

用MATLAB模擬森林火災

筆者：



數學系113 蔡承翰 C14096277

一、前言

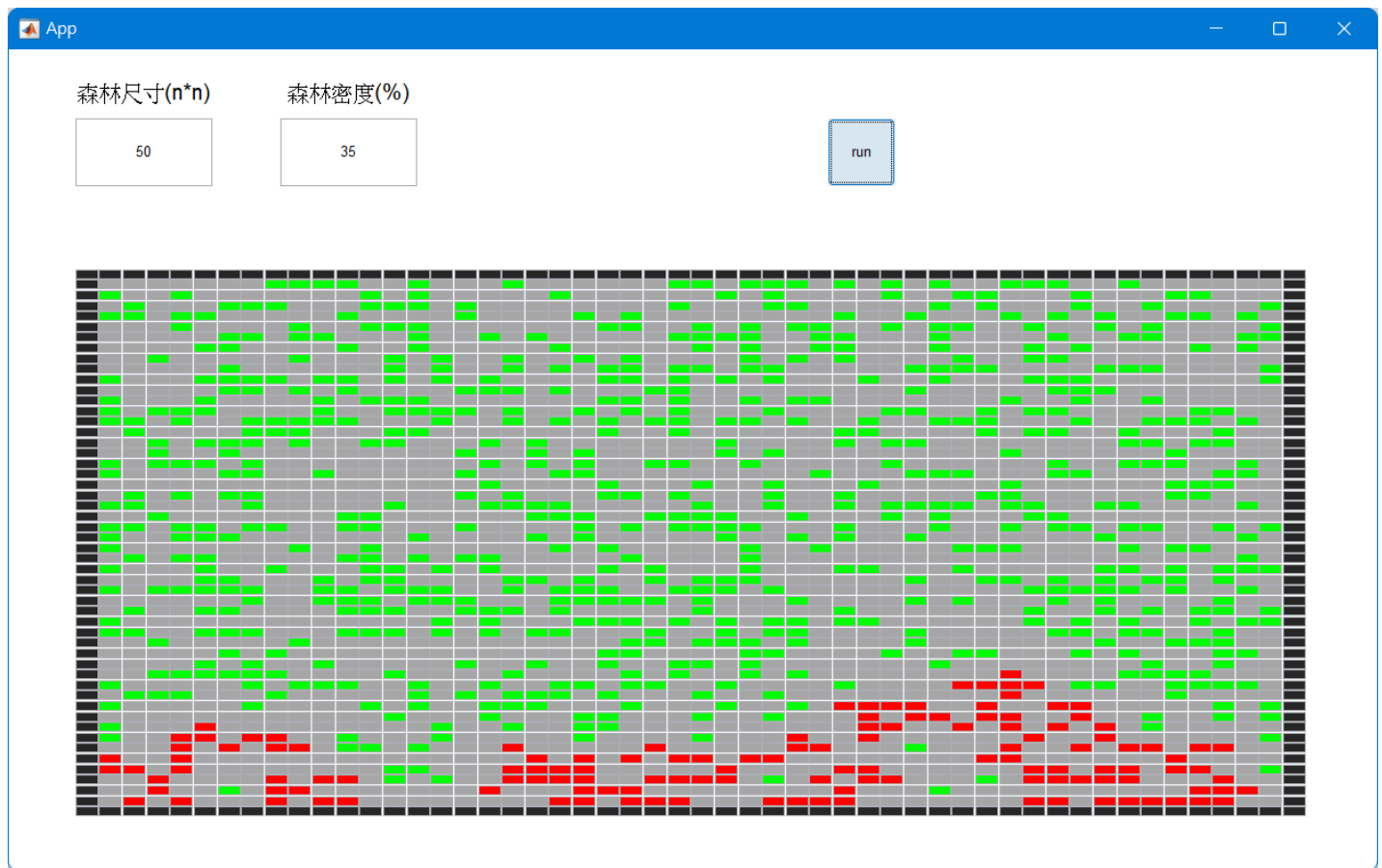
在2020年，澳洲發生森林大火，導致澳洲有超過21%森林被燒毀、造成嚴重的空氣污染，並讓當地居民失去家園。野火所造成的威脅不容小覷，因此，筆者希望透過MATLAB去產生不同密度的森林，並模擬森林火災火勢蔓延的路徑。

二、目標

1. 產生尺寸為 $n \times n$ 的隨機森林，並設置其密度
2. 以圖形一側為起火點，讓火勢蔓延
3. 透過GUI模擬出火勢蔓延的過程

三、程式碼說明

GUI成果展示



- 設置一個尺寸、密度可自行輸入的森林
- 每一個小格為一個edit text方塊，代表地圖上一點
- 灰色代表沒有樹、綠色代表樹木、紅色代表燃燒的樹木、黑色代表牆壁

1. 產生尺寸為 $n \times n$ 的隨機森林，並設置其密度

產生森林

```
forest = zeros(n+2,n+2);
```

- 程式說明：
 - n ：尺寸、 d ：密度(0~1的浮點數)，兩數皆透過GUI介面輸入
 - 0代表沒有樹、1代表有樹、2代表燃燒的樹、5代表牆壁
 - 將 $n \times n$ 的森林用 $(n+2) \times (n+2)$ 的空陣列表示之

設定森林密度

```
set_forest = rand(n+2,n+2);
forest(set_forest <= d) = 1;
forest(set_forest > d) = 0;
```

- 程式說明：

為了設定森林密度，先設定一個亂數陣列。在n足夠大的情況下，亂數陣列產生的0~1的數字會足夠平均，使得小於等於d的數字數量除以全部數字的數量會盡可能地接近d，也就是說

$$d \approx \frac{\#\{x_i | x_i \leq d, i = 1, 2, \dots, n\}}{\#\{x_i | i = 1, 2, \dots, n\}} \text{ as } n \rightarrow \infty$$

因此，當n輸入的值越大，產生出的森林越接近密度d。

設定邊界

```
for i = 1:n+2
    forest(1,i) = 5;
    forest(n+2,i) = 5;
    forest(i,1) = 5;
    forest(i,n+2) = 5;
end
```

- 程式說明：

為了簡化討論，設定數字5代表邊界

2. 以圖形一側為起火點，讓火勢蔓延

在森林一側點火

```
for i = 2:n+1
    if forest(i,2) == 1
        forest(i,2) = 2;
    end
end
```

點燃樹木的方式

```

while true
    pre_forest = forest;
    for j = n+1:-1:3
        for i = n+1:-1:2
            if forest(i,j) == 1
                if forest(i-1,j-1) == 2 || forest(i,j-1) == 2 || ...
                    forest(i+1,j-1) == 2 || forest(i-1,j) == 2 || ...
                        forest(i+1,j) == 2 || forest(i-1,j+1) == 2 || ...
                            forest(i,j+1) == 2 || forest(i+1,j+1) == 2
                                forest(i,j) = 2;
                            end
                        end
                    end
                end
            end

            new_forest = forest;
            if pre_forest == new_forest
                break
            end
        end
    end
end

```

- 程式說明：

以一棵樹為中心，假如周圍"八棵樹"中有其中一棵被點燃，則此棵樹被點燃，並逐棵檢查每棵樹在本次迴圈是否會著火，假如新產生的森林跟原本的森林情況一樣，則終止迴圈。

3. 透過GUI模擬出火勢蔓延的過程

產生GUI視窗及需要的物件

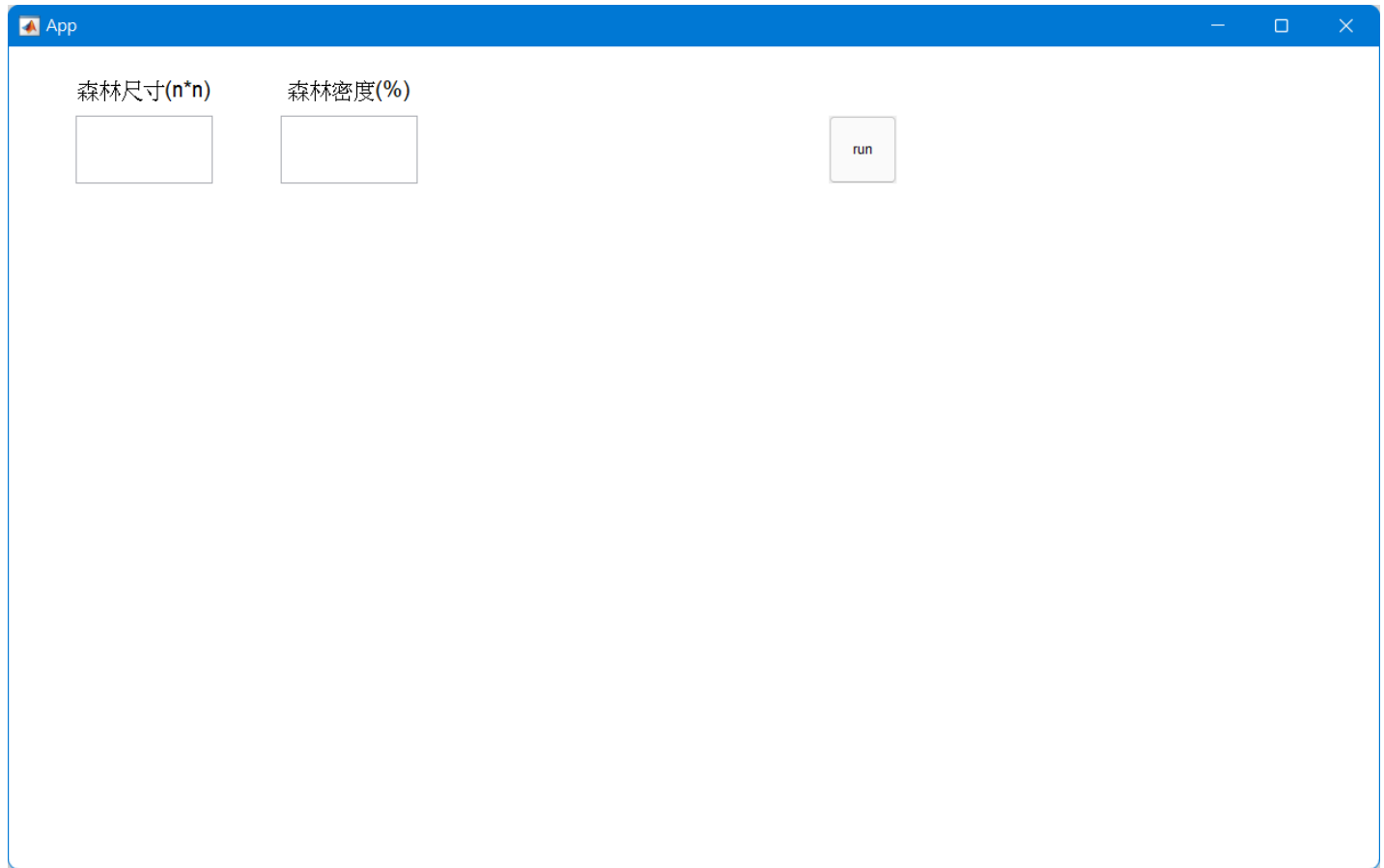
```

screensize = get(0,'ScreenSize');
window = figure('Name','App',...
    'Position',[screensize(3)/2-500,screensize(4)/2-300,1000,600]...
    , 'MenuBar','none','Color','w','NumberTitle','off');
text1 = uicontrol(window,'Style','text','String','森林尺寸(n*n)'...
    , 'Position',[50,550,100,30],'BackgroundColor',[1 1 1],'FontSize',12);
size = uicontrol(window,'Style','edit','String',''...
    , 'Position',[50,500,100,50]);
text2 = uicontrol(window,'Style','text','String','森林密度(%)'...
    , 'Position',[200,550,100,30],'BackgroundColor',[1 1 1],'FontSize',12);
density = uicontrol(window,'Style','edit','String',''...
    , 'Position',[200,500,100,50]);
run = uicontrol(window,'Style','pushbutton','String','run'...
    , 'Position',[600,500,50,50],'Callback',@to_get_value1);

```

- 程式說明：

透過uicontrol()，將需要的物件寫入程式中，並設定位置。GUI介面呈現如下圖



在GUI中設定森林的圖形

```
global frame;
for i = 1:n+2
    for j = 1:n+2
        frame(i,j) = uicontrol(window,'Style','edit',...
            'BackgroundColor',[1 1 1],'Position',...
            [50+(i-1)*900/(n+2),40+(j-1)*400/(n+2),900/(n+2),400/(n+2)]);
    end
end
```

- 程式說明：

由於森林的尺寸是隨著輸入值改變，因此選用uicontrol加上迴圈的寫法，設定出 $(n+2)*(n+2)$ 個 edit text。

將森林上色

```

for j = 1:n+2
    for i = 1:n+2
        switch(forest(i,j))
            case 0
                set(frame(i,j),'BackgroundColor',[0.65 0.65 0.65]);
            case 1
                set(frame(i,j),'BackgroundColor','g');
            case 2
                set(frame(i,j),'BackgroundColor','r');
            case 5
                set(frame(i,j),'BackgroundColor',[0 0 0]);
        end
    end
end
end

```

- 程式說明：
根據第二部分的演算法，將edit text的底色修改成不同的顏色，

四、結論

- 執行過程影片 (<https://youtu.be/DPX4mvcpe1A>)
- 當 $n=100$ 、森林密度在30%以下時，火勢是沒辦法很順利地蔓延的



- 當 $n=100$ 、森林密度在30%到50%時，尤其在40%左右，火勢的走向會很難預測





- 當 $n=100$ 、森林密度在50%以上時，大部分的森林都會被火蔓延



五、討論與心得

關於森林火災的模擬，雖然看起來成果還不錯，但實際上火勢的蔓延除了森林密度以外，還會受到當地氣候、風力、濕度的影響，除此之外，主程式的部分使用到大量迴圈，當 n 的數字給得太大的時候，電腦可能無法承受如此大量的計算，因此，此次撰寫的程式碼仍有修改空間。

六、參考資料

1. MATLAB程式設計：入門篇(張智星) – 7-4 以 M 檔案進行圖形物件的性質存取
(http://mirlab.org/jang/books/matlabProgramming4beginner/07-4_mFile4hg.asp?title=7-4%20%A5H%20M%20%C0%C9%AE%D7%B6i%A6%E6%B9%CF%A7%CE%AA%AB%A5%F3%AA%BA%A9%CA%BD%E8%A6s%A8%FA))
2. 澳洲大火的5個真相：火災原因？我們能怎麼做？（2020年3月3日更新數據）
(https://www.greenpeace.org/taiwan/update/12351/%E6%BE%B3%E6%B4%B2%E5%A4%A7%E7%81%AB%E7%9A%845%E5%80%8B%E7%9C%9F%E7%9B%B8%EF%BC%9A%E7%81%AB%E7%81%BD%E5%8E%9F%E5%9B%A0%EF%BC%9F%E6%88%91%E5%80%91%E8%83%BD%E6%80%8E%E9%BA%BC%E5%81%9A%EF%BC%9F/?gclid=Cj0KCQiAip-PBhDVARIsAPP2xc2qUSAn4FXwpZPfUssukg1T_cokO2h9lQKtv7XH_0sKyQc0hznvwhlaAvyXEALw_wcB)
3. 用遊戲模擬森林火災？甚麼是元胞自動機？ (<https://www.youtube.com/watch?v=3znqxmVag-l>)