Programming Assignment #3:

Global Routing Report

B05901182 電機三 潘彥銘

一、 演算法 (Algorithm)

1. 每次從input檔parse一條路線時，從起點(某個grid)開始，使用**Dijkstra演算法**，如下圖(一)，我用**priority queue(pq)**處理每個edge，每個edge用**pair<int,int>**表示，並額外寫個**class prioritize**讓pq知道這些pair的優先順序(距離小的在上面)，edge cost我用的是$2^{(\frac{demand}{capacity})}$，並算出從起點到各個grid的最短距離。再從終點(某個grid) trace back，每個grid我都有記predecessor，等於-1時表示沒有predecessor(代表起點)，因此透過第116到127行的**trace**函式，透過**recursive**的方式，從終點一路往回找到起點，程式碼如下圖(二)。

```
void Dijkstra(int source_id, int h, int v, vector<Vertex*>& V, double** e_usage, int capacity) //Algorit
{
    const int num_vertix = h*v;
    double distance[num_vertix];
    bool visited[num_vertix];
    // initialize
    for (int i = 0 ; i < num_vertix ; ++i) {
        distance[i] = INF;
        visited[i] = false;
    }
    distance[source_id] = 0;

    class prioritize {
        public:
            bool operator() (pair<int, int>& p1, pair<int, int>& p2) { return p1.second > p2.second; }
    };

    priority_queue< pair<int,int> ,vector<pair<int,int> >, prioritize > pq; //Priority queue to store ve
    pq.push( make_pair(source_id, distance[source_id]) );
    while ( !pq.empty() ) {
    }
}
```

圖(一)

```
void trace(int id, vector<Vertex*>& V, vector<int>& rt, int i_th, double** e_usage, int h) {
    if ( V[id] -> get_predecessor() !=  -1 ) {
        int pred_id = V[id] -> get_predecessor();
        rt.push_back(id / h);
        rt.push_back(id % h);
        rt.push_back(pred_id / h);
        rt.push_back(pred_id % h);
        e_usage[id][pred_id] += 1;
        e_usage[pred_id][id] += 1;
        trace( V[id] -> get_predecessor(), V, rt, i_th, e_usage, h);
    }
}
```

圖(二)

2. 從起點開始找路的過程中，我並沒有一開始把每個grid的鄰居記下來，因為只要回報ID，我就知道有哪些grids是他的鄰居。
3. 每parse完一條路線，路線上的每個edge的demand就會加1，讓下條路線在路線上選擇時可以參考。

二、資料結構 (Data Structure)

0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15

圖(三)

1. 一開始每個grid視為一個vertex，一個vertex是一個object，這些vertices各有**ID**和**predecessor**，initialize **ID**為-1，predecessor也是-1(代表無predecessor)。
2. 從**parser.gNumHTiles()和parser.gNumVTiles()**就可以得知vertex的數目，以gr4x4.in為例，可以知道vertex的數目為16，我把這些vertices一一給予ID(0~15)，如上圖(三)，並用指標追蹤這些vertices，程式碼如下圖(四)。

```
const int x = parser.gNumHTiles();
const int y = parser.gNumVTiles();
vector<Vertex*> vertice;
vertice.reserve(x*y);
// vertex initialization
for (int i = 0 ; i < x*y ; ++i) {
    Vertex* v = new Vertex;
    v -> set_ID(i);
    v -> set_pred(-1);
    vertice.push_back(v);
}
```

圖(四)

```
// edge initialization
double** edge_usage = new double*[x*y];
for (int i = 0 ; i < x*y ; ++i)
    edge_usage[i] = new double[x*y];
for (int i = 0 ; i < x*y ; ++i) {
    for (int j = 0 ; j < x*y ; ++j)
        edge_usage[i][j] = 0;
}
```

圖(五)

3. 用二維動態陣列edge_usage存取每條edge的demand(usage)，edge[i][j]和edge[j][i]代表ID為i的vertex和ID為j的vertex之間的邊的demand(usage)，程式碼如上圖(五)。
4. 在Dijkstra演算法中，我用兩個一維陣列，第一個是distance[]來記每個vertex與source vertex的最短距離，例如，distance[i]代表ID為i的vertex與source vertex的最短距離; 第二個是visited[]來記這個vertex是否在先前被訪問過，true代表有，false代表沒有，程式碼如下圖(六)。

```
const int num_vertix = h*v;
double distance[num_vertix];
bool visited[num_vertix];
```

圖(六)

5. 在Dijkstra演算法中，用priority queue來存一些pair<int, int>，這些pair的第一個int代表vertex的ID，第二個int代表與source vertex的最短距離。
6. 在Dijkstra演算法中，前面提到我並沒有記每個vertex鄰居的資訊，而是當場計算，透過vertex的ID，我可以得知鄰居是誰。以第一個row為例，在第一個row的ID一定在0和parser.gNumHTiles()之間，這些vertices的共通點是他們下面都有鄰居(可參考圖(三))。接下來要分case討論，ID為0的vertex在最左上角，因此右邊還有一個鄰居;ID為parser.gNumHTiles()的vertex在最右上角，因此左邊還有一個鄰居;而夾在中間的vertices左右兩邊都各有一個鄰居。找到這些鄰居的ID之後，存入一個vecter<int> adj_id_vec裡，以方便之後的討論。程式碼如下圖(七)。

```
vector<int> adj_id_vec; // store the adj vertex id
if (curr_id >= 0 && curr_id < h) { // first row of graph
    adj_id_vec.push_back(curr_id + h);
    if (curr_id == h - 1)
        adj_id_vec.push_back(curr_id - 1);
    else if (curr_id == 0)
        adj_id_vec.push_back(curr_id + 1);
    else {
        adj_id_vec.push_back(curr_id - 1);
        adj_id_vec.push_back(curr_id + 1);
    }
}
```

圖(七)

7. 在trace back的過程中，會新增一個vector<int> i_route來存路線上每個vertex的x座標、y座標、路線長度和第幾條路線，以方便之後輸出檔的處理。程式碼如下圖(八)、(九)

```
vector<int> i_route;
trace(end_id, vertice, i_route, idNet, edge_usage, parser.gNumHTiles());

for (int i = 0 ; i < x*y ; ++i) ···
int length = i_route.size() / 4;
i_route.push_back(length);
i_route.push_back(idNet);
```

圖(八)

```
rt.push_back(id / h);
rt.push_back(id % h);
rt.push_back(pred_id / h);
rt.push_back(pred_id % h);
```

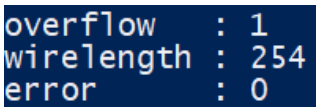
圖(九)

三、問題與討論 (Discussion)

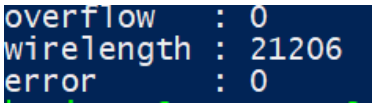
1. Edge cost討論:

(a)當edge cost = $2^{\left(\frac{demand}{capacity}\right)} - 1$時，三個較為代表性的case verify後的結果為下圖

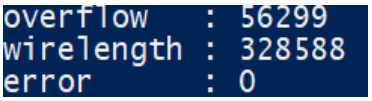
gr10x10.in



gr20x20.in

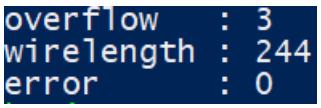


gr60x60.in

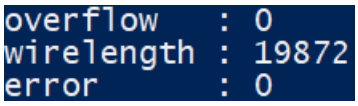


(b)當edge cost = $2^{\left(\frac{demand}{capacity}\right)}$ 時，三個較為代表性的case verify後的結果為下圖

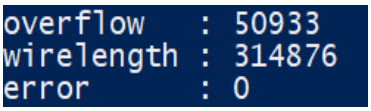
gr10x10.in



gr20x20.in



gr60x60.in



從(a)(b)兩個 case 可以發現沒有減一的(b)表現比有減一好，在 case 越大時差距越明顯，以 gr60x60.in 為例，overflow 的數目少了 5366，wirelength 少了 13712。

2. 但至於上述為何 case(b)的 performance 會好於 case(a)，目前仍在思考中。