实验四 图及其应用

PB17111623

范睿

实验要求

1. 图的存储结构的定义和图的创建

   图的种类有：有向图、无向图、有向网、无向网。

   图的存储结构可采用：邻接矩阵、邻接表。

   要求：分别给出邻接矩阵和邻接表在某一种图上的创建算法

2. 图的遍历：非递归的深度优先搜索算法、广度优先搜索算法。
3. 图的深度遍历的应用：求无向连通图中的关节点（教材P177-178,算法7.10和7.11）
4. 图的广度遍历的应用：给定图G，输出从顶点v0到其余每个顶点的最短路径，要求输出各路径中的顶点信息。
5. 对静态链表的体会

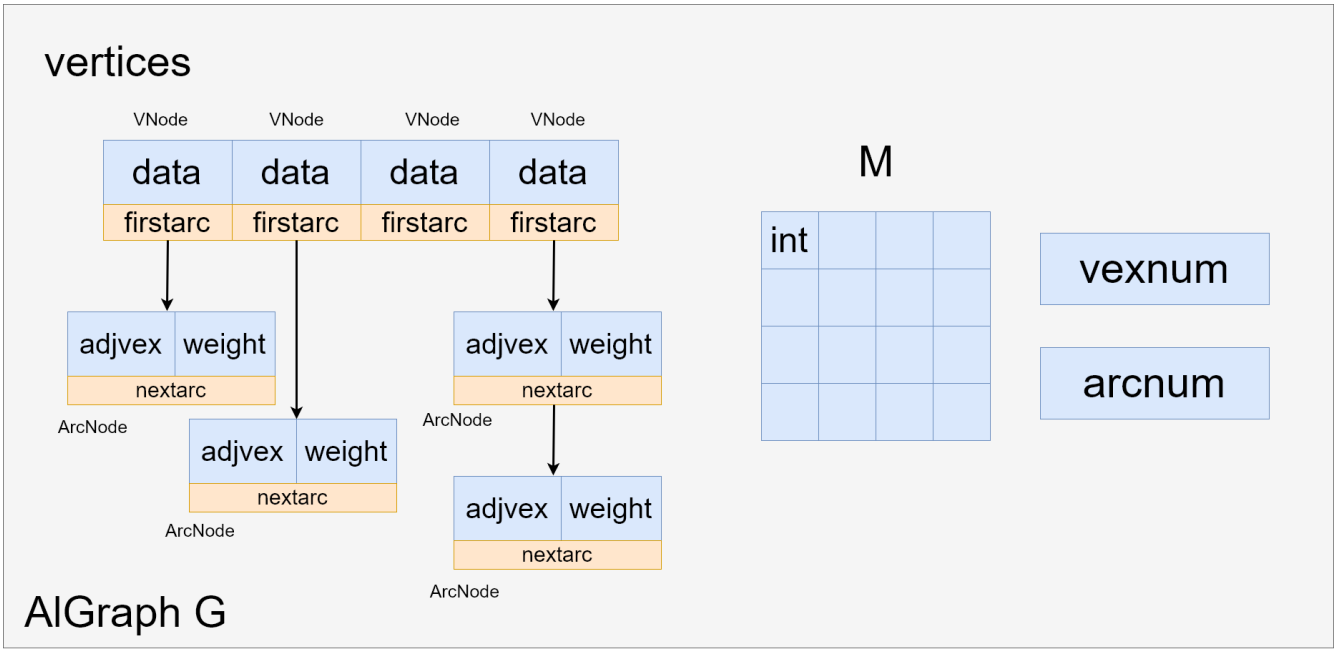
实验内容

0.无向图存储结构

```
typedef struct ArcNode{//存储每条边的信息
    int adjvex;
    struct ArcNode *nextArc;
    int weight;
}ArcNode;

typedef struct VNode {//存储每个结点信息
    int data;
    ArcNode *firstarc;
}VNode, AdjList[MAX_VERTEX_NUM];

typedef struct {
    AdjList vertices;//邻接表
    int** M;//邻接矩阵
    int vexnum, arcnum;//结点个数、边个数
}AlGraph;
```



1.利用输入的邻接表生成邻接矩阵

读入邻接表

```
AlGraph buildAdjList(){/*此代码不是真正代码，和真正代码逻辑相同*/
    while(/*还没输入完步*/){
        gets(s);
        data <- decode(s);//s中数据以数字、空格交替的形式输入进来，解析之后数字存放在data中
        G.vertices[data[0]].data=data[0];//data[0]存放此结点
        p = G.vertices.firstarc;
        while(p){
            p->adjvex = data[index];//data[1]~data[n]存放每个边的邻接点和权重
            p->weight = data[index+1];
            index+=2;
        }
    return G;
}
```

输入形式：

n

v1 v11 w11 v12 w12...

v2 v21 w21 v22 w22...

...

vn vn1 wn1 vn2 wn2...

n为结点个数

后面的每一行的第一个数为结点，后面的vij和wij表示边和该边的权重。

每次读入一行字符串，解码之后将所有数字存储下来(data)，利用data去创建data[0]这一行的邻接表。

生成邻接矩阵

```
    for (i = 0; i < n; i++) {//第i行
        VNode p = G.vertices[i];
        ArcNode* q = p.firstarc;
        while (q) {
            //邻接表中p.data和q->adjvex的位置放q->weight
            G.M[p.data][q->adjvex] = q->weight;
            q = q->nextArc;
        }
    }
```

遍历G.vertices，在每一个VNode生成该结点对应的邻接矩阵的一行。

有边的地方放置该边的weight，没有边的地方放权重。

2.图的遍历：非递归的深度优先搜索算法、广度优先搜索算法

非递归的深度优先搜索算法

```
void DepthTraverse(AlGraph G) {
    int stack[MAX_VERTEX_NUM];
    int top = 0;
    int visited[G.vexnum];
    int instack[G.vexnum];
    int i;
    for(i=0; i<G.vexnum; i++) {
        visited[i]=0;
        instack[i]=0;
    }
    stack[top++]=G.vertices[0].data;//0入栈，从0结点开始
    instack[0]=1;
    while(top!=0) {
        int topnode = stack[--top];//pop
        if(visited[topnode]) continue;//若top结点以被访问过，继续执行

        //visit topnode
        printf("%d ", topnode);
        visited[topnode] = 1;
        instack[topnode] = 0;

        //将topnode所有满足条件的邻接点压栈
        ArcNode* p = G.vertices[topnode].firstarc;
        while(p) {
            if(visited[p->adjvex] == 0 && instack[p->adjvex] == 0) {
                stack[top++] = p->adjvex;
            }
            p = p->nextArc;
        }
    }
    printf("\n");
    return;
```

```
}
```

利用栈实现：

1. 先将0结点压栈
2. 进入循环，每次循环时先pop一个，若没有被访问过，访问它，并将它所有邻接点中没有被访问过的且不在栈中的结点压栈。栈空时循环结束。

广度优先搜索算法

```
void BreadthTraverse(AlGraph G) {
    int queue[MAX_VERTEX_NUM];
    int front=0,rare=0;
    int visited[G.vexnum];
    int inqueue[G.vexnum];
    int i;
    for(i=0; i<G.vexnum; i++) {
        visited[i]=0;
        inqueue[i]=0;
    }
    queue[rare++]=G.vertices[0].data;//0入队

    while(rare!=front) {
        int frontnode = queue[front++];//出队
        if(visited[frontnode]) continue;

        //visit frontnode
        printf("%d ", frontnode);
        visited[frontnode] = 1;
        inqueue[frontnode] = 0;

        //将frontnode中所有满足条件的邻接点入队
        ArcNode* p = G.vertices[frontnode].firstarc;
        while(p) {
            if(visited[p->adjvex] == 0 && inqueue[p->adjvex] == 0) {
                queue[rare++] = p->adjvex;
            }
            p = p->nextArc;
        }
    }
    printf("\n");
    return;
}
```

思路：利用队列：

1. 将0入队
2. 只要队不为空，出队一个元素，visit它，并将它所有为被访问过且不在队中的元素入队

3.图的深度遍历的应用：求无向连通图中的关节点

```
void FindArticul(AlGraph G) {
```

```
    count = 1;
    int* visited = (int*)malloc(sizeof(int)*G.vexnum);
    visited[0] = 1;
    int i;
    for (i = 1; i < G.vexnum; i++) visited[i] = 0;
    ArcNode* p = G.vertices[0].firstarc;
    int v = p->adjvex;//从第0个结点的第一个邻点开始搜
    DFSArticul(G, v, visited);//深度优先搜索v结点

    //若还有结点没有被搜到，说明有多个生成树，继续搜索第0结点的下一个邻点
    if (count < G.vexnum) {
        Articul[G.vertices[0].data] = 1;//根为关节点
        while (p->nextArc) {
            p = p->nextArc;
            v = p->adjvex;
            if (visited[v] == 0) DFSArticul(G, v, visited);
        }
    }
    free(visited);
    return;
}
```

```
void DFSArticul(AlGraph G, int v0, int* visited) {
    visited[v0] = ++count;//v0是第count个被访问的结点
    int min = count;
    ArcNode* p;
    for (p = G.vertices[v0].firstarc; p; p = p->nextArc) {//检查v0的每个邻接顶点
        int w = p->adjvex;
        if (visited[w] == 0) {//w未访问，w是v0在生成树上的孩子，dfs计算low[w]
            DFSArticul(G, w, visited);
            if (low[w] < min) min = low[w];
            if (low[w] >= visited[v0]) Articul[G.vertices[v0].data] = 1;
        }
        else if (visited[w] < min) min = visited[w];//w访问了，说明w是v0生成树上的祖先
    }
    low[v0] = min;//
    return;
}
```

4. 图的广度遍历的应用：给定图G，输出从顶点v0到其余每个顶点的最短路径

思路：利用dijkstra算法。

设总结点数目为 n。开设一个大小为 2xn 的二维数组 Mark。在 Mark 中， Mark[0]中存放起点到各个结点的最短距离（初始化除去起点外的距离均为无穷，起点为 0） ， Mark[1]存放在到达第 i 个结点的最短路径中， i 的上一个结点编号（若距离为无穷，则 Mark[1]相应位置中存放-1） 。 再开设一个 1xn 的一维数组 record。 若已找到从起点到第 i 个结点的最短路径，则将 i 加入 record 中，表明其已被标记。 若还存在没有被加入 record 的结点，则找到这些结点与起点的距离最小的结点，设为 k。先将 k 加入 record，然后更新 Mark 表。更新原则为：若 p 与 k 相邻且 p 没有被加入 record，则对比（起点到 p 的直接距离） 和（起点到 k 的直接距离+k 到 p 的距离） 。若后者小，则将 Mark[0]中 p 的位置更新为后者数值， Mark[1]中 p 的位置更新为 k（表示 k 为 p 的上一个位置） 。若前者小，则什么也不做。这个循环会一直进行下去知道全部结点均被加入 record。 当全部结点均被标记，根据 Mark 数组寻找从起点到终点的轨迹。开设一个 1xn 的数组 path。先将终点加入 path。 若在 Mark[1]中， path 中最后一个结点对应

的位置记录的不是起点，则将该结点加入 path，如此循环，直到找到起点。这样从终点到起点的反向路径就被找到了。

```
    while(MarkNum != G.vexnum) {//若还有结点没有被标记
        UpdateMark(G, (int*)Mark, record, S);//先更新mark数组
        //找到mark中未标记的结点中距离起点最小的结点
        S[MarkNum-1] = MinMark(G, (int*)Mark, record);
        //将该结点标记
        record[S[MarkNum-1]] = 1;
    }
```

5. 对静态链表的体会

静态链表占有更少的空间，且具有链式结构，不用更改指针等操作，可以通过下标访问，而不需要向动态链表那样通过遍历访问，比较方便；但是静态链表有时会比较浪费空间，且不太灵活，不能根据空间需求随时改变，且移动数据的操作麻烦，不如动态链表。当选择链式存储结构时，可以根据空间、操作等需求来选择哪一种链表。虽然动态链表用的次数比较多，但是并不代表静态链表可以完全不被考虑。在移动数据的操作较少时，静态链表或许是更好选择。

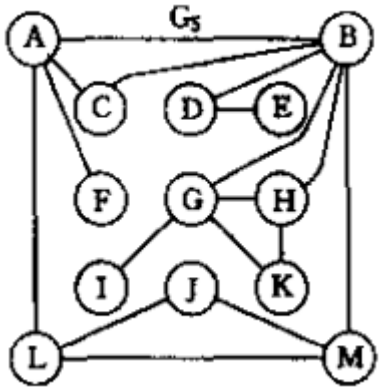
实验结果

```
5 0 3
6 1 4 7 5 8 6 10 7
7 1 5 6 5 10 6
8 6 6
9 11 1 12 2
10 6 7 7 6
11 0 4 9 1 12 2
12 1 6 9 2 11 2
现在将邻接表转换成为邻接矩阵:
...
邻接矩阵创建好了!
0 1 2 0 0 3 0 0 0 0 0 4 0
1 0 2 3 0 0 4 5 0 0 0 0 6
2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 3 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0
3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 4 0 0 0 0 0 5 6 0 7 0 0
0 5 0 0 0 0 5 0 0 0 6 0 0
0 0 0 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2
0 0 0 0 0 0 7 6 0 0 0 0 0
4 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 2
0 6 0 0 0 0 0 0 0 2 0 2 0
现在利用非递归的深度优先遍历图:
0 11 12 9 1 7 10 6 8 3 4 2 5
现在利用广度优先遍历图:
0 1 2 5 11 3 6 7 12 9 4 8 10
现在利用邻接表和DFS寻找所有关节点:
...
关节点都找到了!
0 1 3 6
现在寻找从v0开始到各个结点的最短路径!

想从哪个顶点开始寻找呢? 请输入v0: 6
正在利用Dijkstra算法计算从v0到各个顶点的最短路径!
...
所有最短路径都找到了!
6 to 0: 6 1 0
6 to 1: 6 1
6 to 2: 6 1 2
6 to 3: 6 1 3
6 to 4: 6 1 3 4
6 to 5: 6 1 0 5
6 to 7: 6 7
6 to 8: 6 8
6 to 9: 6 1 0 11 9
6 to 10: 6 10
6 to 11: 6 1 0 11
6 to 12: 6 1 12

--------------------------------
Process exited after 43.06 seconds with return value 0
请按任意键继续
```

输入的图:



6是G点，赋了权值后的G到A（6 to 0）的最短路径为G-B-A(6-1-0)，结果与真实一致。