

中原大學資訊工程學系

106學年度專題

NET OPEN LOCATION FINDER

WITH OBSTACLES

指導教授:鄭維凱老師

組員：資工四乙 10327237劉湘怡

資工四乙10327250陳佳琳

目錄

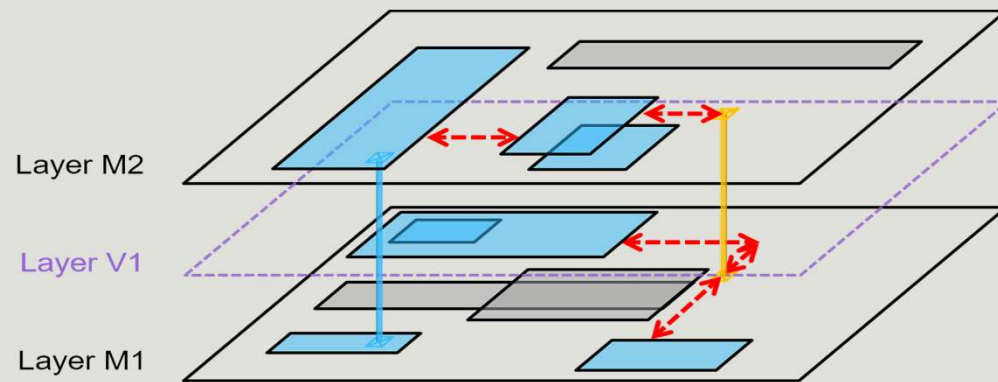
- 一、 專題簡介
- 二、 專題介紹
- 三、 過程構思
- 四、 流程圖
- 五、 專題運行結果
- 六、 結論
- 七、 附錄

一、專題簡介

起源：

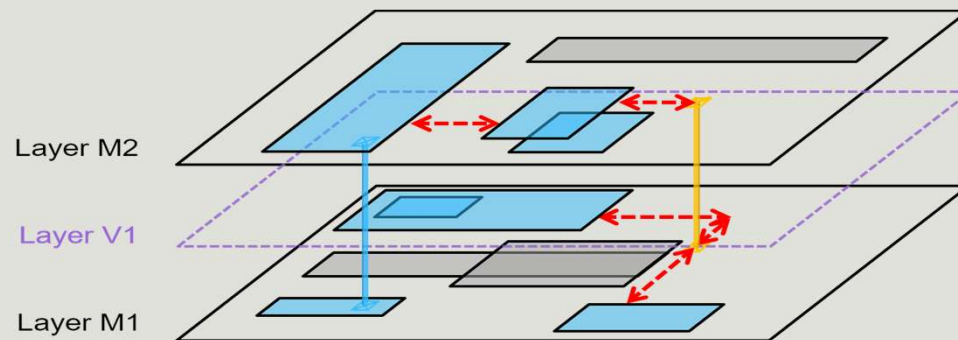
在IC設計繞線（**routing**）時，為了節省成本及避免障礙物干擾，希望連接的線路能越短越好。以此為背景，此專題實作的過程我們討論了各種可能，運用資料結構及演算法，以及曾經學過的數學方法，達到線路之成本最小化。

一、專題簡介



- 此專題配合2017國際積體電路競賽ICCAD之Problem B做延伸。
- 將所有給定的藍色矩形相連接、並避免經過灰色矩形。
- 層與層間用給定的via或自訂via連接。
- 根據題目給的公式算出cost，cost越小越好(目標最小化cost)。

二、專題介紹



➤ Overall Cost = $\sum \text{Cost}(P_{\text{path}}) + \sum \text{Cost}(P_{\text{via}})$

若 P_{path} 是 H-line 或 V-line， $\text{Cost}(P_{\text{path}})$ 即為 H-line 或 V-line 的長度。

若 P_{via} 是 via， $\text{Cost}(P_{\text{via}}) = C_v$ 。

➤ 目標是將 overall cost 最小化

註：為了方便說明
原題目之 **RoutedNetShape**
全文以藍色矩形稱之
而原題目之 **Obstacle**
全文以灰色矩形稱之

三、過程構思

兩兩矩形之間的連接

大野狼法(灰色矩形變藍色矩形)

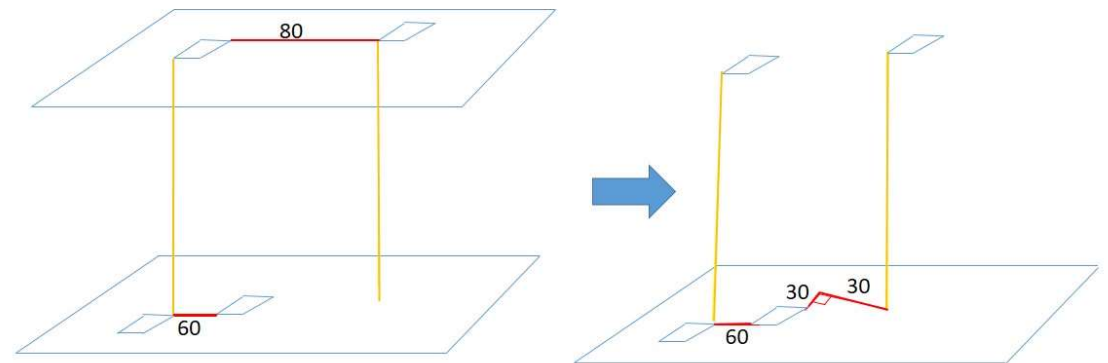
Kruskal

四分法

投影法

$$\text{Overall Cost} = \sum \text{Cost}(P_{\text{path}}) + \sum \text{Cost}(P_{\text{via}})$$

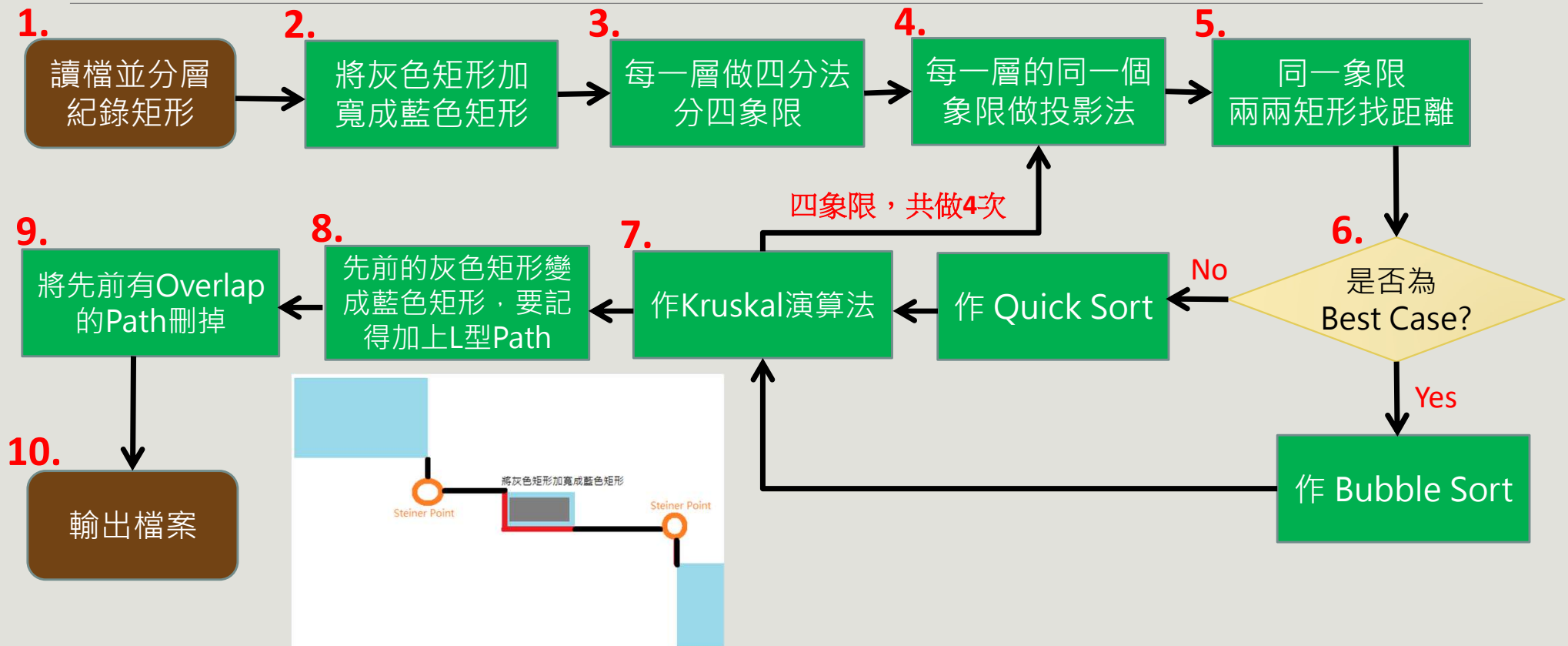
註:黃線為via，此例via之cost為10



使用最初方法得Overall cost = 60+80+10*1=150

使用投影法後，圖中4個藍色矩形兩兩相連，用Kruskal演算法，得需用得最短三條線分別為10、60、70(30+30+10)，所以總cost=10+60+70=140

四、流程圖



五、專題運行結果

case1 之結果

case2 之結果

case5 之結果

(以上數據)

附圖為擷

```
net_open_finder_output - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
H-line M1 (3525,1631) (3491,1631)
V-line M1 (3458,1602) (3458,1501)
H-line M1 (3458,1501) (3357,1501)
V-line M1 (3525,1602) (3525,1395)
H-line M1 (3525,1395) (3702,1395)
V-line M1 (5652,2776) (5652,2775)
V-line M1 (3662,2744) (3662,2743)
V-line M1 (4115,2798) (4115,2797)
V-line M1 (6041,2774) (6041,2773)
V-line M1 (3406,2870) (3406,2869)
V-line M1 (3667,2743) (3667,2742)
V-line M1 (4110,2472) (4110,2471)
V-line M1 (4220,2185) (4220,2184)
V-line M1 (4304,2184) (4304,2182)
V-line M1 (3671,2759) (3671,2757)
V-line M1 (6796,2656) (6796,2654)
V-line M1 (4159,2964) (4159,2962)
V-line M1 (5611,2784) (5611,2782)
V-line M1 (5393,2566) (5393,2564)
V-line M1 (4954,2180) (4954,2178)
V-line M1 (5158,2409) (5158,2407)
H-line M1 (6824,2416) (6822,2416)
V-line M1 (4856,2367) (4856,2364)
V-line M1 (4433,1833) (4433,1830)
H-line M1 (5953,1752) (5950,1752)
```

為4326，via之cost為

t為39806，via之co

為13691，via之cos

TEL® CORE™ i5-4210

H-line：

```
case1.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
V-line M3 (5041,253) (5041,245)
H-line M3 (3731,893) (3723,893)
V-line M3 (6094,1422) (6094,1414)
H-line M3 (6634,1155) (6625,1155)
H-line M3 (6722,1184) (6713,1184)
V-line M3 (3616,437) (3616,428)
V-line M3 (4225,35) (4225,26)
V-line M3 (4152,393) (4152,383)
H-line M3 (4739,704) (4729,704)
Via V1 (5303,2431)
Via V1 (5253,2407)
Via V1 (5611,2582)
Via V1 (3562,1994)
Via V1 (1896,1781)
Via V1 (2957,1679)
Via V1 (570,1148)
Via V1 (514,1160)
Via V1 (1714,820)
Via V1 (3343,174)
Via V1 (294,1411)
Via V1 (2462,787)
Via V1 (5063,1340)
Via V2 (6419,2275)
Via V2 (6320,1993)
```


五、專題運行結果

Case1 專題運行結果比較

版本	層數	藍色 矩形 個數	灰色 矩形 個數	總Path	共使用 via之數 目	總viaCost(此case都 是10)	總cost= 總Path+ 總viaCost	執行所需時間
最初	3	1503	414	53095736	2	20	53095756	204秒
最終				4326	45	450	4776	94秒

五、專題運行結果

Case2 專題運行結果比較

版本	層數	藍色 矩形 個數	灰色 矩形 個數	總Path	共使用 via之數 目	總viaCost(此case都 是30)	總cost= 總Path+ 總viaCost	執行所需時間
最初	5	4518	4773	515899298	4	120	515899418	30570秒 (約8.5小時)
最終				39806	186	5580	45386	1019秒

五、專題運行結果

Case5 專題運行結果比較

版本	層數	藍色 矩形 個數	灰色 矩形 個數	總Path	共使用 via之數 目	總viaCost(此case都 是5)	總cost= 總Path+ 總viaCost	執行所需時間
最初	5	4450	4762	405798912	4	20	405798932	28185秒 (約7.8小時)
最終				13691	901	4505	18196	939秒

六、結論

在via之cost小於100、layer層數超過三層的情況，
雖然使用大量via造成via之cost增加，
但整體cost比起層層之間只有一條via來的好。

七、附錄

Case1專題運行結果

```
1.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
ViaCost = 10
Spacing = 8
Boundary = (0,0) (7000,3000)
#MetalLayers = 3
#RoutedShapes = 1503
#RoutedVias = 3
#Obstacles = 414
RoutedShape M1 (2244,2426) (2309,2436)
RoutedShape M1 (2263,2415) (2267,2442)
RoutedShape M1 (6360,2379) (6380,2400)
RoutedShape M1 (6351,2387) (6388,2394)
RoutedShape M1 (6277,1307) (6293,1332)
RoutedShape M1 (6262,1328) (6320,1343)
RoutedShape M1 (548,2252) (671,2279)
RoutedShape M1 (600,2250) (611,2257)
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\net_open_finder_cada082.e
Please input a file name, [0]Quit :
1.txt
Process returned 0 (0x0)   execution time : 94.544 s
Press any key to continue.
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\計算出cost.exe
Please input a file name, [0]Quit :
casel.txt
所有用到的H-line/V-line之path加起來的cost為: 4326
總via數: 45條
總via cost為: 450
總path之cost再加上via cost為: 4776
請按任意鍵繼續 . . .
Process returned 0 (0x0)   execution time : 8.834 s
Press any key to continue.
```

七、附錄

Case2專題運行結果

```
2.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
ViaCost = 30
Spacing = 8
Boundary = (0,0) (40000,15000)
#MetalLayers = 5
#RoutedShapes = 4518
#RoutedVias = 34
#Obstacles = 4773
RoutedShape M1 (24891,3089) (24894,3129)
RoutedShape M1 (22231,2090) (22239,2153)
RoutedShape M1 (4502,12563) (4508,12625)
RoutedShape M1 (262,10567) (365,10570)
RoutedShape M1 (27050,8439) (27465,8469)
RoutedShape M1 (22105,8043) (22125,8202)
RoutedShape M1 (21907,8117) (22353,8141)
RoutedShape M1 (11858,5908) (12520,5949)
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\net_open_finder_cada082.exe
Please input a file name, [0]Quit :
2.txt
Process returned 0 (0x0)   execution time : 1019.480 s
Press any key to continue.
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\計算出cost.exe
Please input a file name, [0]Quit :
case2.txt
所有用到的H-line/V-line之path加起來的cost為: 39806
總via數: 186條
總via cost為: 5580
總path之cost再加上via cost為: 45386
請按任意鍵繼續 . . .
Process returned 0 (0x0)   execution time : 8.253 s
Press any key to continue.
```

七、附錄

Case5專題運行結果

```
5.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
ViaCost = 5
Spacing = 14
Boundary = (0,0) (35000,20000)
#MetalLayers = 5
#RoutedShapes = 4450
#RoutedVias = 31
#Obstacles = 4762
RoutedShape M1 (14263,4378) (14267,4465)
RoutedShape M1 (9166,8541) (9397,8550)
RoutedShape M1 (1268,12213) (1579,12240)
RoutedShape M1 (9604,19145) (10109,19168)
RoutedShape M1 (12400,5352) (12535,5377)
RoutedShape M1 (23944,7783) (23964,8040)
RoutedShape M1 (23674,17257) (23988,17282)
RoutedShape M1 (5596,18807) (6291,18855)
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\net_open_finder_cada082.exe
Please input a file name, [0]Quit :
5.txt
Process returned 0 (0x0)   execution time : 939.481 s
Press any key to continue.
```

```
C:\Users\Lana\Desktop\專題\算專題的cost\計算出cost.exe
Please input a file name, [0]Quit :
case5.txt
所有用到的H-line/V-line之path加起來的cost為: 13691
總via數: 901條
總via cost為: 4505
總path之cost再加上via cost為: 18196
```

Q&A

The End