

主題：物流運籌管理 小組作業 #4—貨運 Freight Transportation

壹、組別：3

貳、組員：

一、羅郁荃 111950036 百川系

三、洪怡安 111701042 運管系

二、蔡瑀芯 111701018 運管系

四、廖盈榕 111701043 運管系

參、摘要

一、區域資訊

1. The latitude and longitude of each zone

ID	Areas	Latitude	Longitude
0	新埔鎮	24.85982	121.08767
1	新豐鄉	24.92082	121.00184
2	湖口鄉	24.88657	121.03392
3	關西鎮	24.81246	121.14603
4	竹北市	24.84950	120.98811
5	芎林鄉	24.77288	121.11273
6	橫山鄉	24.72471	121.15016
7	竹東鎮	24.78009	121.04671
8	寶山鄉	24.72508	120.96995
9	北埔鄉	24.67418	121.07532
10	峨眉鄉	24.68603	121.00047

	x	y	slope
竹北市	-0.01032	-0.09956	9.647287
寶山鄉	-0.13474	-0.11772	0.873683
竹東鎮	-0.07973	-0.04096	0.513734
峨眉鄉	-0.17379	-0.08720	0.501755
北埔鄉	-0.18564	-0.01235	0.066527
芎林鄉	-0.08694	0.02506	-0.288245
橫山鄉	-0.13511	0.06249	-0.462512
關西鎮	-0.04736	0.05836	-1.232264
新豐鄉	0.06100	-0.08583	-1.407049
湖口鄉	0.02675	-0.05375	-2.009346
新埔鎮	0.00000	0.00000	NaN

圖 1、各點經緯度

圖 2、各點至 DC 之斜率

2. Distance Matrix (in KM) of each zone

dij	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		14.9	7.9	13.9	12.5	16.1	25.8	14.9	32.0	33.5	31.6
1	14.8		7.7	27.2	12.9	34.3	43.2	28.8	32.4	43.5	37.9
2	8.1	7.8		21.9	9.9	36.0	36.2	21.8	26.4	37.5	31.9
3	13.9	26.8	21.7		19.1	12.0	14.8	20.3	34.5	33.6	35.2
4	12.7	12.9	9.9	19.6		19.8	28.7	14.3	21.4	33.4	26.9
5	16.1	33.8	27.2	12.0	19.7		16.4	8.6	24.4	21.6	25.1
6	24.1	42.8	36.1	14.7	28.6	16.3		17.6	30.4	21.0	23.1
7	14.9	28.8	22.1	19.7	14.6	8.6	17.5		22.7	22.2	23.4
8	27.2	32.6	26.6	33.5	21.6	24.7	30.0	22.9		19.7	8.6
9	33.3	47.5	36.4	32.0	33.3	21.6	21.0	22.3	19.7		14.5
10	32.0	36.6	30.6	34.2	25.6	25.3	23.1	17.9	8.6	14.5	

二、Sweep Algorithm (附錄壹與附錄貳)

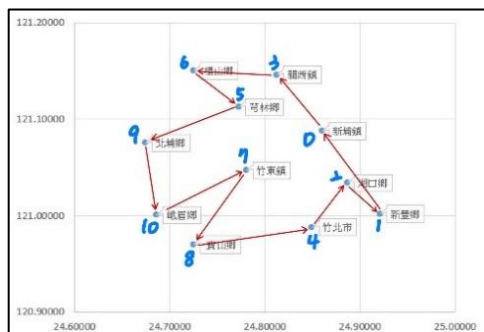


圖 2、Sweep Algorithm (逆時針)

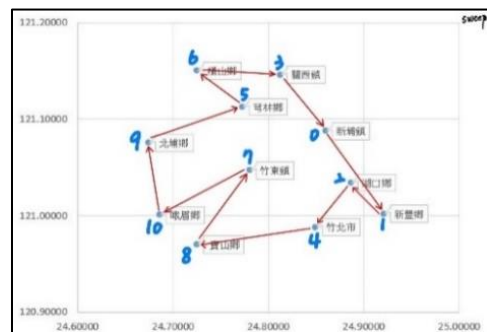
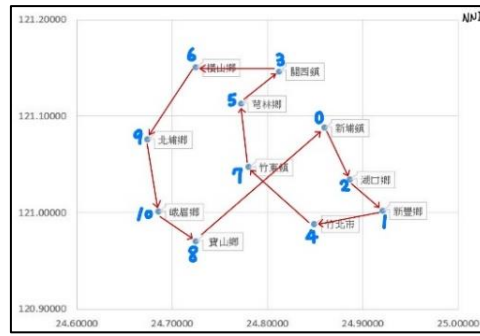


圖 3、Sweep Algorithm (順時針)

sweep algorithm (逆)											
location	新埔鎮	新豐鄉	湖口鄉	竹北市	寶山鄉	竹東鎮	峨眉鄉	北埔鄉	芎林鄉	橫山鄉	關西鎮
ID	0	1	2	4	8	7	10	9	5	6	3
distance		14.9	7.7	9.9	21.4	22.9	23.4	14.5	21.6	16.4	14.7
overall distance						181.3					

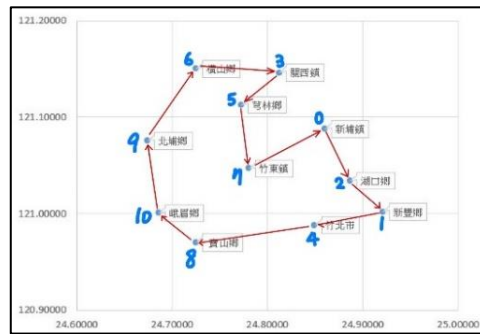
sweep algorithm (順)											
location	新埔鎮	關西鎮	橫山鄉	芎林鄉	北埔鄉	峨眉鄉	竹東鎮	寶山鄉	竹北市	湖口鄉	新豐鄉
ID	0	3	6	5	9	10	7	8	4	2	1
distance		13.9	14.8	16.3	21.6	14.5	17.9	22.7	21.6	9.9	7.8
overall distance						175.8					

三、Nearest Neighbor Insertion



nearest neighbor insertion												
location	新埔鎮	湖口鄉	新豐鄉	竹北市	竹東鎮	芎林鄉	關西鎮	橫山鄉	北埔鄉	峨眉鄉	寶山鄉	新埔鎮
ID	0	2	1	4	7	5	3	6	9	10	8	0
distance		7.9	7.8	12.9	14.3	8.6	12.0	14.8	21.0	14.5	8.6	27.2
overall distance						149.6						

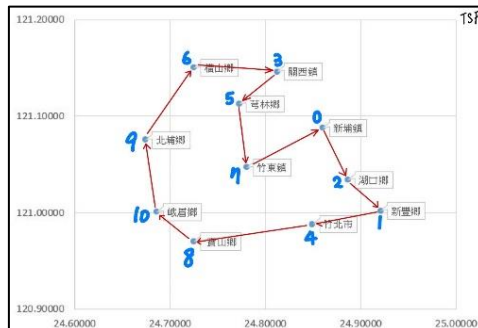
四、Trial and Error



location	新埔鎮	湖口鄉	新豐鄉	竹北市	寶山鄉	峨眉鄉	北埔鄉	橫山鄉	關西鎮	芎林鄉	竹東鎮	新埔鎮
ID	0	2	1	4	8	10	9	6	3	5	7	0
distance		7.9	7.8	12.9	21.4	8.6	14.5	21.0	14.7	12.0	8.6	14.9
overall distance						144.3						

對 Nearest Neighbor Insertion 之結果 (0, 2, 1, 4, 7, 5, 3, 6, 9, 10, 8, 0) 使用 Route Improvement (2 - OPT)，切成 (0, 2, 1, 4) (7, 5, 3, 6, 9, 10, 8) (0)，再反接 (7, 5, 3, 6, 9, 10, 8)，最後成為 (0, 2, 1, 4) (8, 10, 9, 6, 3, 5, 7) (0)。

五、TSP Formulation (附錄參：使用消除子迴圈法或動態規劃法)



location	新埔鎮	湖口鄉	新豐鄉	竹北市	寶山鄉	峨眉鄉	北埔鄉	橫山鄉	關西鎮	芎林鄉	竹東鎮	新埔鎮
ID	0	2	1	4	8	10	9	6	3	5	7	0
distance		7.9	7.8	12.9	21.4	8.6	14.5	21.0	14.7	12.0	8.6	14.9
overall distance						144.3						

附錄壹：Sweep Algorithm 順序選擇程式碼

https://colab.research.google.com/drive/1Oz5ctYMLdY7Hbb_1JGcOcNYFeeBq6lcE?usp=sharing#scrollTo=sIA8IVR-5Jka

```
[ ] import pandas as pd
```

```
[ ] data = pd.DataFrame([
    [24.85982, 121.08767],
    [24.92082, 121.00184],
    [24.88657, 121.03392],
    [24.81246, 121.14603],
    [24.84950, 120.98811],
    [24.77288, 121.11273],
    [24.72471, 121.15016],
    [24.78009, 121.04671],
    [24.72508, 120.96995],
    [24.67418, 121.07532],
    [24.68603, 121.00047],
    index = ["新埔鎮", "新豐鄉", "湖口鄉", "關西鎮", "竹北市", "芎林鄉", "橫山鄉", "竹東鎮", "寶山鄉", "北埔鄉", "峨眉鄉"],
    columns = ["x", "y"])
data = data-data.iloc[0][:]
```

```
[ ] data["slope"] = data["y"]/data["x"]
data.sort_values("slope", ascending=False)
```

附錄貳：Sweep Algorithm 起點之選擇

	a to b	a to 0	0 to a			a to b	a to 0	0 to a	
2_1	7.8	8.1	14.9	15.2	1_2	7.7	14.8	7.9	15.0
1_3	27.2	14.8	13.9	1.5	3_1	26.8	13.9	14.9	2.0
3_6	14.8	13.9	25.8	24.9	6_3	14.7	24.1	13.9	23.3
6_5	16.3	24.1	16.1	23.9	5_6	16.4	16.1	25.8	25.5
5_9	21.6	16.1	33.5	28.0	9_5	21.6	33.3	16.1	27.8
9_10	14.5	33.3	31.6	50.4	10_9	14.5	32.0	33.5	51.0
10_7	17.9	32.0	14.9	29.0	7_10	23.4	14.9	31.6	23.1
7_8	22.7	14.9	32.0	24.2	8_7	22.9	27.2	14.9	19.2
8_4	21.6	27.2	12.5	18.1	4_8	21.4	12.7	32.0	23.3
4_2	9.9	12.7	7.9	10.7	2_4	9.9	8.1	12.5	10.7

將經斜率計算而得的順序（斜率由大至小或由小至大）視為一個圈，選擇 DC 插入的位置後，再選擇距離增加最少者即。

附錄參：第二題線性規劃（ TSP Formulation ）所使用之目標式與限制式

C : Set of the DC and all customers. $C = \{1, 2, 3, \dots, n\}$

d_{ij} : Distance between node i and j . $i, j \in C$

x_{ij} : Determining whether the delivery route include the link from node i to node j .

$i, j \in C$

u_i : Virtual variables to prevent the occurrence of sub-tour. $i \in C$

$$\text{Min} \quad \sum_{i \in C} \sum_{j \in C} d_{ij} x_{ij}$$

$$\text{S.T.} \quad \sum_{j \in C} x_{ij} = 1$$

$$\forall i \in C$$

$$\sum_{i \in C} x_{ij} = 1$$

$$\forall j \in C$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

$$\forall i, j \in C$$

一、消除子迴圈法

$$S.T. \sum_{i \in C} \sum_{j \in C} x_{ij} \leq |S| - 1$$

x_{ij}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	從i開始
0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
到j	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

限制子迴圈限制式					
1	0_4	1_2	5_7	3_6	8_9_10
	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0
2	6_9	8_10	0_1_2_3_4_5_7		
	1.0	1.0	6.0		
3	0_1_2_4	3_5_6_7_8_9_10			
	3.0	6.0			

二、消除子迴圈法（最少限制式）

$$S.T. \sum_{i \in C} \sum_{j \in C} x_{ij} \leq |S| - 1$$

x_{ij}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	從i開始
0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
到j	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

限制子迴圈限制式	
1,2	1.0
3,6	1.0
5,7	1.0
8,10	1.0
8,9,10	2.0
0,1,2,4	3.0

三、動態規劃法

$$S.T. \quad u_i - u_j + |C|x_{ij} \leq |C| - 1 \quad \forall i, j \in C, i \neq j, j \neq 0$$

$$u_i \geq 0 \quad \forall i \in C$$

限制所有點都在路徑上(走過該路徑(i to 0 to j)後再走t步會回到同一個點(i), t <= 10)										
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-2.000	10.000	-8.000	-3.000	-9.000	-7.000	-10.000	-4.000	-6.000	-5.000
1		1.000	-6.000	10.000	-7.000	-5.000	-8.000	-2.000	-4.000	-3.000
2	10.000		-7.000	-2.000	-8.000	-6.000	-9.000	-3.000	-5.000	-4.000
3	6.000	7.000		5.000	10.000	1.000	-2.000	4.000	2.000	3.000
4	1.000	2.000	-5.000		-6.000	-4.000	-7.000	10.000	-3.000	-2.000
5	7.000	8.000	1.000	6.000		2.000	10.000	5.000	3.000	4.000
6	5.000	6.000	10.000	4.000	-2.000		-3.000	3.000	1.000	2.000
7	8.000	9.000	2.000	7.000	1.000	3.000		6.000	4.000	5.000
8	2.000	3.000	-4.000	1.000	-5.000	-3.000	-6.000		-2.000	10.000
9	4.000	5.000	-2.000	3.000	-3.000	10.000	-4.000	2.000		1.000
10	3.000	4.000	-3.000	2.000	-4.000	-2.000	-5.000	1.000	10.000	

x_{ij}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	u	從i開始
0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	0.0
1	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	2.0
2	b	0.0	1.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0
3	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	1.0
4	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	3.0
5	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	1.0
6	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	7.0
7	b	1.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	1.0
8	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	4.0
9	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	6.0
10	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	b	0.0	5.0
u	0.0	2.0	1.0	8.0	3.0	9.0	7.0	10.0	4.0	6.0	5.0		
到j	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		