48	0	0	0
3	0	24	0	0	36	0

圖二(c)病毒成長量 $Q_1=Q_0*s$

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	0	0.5	4	3.5	0	3
1	2.5	4	3.5	4	4.5	0
2	0	5	4	3.5	1.5	1
3	3	0	3	1.5	0	1.5

圖二(d)病毒擴散量 $Q_2=Q_0*q$

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	40	0	0	0
1	40	0	0	0	0	0
2	40	0	40	0	0	60
3	0	40	40	40	0	0

圖二(e)原生病毒出現量 Q_3

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	12	0.5	44	3.5	48	3
1	42.5	4	99.5	40	4.5	24
2	88	5	92	3.5	1.5	61
3	3	64	43	41.5	36	1.5

圖二(f)期末總病毒量 $Q_0=Q_1+Q_2+Q_3$

再以圖三舉例說明投藥效果，使用圖二(a)(b)的設定，在 t=1 於座標(1,2)的網格 8 投放撲殺率 $X_{8,1}=80\%$ 範圍 $R_{8,1}=1$ 的藥劑、於座標(2,0)的網格 12 投放 $X_{12,1}=60\%$, $R_{12,1}=2$ 的藥劑。則圖三(a)(b)(c)(d)分別列出 Q_1、Q_2、Q_3、未考慮撲殺率之期末總病毒量 Q_0；圖三(e)列出各網格之殘存率(被重複影響之網格，其殘存率可累乘而得)，圖三(f)為圖三(d)(e)累乘結果。

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	12	0	0	0	48	0
1	0	0	80	36	0	24
2	40	0	48	0	0	0
3	0	24	0	0	36	0

圖三(a)病毒成長量 $Q_1=Q_0*s$

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	0	0.5	0	3.5	0	3
1	0.5	0	3.5	0	4.5	0
2	0	3	0	3.5	1.5	1
3	1	0	3	1.5	0	1.5

圖三(b)病毒擴散量 $Q_2=Q_0*q$

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	40	0	0	0
1	40	0	0	0	0	0
2	40	0	40	0	0	60
3	0	40	40	40	0	0

圖三(c)原生病毒出現量 Q_3

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	12	0.5	40	3.5	48	3
1	40.5	0	83.5	36	4.5	24
2	80	3	88	3.5	1.5	61
3	3	64	43	41.5	36	1.5

圖三(d)期末總病毒量（未考慮殘存率）$Q_0=Q_1+Q_2+Q_3$

HW 6, 電子檔 2018/06/20 09:00 前上傳至 moodle
書面檔 2018/06/20 09:15 前於課堂繳交
http://moodle.ncku.edu.tw/course/view.php?id=95788

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	85	100	60	100	100	100
1	70	51	20	60	100	100
2	40	70	51	100	100	100
3	70	85	100	100	100	100

圖三(e)累乘之殘存率
r (%)

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	10.2	0.5	24	3.5	48	3
1	28.4	0	16.7	21.6	4.5	24
2	32	2.1	44.9	3.5	1.5	61
3	0.7	54.4	43	41.5	36	1.5

圖三(f) 期末總病毒量（考慮殘存率）
$Q_0 = (Q_1 + Q_2 + Q_3)r$

作業目的及假設

本次作業主要分三部分：

PART1 **<u>利用函式讀檔</u>**、以 2 個 struct 陣列分別儲存(1)各網格l之相關資料(包含橫縱座標、編號、各來源之病毒數量、殘存率、本期是否投藥等)與(2)原生病毒之相關資料(包含不同程度的病毒出現之數量 F 與其發生機率 p 等)，依讀入之資料將網格與病毒類型儲存於動態陣列中，此部分主要讓同學練習如何使用函式來初始化、傳遞這些陣列資料；

Part2 進一步實作在未投藥下，每一期病毒成長、擴散、與原生之情形，並列印出單色的Q_1、Q_2、Q_3，以及每期期末之總病毒數量Q_0（其數字有相對應顏色）；

Part3 則於各期由使用者自行決定要投藥之網格個數 n_M，若為 n_M=0 則當成無投藥（即為 PART2），繼續下一期；反之若 n_M>0，則接連輸入 n_M 組投藥資訊，包括欲投放之網格縱橫座標、藥劑強度(撲殺率%)、影響範圍(0,1,2 等曼哈頓距離)，輸入完畢後程式應計算列印出單色的Q_1、Q_2、Q_3，以及每期期末之總病毒數量Q_0（其數字有相對應顏色）

本題之假設皆已列在第一頁下半部，我們也假設使用者皆能輸入正確資訊(譬如座標在範圍內等)。

程式要求及作法

本作業大概可切割成以下三個 PART：(Part2&Part3 整合在單一程式)

PART1[20%] 宣告與讀檔：

請使用相同的命名方法宣告下列結構、變數及動態陣列，額外需求的自訂變數可自行命名。

```
struct Zone{      //此為各網格之 struct
    int a;        //儲存該網格之縱軸座標，即由上而下第 a 列, a=0,…,M
    int b;        //儲存該網格之橫軸座標，即由左而右第 b 行, b=0,…,N
    int id;       //儲存其編號，id=0,…,MN-1
    float r=1.;   //儲存該網格本期之殘存率，初始化為 1，
                  //若該網格有投藥，則將有 X 比例被撲殺，亦即殘留了 1-X 比例。
                  //倘若另有一網格 k'其所投放的藥效範圍會波及本網格，則會將網格
                  //k'對本網格的殘餘量（每多一單位則殺傷效果減半）拿來乘以
                  //本網格原先的殘餘量，以此類推。
    bool isM;     //儲存某網格於本期期初是否被投藥，是則為 1，否則為 0
};
struct Virus{
    int F;        //原生病毒出現之強度(或可理解為數量)
    int p;        //原生病毒該強度之發生機率(%)
};
```

```
int  M,           //區域縱軸座標範圍(1,2,…,M)
     N,           //區域橫軸座標範圍(1,2,…,N)
     n_Vir,       //原生病毒出現之種類個數，譬如圖二(b)之 n_Vir=3 代表 3 種
                 //病毒強度，分別為 60,40,0 機率 10%,20%,70%
     T,           //模擬之總期數
     s,           //給定的病毒每期成長比率(%)
     q;           //給定的病毒每期擴散比率(%)
Zone *V;          //動態宣告 MN 長度之網格 struct 陣列;V[k],k=0,1,…,MN-1
Virus *Vir;       //動態宣告 n_Vir 長度之原生病毒陣列;
float *Q0,//Q0[k],k=0,…,MN-1 存網格 k 於本期期末總病毒數量 Q0=(Q1+Q2+Q3)*r
      *Q1,//Q1[k]存 k 之上期 Q0 於本期成長所衍生的總病毒數量 Q1=Q0*(1+s)
      *Q2,//Q2[k]存 k 之相鄰網格上期 Q0 於本期擴散移入之病毒總量 Q2+=鄰格 Q0*q
      *Q3;//Q3[k]儲存網格 k 經過本期而新隨機出現的原生病毒數量，為某個強度 F
int n_M,          //記錄當期投藥次數，若為 0 則代表不投藥
     row,         //記錄當下投藥之網格縱軸座標
     col,         //記錄當下投藥之網格橫軸座標
     X,  //記錄當下投藥之撲殺率(%)
     R;  //記錄當下投藥之影響範圍，以曼哈頓距離表示，若為 0 則代表僅影響那一格
char filename[50];//記錄輸入之測試檔名
```

- 請寫一個讀檔函式介面類似如下:

```
void readFile(char *filename,int &M,int &N,int &T,int &s,int &q, int
 &n_Vir,Zone *&V,Virus *&Vir,float *&Q0,float *&Q1,float *&Q2,float *&Q3);
```

請使用者輸入檔名，譬如讀取 data1.txt 檔案後，其格式如下：

4 6 5 20 5 3	(M N T s q n_Vir)
60 10	(病毒之強度 F_0 與機率 p_0)
40 20	(病毒之強度 F_1 與機率 p_1)
0 70	(病毒之強度 F_2 與機率 p_2)
10 0 0 0 51 0	(病毒之數量 v_0 , v_1 , v_2 , …, v_{N-1})
0 0 0 72 0 78	(病毒之數量 v_N , v_{N+1} , v_{N+2} , …, v_{2N-1})
40 55 60 0 0 0	(病毒之數量 v_{2N} , v_{2N+1} , v_{2N+2} , …, v_{3N-1})
0 0 0 50 95 0	(病毒之數量 v_{3N} , v_{3N+1} , v_{3N+2} , …, v_{4N-1})

讀檔完後，先輸出:

```
M=4,N=6, T=5, s=20%, q=5%, n_Vir=3; F={60,40,0}, p={10,20,70};
```

接著輸出第一期期初 $Q_0^{k,0}$ 如下：

Q0[k,0]:

V	0	1	2	3	4	5
0	10.0	0.0	0.0	0.0	51.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0	72.0	0.0	78.0
2	40.0	55.0	60.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	50.0	95.0	0.0

以下是文字變色的規範

（可參照 chap04.ppt 之 page46，助教課將講細節）

當病毒總量介於[0,33)時應使用色碼 32m ➔interval=0

當病毒總量介於[33,66)時應使用色碼 33m ➔interval=1

當病毒總量介於[66,100)時應使用色碼 31m ➔interval=2

當病毒總量大於等於 100 時應使用色碼 35m ➔interval=3

```
string col[4]={"\x1b[;32;1m","\x1b[;33;1m","\x1b[;31;1m","\x1b[;35;1m"};
```

上述的 32 為「前景」，1m 為「背景」，依 Q0[k]值落在哪個區間(interval=0,1,2,3)

可用 `cout << col[interval] << Q0[k] << flush;`

●請寫類似下述之函式以輸出上述彩色的 Q_0:

```
void print_colored_2Darray(float *Q0,int M,int N);
```

PART2[40%] 模擬病毒之成長、擴散、原生情境

此部分必須在各期 t=1,…,T 計算各網格 k 之 $Q_1^{k,t}$、$Q_2^{k,t}$、$Q_3^{k,t}$ 再計算 $Q_0^{k,t} := (Q_1^{k,t} + Q_2^{k,t} + Q_3^{k,t})r$，因為沒有投藥，所以 $r = 1$；

●請寫一函式計算成長量 $Q_1^{k,t}$ ： $Q_1^{k,t} := Q_0^{k,t-1}(1+s_{k,t})$，其中 $s_{k,t} = s$；

●請寫一函式計算擴散量 $Q_2^{k,t}$ ：藉由計算網格 k 對其每個相鄰網格 k' 的擴散量 $Q_0^{k,t-1}q_{k,t}$ ，其中 $q_{k,t} = q$ ，在所有網格都算過一輪後，即可得 $Q_2^{k,t}$ ；

●請寫一函式計算原生量 $Q_3^{k,t}$ ：此部分的計算方式應該對各位同學而言較陌生，必須使用老師上課提到的「輪盤法則」，計算每格之 $Q_3^{k,t}$ 應再寫成一個函式依給定的機率分佈設定回傳其值，舉圖二(b)為例，可藉由產生一個介於[0,99]的隨機整數，視其數值落在[0,9]、[10,29]、[30,99]何區間內，再回傳其相對的 60、40、0 等病毒強度值。

當算出所有網格之 $Q_0^{k,t}$ 後，隨即一一輸出單色的 $Q_1^{k,t}$ 、$Q_2^{k,t}$ 、$Q_3^{k,t}$ 、以及彩色的 $Q_0^{k,t}$

●請寫一類似下述之函式以輸出上述單色的 $Q_1^{k,t}$ (或 $Q_2^{k,t}$ 、$Q_3^{k,t}$)：

```
void print_mono_2Darray(float *Q1,int M,int N); //此處 Q1 亦可適用 Q2,Q3
```

以下列出 t=1,2 之結果供比對用，輸出時只要一次印一組 $Q_{1,2,3,0}^{k,t}$ 即可，不用像下面這樣並排列印：

Q1[k,1]

V	0	1	2	3	4	5
0	12.0	0.0	0.0	0.0	61.2	0.0
1	0.0	0.0	0.0	86.4	0.0	93.6
2	48.0	66.0	72.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	60.0	114.0	0.0

Q2[k,1]

V	0	1	2	3	4	5
0	0.0	0.5	0.0	6.1	0.0	6.4
1	2.5	2.8	6.6	0.0	10.0	0.0
2	2.8	5.0	2.8	9.1	4.8	3.9
3	2.0	2.8	5.5	4.8	2.5	4.8

Q3[k,1]

V	0	1	2	3	4	5
0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0
1	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	40.0	0.0	40.0	0.0	0.0	60.0
3	0.0	40.0	40.0	40.0	0.0	0.0

Q0[k,1]

V	0	1	2	3	4	5
0	12.0	0.5	40.0	6.1	61.2	6.4
1	42.5	2.8	6.6	86.4	10.0	93.6
2	90.8	71.0	114.8	9.1	4.8	63.9
3	2.0	42.8	45.5	104.8	116.5	4.8

Q1[k,2]

V	0	1	2	3	4	5
0	14.4	0.6	48.0	7.4	73.4	7.7
1	51.0	3.3	7.9	103.7	12.1	112.3
2	108.9	85.2	137.7	10.9	5.7	76.7
3	2.4	51.3	54.6	125.7	139.8	5.7

Q2[k,2]

V	0	1	2	3	4	5
0	2.2	2.7	0.7	9.4	1.1	7.7
1	5.3	6.0	12.2	1.6	12.3	4.0
2	5.8	12.6	6.6	15.5	10.0	5.2
3	6.7	5.9	13.1	8.6	5.7	9.0

Q3[k,2]

V	0	1	2	3	4	5
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	60.0	0.0	0.0	0.0	60.0	40.0

Q0[k,2]

V	0	1	2	3	4	5
0	16.5	3.3	48.7	16.8	74.6	55.5
1	56.3	9.3	20.1	105.3	24.4	116.3
2	114.7	97.8	144.3	26.5	15.7	81.8
3	69.1	57.2	67.7	134.3	205.5	54.7

針對所有 t=1,2,3,4,5 之 $Q_1^{k,t}$ 、$Q_2^{k,t}$ 、$Q_3^{k,t}$ 、$Q_0^{k,t}$ ，可對照此檔案比對細節。

PART3[40%] 模擬投藥決策造成之病毒變化情境

在 PART2 做好之後，可以其為基礎再加入投藥的影響，不用寫成兩組不同程式。

在迴圈 t=1,…,T 的每一期 t 中，先請使用者輸入該期的投藥次數 n_M；若 n_M=0 則依 PART2 步驟做完各網格 k 的 $Q_0^{k,t}$；反之，則進入另一個 n_M 回合的迴圈，每回合將請使用者依序輸入欲投藥之 縱向座標 row、橫向座標 col、藥劑撲殺率 X、藥劑影響範圍 R。

之後程式也是應該要計算各網格 k 之 $Q_1^{k,t}$ 、 $Q_2^{k,t}$ 、 $Q_3^{k,t}$ 再計算 $Q_0^{k,t} := (Q_1^{k,t} + Q_2^{k,t} + Q_3^{k,t})r$ ，

●請修改 PART2 計算 $Q_1^{k,t}$ 、 $Q_2^{k,t}$ 、 $Q_3^{k,t}$ 的三個函式，使其在 PART3 亦能使用

●請寫一函式計算各網格之殘存率 r ：請參考 page3 圖二之上一段說明

針對所有 t=1,2,3,4,5 含投藥決策之 $Q_1^{k,t}$ 、 $Q_2^{k,t}$ 、 $Q_3^{k,t}$ 、 $Q_0^{k,t}$ ，可對照此檔案比對細節。

解題建議

- 老師估計初學者至少花 10hr 才能將本題作好，特別是 PART2&3。此次作業希望同學盡量能將程式「模組化」，亦即 main()的內容可以變成一堆呼叫不同 function 的步驟，而 function 內可能還會有 function，如此將使得你的程式更容易被人讀懂
- PART1 特別邀求同學將所有的 array 皆在 function 內設定完成再回傳回 main()，因此應該會用到不少的 reference
- 在計算 $Q_3^{k,t}$ 時，建議可先在外面測試個小例子，熟悉如何產生機率分佈已經給定的隨機變數，再將該小例子寫成一個函式以在 PART2&3 使用
- 列印 2 維實數矩陣的函式(單色與彩色)亦可先在外面寫成一個小程式自行測試，待成功後再將其轉為本作業可以用的函式
- 本題之核心在於如何計算 $Q_1^{k,t}$ 、 $Q_2^{k,t}$ 、 $Q_3^{k,t}$ 、 $Q_0^{k,t}$ 、 $r_{k,t}$ ，如先前所述，我們盡可能地將問題來龍去脈描述清楚，建議各位同學多讀幾次並手動計算檢驗範例的數字，充分理解題目的設定後，較能早點寫完。
- 若不是很會寫 function，可先將該 function 步驟展開於 main，避免使用 global variable，待釐清確認細節正確後，再將其一一改成使用 function 處理
- 由於我們在期末前（極可能於 6/11）還會再指派「最後」一次程式作業，繳交日期可能為 6/29 或 7/2 之類的，將會與這次作業時間有些重合，因此老師還是建議同學們趕緊「起而行」，快點將此次作業做好

***作業繳交應注意事項**

1. 作業需繳交電子檔以及書面(列印程式檔及程式結果)
2. 電子檔請於作業繳交截止時間以前上傳至 http://moodle.ncku.edu.tw
   2.1 請同學先建立一個**資料夾**，資料夾名稱為"**學號_hw6**"，例如學號為 hxxxx，則資料夾名稱則為 **hxxxx_hw6**
   2.2 將程式檔案名稱存為"**hw6.cpp**"，並將此程式檔案存於上述設立之**學號_hw6** 資料夾中
   2.3 最後將整個**學號_hw6** 資料夾壓縮成 zip 檔(**學號_hw6.zip**)，再上傳至 moodle 系統
   (！注意！：**請勿**將 cpp 檔 copy/paste 至 word 檔而上傳之)
3. 書面作業請於 **2018/06/20 上課 5 分鐘內(09:15 前)**繳交至講台，其中需要註明程式是否能被編譯與執行、撰寫人、程式之目的、如何編譯及執行等資料(詳見 https://www.dropbox.com/s/pvac59tfefggokd/programming.html?dl=0)。