# 第一次大作业
# 实验报告
# PB20000326 徐海阳

## 1 实验要求（我完成的内容）

1. 朴素的Dijkstra算法且正确预处理数据为二进制文件（75分）
2. 将Dijkstra算法的时间复杂度降低到O(E*log(V))（4分）
3. 在（1）的基础上，成功将预处理的二进制文件的大小压缩为O(2*E+V)（5分）

## 2 设计思路

### 2.1 二进制文件

1. 简单预处理二进制文件:

   先读入txt文本的ASCII码内容（以空格和换行符为终止），每个这样的字符串转换成int类型数据，再用fwrite写入到二进制文件中去。大小为O(3E)。

2. 将二进制文件大小压缩为O(V+2E):

   顺序读入txt文件内容，用vector来存储每个V的边E1,E2,...,En。在压缩文件中写入每个V，再写入它所连接的边数，再写入它的所有边。大小为O(V+2E）。

### 2.2 Dijkstra算法

1. 朴素算法：即书上的算法
2. 优化时间复杂度为O(E*log(V))

   优化的内容其实是在可以到达的边中，取权值最小边的操作。

   原算法是每次都遍历所有边取最小值，优化时我们用堆排序来实现即可。

## 3 关键代码讲解

见注释，很详细。

普通压缩

```
int getnumber(FILE *fp)
{
    string str;
    char ch='2';
    int dec;
    while((ch!=' ')&&(ch != 10))
    {
        fread(&ch,1,1,fp);
        str += ch;
        if(feof(fp))
            break;
    }
    str.erase(str.length()-1);
    dec = atoi(str.c_str());
    return dec;
}

void write(FILE *sfp, FILE *dfp)
{
    int number;
    number = getnumber(sfp);
    fwrite(&number,sizeof(int),1,dfp);
}
```

优化压缩

```
    vector<vector<int>> vec(MAX+1, vector<int>()); //用到vector
    sfp = fopen("Data Structure 2021 fall\\lab 3\\distance_info.txt","r");
    dfp = fopen("Data Structure 2021 fall\\lab 3\\zippro","wb");
    while (!feof(sfp))
    {
        v1 = getnumber(sfp);
        v2 = getnumber(sfp);
        w = getnumber(sfp);
        vec[v1].push_back(v2);
        vec[v1].push_back(w);
    }
    fclose(sfp);
    input = MAX;
    fwrite(&input,sizeof(int),1,dfp);//写入总节点数
    for(i=1;i<=MAX;i++)
    {
        length = vec[i].size()/2;
        fwrite(&length,sizeof(int),1,dfp);//写入该节点边数
        for(auto j=vec[i].begin();j<vec[i].end();j++)
        {
            input = *j;
            fwrite(&input,sizeof(int),1,dfp);
        }
    }
    fclose(dfp);
    printf("ALL is OK");
    return 0;
```

Dijkstra算法

```cpp
bool Dijkstra(int S, int T)
{
    int length = 0;
    //cout << vex_num << "*" << endl;;
    for (int i = 1; i <= MAXVEX; i++) {
        node[i].dist = INF; node[i].vis = false;
        //cout << head[i] << " ";
    }//初始化点信息
    node[S].dist = 0;
    Vitality_node p = { S,0 };
    struct Vitality_node *Q;
    Q = (Vitality_node*)malloc(sizeof(Vitality_node));
    Q->next = nullptr;

    p.next = Q->next;
    Q->next = &p;
    length ++;

    while (Q->next) {
        Vitality_node *min = QSort1(Q);
        Vitality_node t = *min;
        Q->next = Q->next->next; //Pop(Q)
        int u = t.pos;
        if (node[u].vis) continue;
        if (node[u].dist == INF || u == T) break; //优化常数项，评分细则（4）
        node[u].vis = true;//u是目前到达的最短处，从这个点向外松弛
        for (int i = head[u]; i!=0; i = edge[i].next) {//更新最短路径
            int now = edge[i].v;
            //cout << node[now].dist << " ";
            if ((node[now].dist > node[u].dist + edge[i].w) && !node[now].vis) {
                node[now].dist = node[u].dist + edge[i].w;
                node[now].last_node = u;//记录前驱节点
                p = { now, node[now].dist };
                p.next = Q->next;
                Q->next = &p;
                length ++;
            }
        }
    }

    if (node[T].dist == INF) return false;

    printf_s("The shortest path's length from Src to Dst is: %d\n", node[T].dist);

    int t = T;
    printf_s("The shortest path from Dst to Src is:\n");
    while (t != S) {
        printf_s("%d<-", t);
        t = node[t].last_node;
    }
    printf_s("%d\n", t);
    return true;
}
```

Dijkstra优化算法

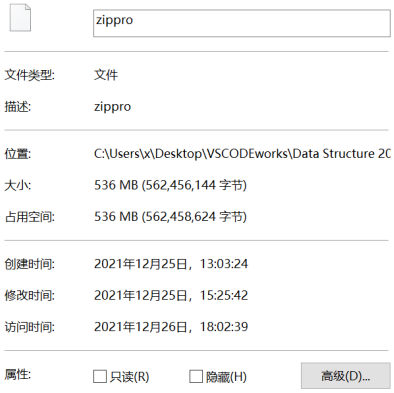
```cpp
bool Dijkstra(int S, int T)
{
    priority_queue<Vitality_node> Q;//记录节点编号 评分细则（2）
    //cout << vex_num << "*" << endl;;
    for (int i = 1; i <= MAXVEX; i++) {
        node[i].dist = INF; node[i].vis = false;
        //cout << head[i] << " ";
    }//初始化点信息
    node[S].dist = 0;

    Vitality_node p = { S,0 };
    Q.push(p);
    while (!Q.empty()) {
        Vitality_node t = Q.top();
        Q.pop();
        int u = t.pos;
        //cout << node[u].dist<<" ";
        if (node[u].vis) continue;
        if (node[u].dist == INF || u == T) break; //优化常数项，评分细则（4）
        node[u].vis = true;//u是目前到达的最短处，从这个点向外松弛
        for (int i = head[u]; i!=0; i = edge[i].next) {//枚举这个点的所有邻边
            int now = edge[i].v;
            //cout << node[now].dist << " ";
            if ((node[now].dist > node[u].dist + edge[i].w) && !node[now].vis) {
                node[now].dist = node[u].dist + edge[i].w;
                node[now].last_node = u;//记录前驱节点
                p = { now, node[now].dist };
                Q.push(p);//入队
            }
        }
    }
```

# 4 调试分析

调试正常

# 5 代码测试

## 5.1 二进制压缩




## 5.2 Dijkstra

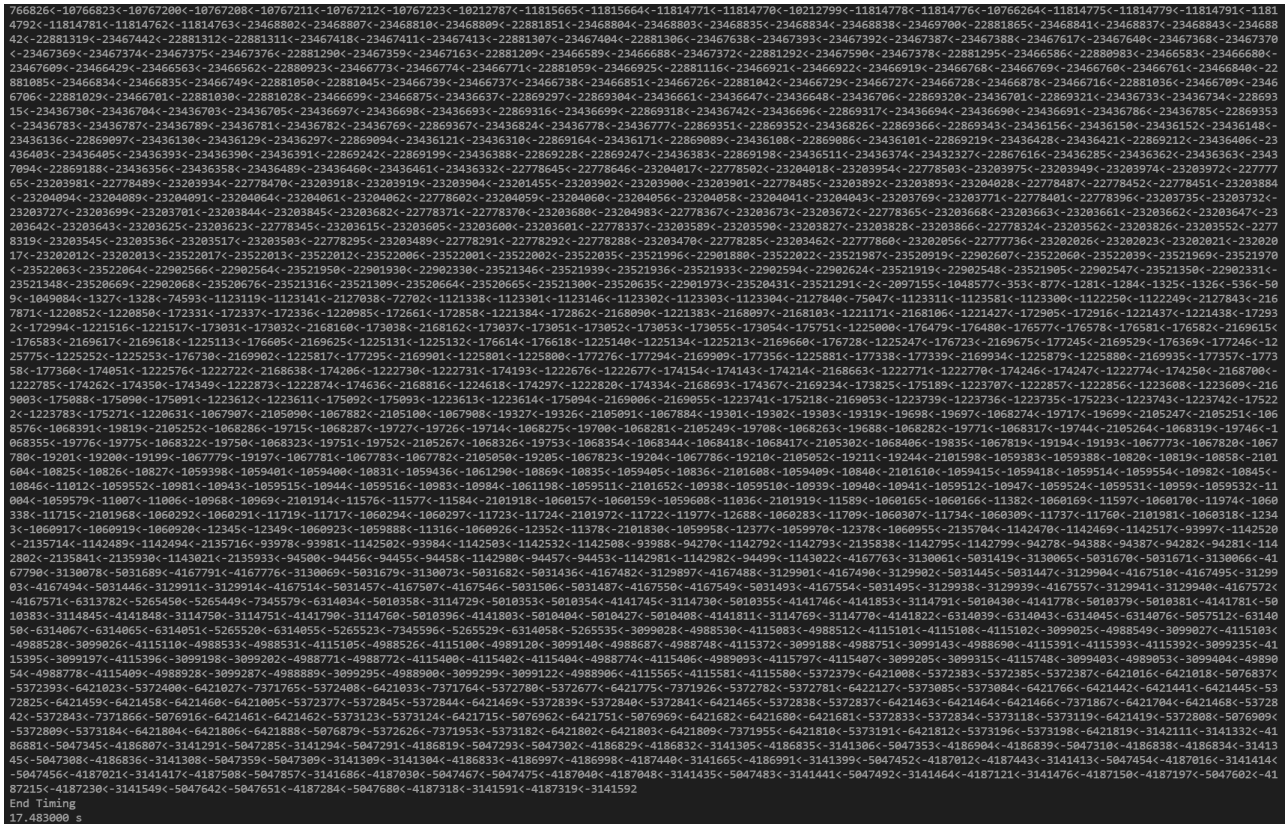
test1：

```
C:\Users\x\Desktop\VSCODEworks> cmd /C "c:\Users\x\.vscode\extensions\ms-vscode.cpptools-1.7.1\debugAdapters\bin\WindowsDebugLauncher.exe --stdin=Microsoft-MIEngine-In-hqai3jsp.jmi --stdout=Microsoft-MIEngine-Out-b3rovlia.ttx --stderr=Microsoft-MIEngine-Error-whf4ubrm.gg1 --pid=Microsoft-MIEngine-Pid-xcfhx4ph.acl --dbgExe=E:\Vscode\mingw64\bin\gdb.exe --interpreter=mi "
Input the two number:
1000000 2000000
Inputting zip to form Gragh...
Finish making Graph
Begin timing
The shortest path's length from Src to Dst is: 3693584
The shortest path from Dst to Src is:
2000000<-2000001<-951471<-2000079<-1999724<-951117<-951118<-1999725<-1999726<-951119<-951120<-951457<-951400<-2487705<-951460<-2000068<-2000072<-951463<-2000073<-1999678<-951071<-951406<-951405<-950819<-1999427<-1999429<-950821<-2487467<-1999430<-2487454<-1999397<-950833<-950834<-1999442<-2487407<-1999289<-950829<-950830<-1999387<-1999386<-950778<-2487451<-950856<-950626<-950625<-1999234<-1999233<-950624<-1999375<-950672<-950671<-950670<-1999280<-2500076<-981574<-2500077<-2030162<-2030161<-981573<-2030167<-981584<-981583<-981591<-981589<-981588<-2500083<-2030176<-2030175<-981587<-984745<-981628<-2030214<-2030213<-981626<-981625<-984337<-2032926<-984408<-2498072<-982259<-2500339<-982206<-984489<-2501215<-984333<-2033191<-2033190<-984603<-984490<-984025<-2501087<-2032613<-2025351<-983956<-2501058<-2032545<-2032544<-983955<-2027037<-2027036<-983957<-983958<-2501057<-976696<-2025354<-2025291<-2025292<-2031806<-976730<-976731<-2025327<-976732<-2031948<-984469<-981838<-2025373<-2025372<-976777<-2025370<-976775<-2025374<-1028087<-2519167<-2076687<-2076686<-2519173<-1028090<-2076673<-2076672<-2076703<-2083877<-2076702<-1028117<-1028118<-1020492<-2069080<-1020491<-1020512<-2069093<-2069094<-2069105<-2069106<-1020518<-2069102<-1020515<-2069114<-1020540<-2516073<-2069138<-1020556<-2069145<-2069142<-2516076<-1020562<-2069148<-2069156<-2516081<-2069160<-1020573<-1020596<-2069181<-1020594<-2069172<-1020585<-2069198<-1020612<-1020629<-1022432<-2516553<-2070297<-1021713<-1022435<-1022434<-2083287<-2519154<-2076643<-1034699<-1022442<-1022441<-2071029<-2071028<-2071037<-2071043<-2071045<-1022461<-2071047<-2516856<-1022463<-1022464<-2070287<-2070286<-1021702<-2070314<-1021730<-1022103<-2516713<-2070688<-2070683<-2070750<-2070697<-2070696<-2516740<-1022163<-2516734<-2070945<-2070946<-2521315<-1022349<-2516812<-2070948<-2070947<-2516820<-1022392<-1022386<-1022385<-2516829<-2070969<-2517142<-1023075<-1023074<-2071658<-2071661<-1023077<-1023076<-2071713<-2071714<-1023129<-1023257<-2071727<-2071728<-2519988<-2517045<-2071501<-2071500<-1022915<-1023249<-1023248<-2071833<-2517181<-2517197<-1023285<-2071880<-1023288<-2071872<-2072478<-1033678<-2072479<-2071882<-1023296<-2071881<-2071884<-1023300<-2072075<-1023490<-2072097<-2072100<-1023562<-2517310<-2072147<-2072146<-2072143<-1023557<-2072149<-2072170<-1021555<-2070139<-2070263<-2070264<-2517413<-2072402<-2072410<-2072422<-2517543<-1024448<-1023822<-2517415<-2072444<-2517431<-1023858<-2072447<-2072712<-2073234<-1024648<-2073235<-2517757<-2073238<-2078277<-2078280<-1024649<-2517747<-2073211<-1024626<-2073210<-2073209<-1024623<-2517746<-1024654<-2517744<-2073204<-2517761<-2073243<-2073254<-2073253<-1024668<-1024667<-1024664<-1024678<-2073275<-1024691<-2079542<-1030952<-1035077<-2072471<-2079848<-2079847<-2084595<-1036012<-2084594<-2521299<-2081865<-2521298<-1033275<-2081866<-2081888<-2081889<-2081206<-2073320<-2517789<-2517788<-2073332<-1024746<-1024745<-2073331<-1024747<-2073411<-2517826<-2073418<-2517829<-1024832<-2073327<-2517791<-2073419<-2517830<-1024794<-2073378<-2073379<-1015363<-1015364<-2073391<-2073554<-2073487<-2073488<-1025008<-1025007<-1025434<-1025427<-1025426<-2074103<-2518111<-2518128<-1025603<-2074188<-2074190<-2074200<-1025801<-1025540<-2074125<-1025463<-2074048<-2074416<-1025833<-2074130<-1025545<-1025546<-1025917<-2074502<-2520428<-2518276<-2074501<-2518281<-2074511<-1014642<-2063229<-2513655<-1014643<-2060094<-1011533<-1006592<-1006577<-2055143<-2055158<-2510351<-1006738<-2510406<-2054121<-2509923<-1005558<-2054122<-2055390<-1002140<-2509997<-2053957<-2053958<-2053965<-2053964<-2509854<-2053960<-1005452<-1005451<-2054013<-1005450<-2054017<-1005459<-2054026<-2509882<-2054025<-1005462<-1005461<-1005416<-2053979<-2054023<-2054024<-1005460<-2509864<-2053983<-2053984<-1005488<-2054052<-2054053<-1005489<-1005471<-2054033<-2054030<-1005421<-2509865<-1005413<-2509861<-1005490<-2054086<-2054275<-1005712<-2054268<-2054095<-2053971<-1005408<-1005485<-1005484<-1005523<-1005525<-1005524<-1005537<-2054101<-2054102<-1005539<-2054117<-1005541<-1005540<-1005542<-2054104<-2509917<-1005544<-2054109<-2509918<-1005547<-1005551<-2509920<-2054113<-2054130<-2509927<-1005566<-2508482<-2050606<-1002042<-2050599<-1002035<-1002036<-2050597<-1002033<-2508477<-2050593<-1002030<-1002031<-2050594<-2050602<-2050596<-1002032<-2050595<-1002306<-1002027<-1002021<-2050585<-2508473<-1002282<-1002014<-2050578<-1002322<-1002315<-2050575<-1002011<-1002010<-1002022<-2050573<-2050572<-2508497<-1002008<-2050633<-2050632<-2050861<-1002336<-2050830<-1002114<-2050658<-1002094<-1002266<-1002265<-1002091<-2050655<-2050845<-2050841<-2508576<-2050644<-2050645<-2055556<-1000358<-2048926<-2055617<-1007056<-2055621<-2055620<-2055654<-2055619<-2510538<-2055653<-1007091<-1007092<-2055671<-1007110<-1007111<-2055652<-2055651<-1007089<-1007090<-2055681<-2055680<-2510563<-1007121<-1007130<-2055690<-2060379<-2512489<-2060382<-2060380<-1007159<-2510580<-1007160<-1007164<-1007186<-2510594<-2510598<-2055760<-1007214<-2055790<-1007229<-2510610<-2055788<-1007227<-1007228<-2048809<-2048810<-1000244<-2056502<-2056503<-1012071<-1002933<-2051495<-2056500<-1008022<-1008433<-2511101<-1008431<-2511110<-2057019<-1008463<-1008462<-2057024<-2057341<-2057342<-1008779<-2057343<-2057409<-1008846<-2057358<-2057359<-2057456<-1008889<-2057454<-2510321<-1006524<-1010252<-1010254<-2512399<-2058813<-2511845<-1010250<-1010251<-1010248<-2059065<-2058857<-2511866<-1010517<-1010518<-2059094<-1010507<-1010506<-2059095<-1010538<-2059099<-2059185<-2510409<-1011078<-1011077<-2059638<-1011093<-1011094<-2512213<-1011135<-1011137<-2059714<-2512241<-1011218<-2512240<-1011214<-2059782<-1011262<-1011264<-1011263<-2059824<-2059827<-2512261<-1011268<-2512349<-2060030<-2060083<-1012084<-1003476<-1003475<-2509064<-2052016<-1003451<-2509053<-2052015<-2052047<-2060176<-1003421<-2051984<-2051983<-1003432<-2509613<-2051996<-2051995<-1003433<-1004859<-1004858<-2053379<-2053378<-2053381<-2053380<-2053382<-1004815<-2509614<-2053385<-2053387<-1004821<-2053388<-1004872<-1004871<-2509638<-2053438<-1004883<-1004877<-2509639<-2053444<-1004878<-2509641<-2053445<-2053473<-1004919<-2053484<-1004915<-1004916<-2053480<-2053481<-2509657<-2053468<-1004903<-1004911<-2509655<-2053475<-2053476<-1011615<-2060178<-2055139<-1006573<-1006574<-1004933<-2053498<-2053496<-2053495<-2509662<-1004929<-2509663<-1004936<-2053502<-2053500<-2050432<-1001870<-2053493<-1004967<-2509678<-2509671<-1004950<-2509675<-1004959<-2053523<-1004962<-2053525<-1004961<-2053524<-2053517<-2509672<-2053522<-2053521<-1004955<-2053520<-1004956<-1004953<-2509673<-2053518<-1004952<-2053543<-2053542<-2509680<-2053536<-2053535<-1004971<-1004975<-1004977<-1004981<-2509684<-2053544<-1004980<-1004984<-1004983<-999836<-2048399<-2053553<-2053552<-1004989<-2048972<-1000403<-1000402<-2048977<-2048979<-2048396<-2048395<-2507575<-2512689<-2049001<-2048719<-2507707<-1000406<-1000157<-2048722<-2507715<-2048741<-1000175<-1000174<-1000437<-2507824<-2049003<-2049008<-2049009<-2507843<-1000477<-1000476<-1000467<-2507835<-2507734<-1000228<-2048796<-2049031<-1011510<-1000236<-2507738<-2507908<-2507836<-2048813<-1000246<-2048812<-1000245<-1000224<-2507733<-2048790<-1000223<-2507732<-1000222<-2507660<-1000309<-2048873<-1000306<-1000312<-1000308<-2507770<-2048867<-1000300<-1000299<-2507762<-1000289<-2048865<-2048864<-1000298<-1000288<-2048852<-2048853<-2048845<-2048844<-1000278<-1000267<-2048834<-2507752<-2048835<-2048822<-2048823<-1000256<-2507747<-2060245<-2048964<-1000395<-2048963<-2507746<-2048820<-2048819<-2507696<-2048690<-2048691<-2063139<-2507695<-1000125<-2063138<-2048687<-2507693<-1000121<-2048686<-1000117<-2048683<-2507692<-1000118<-1000119<-2048698<-2507698<-2048682<-1000116<-2048681<-2048672<-2048673<-2507688<-2048675<-2048674<-1000109<-1000106<-2507687<-1000105<-1000100<-2048665<-2048668<-1000102<-2048667<-1000097<-1000098<-1000101<-1000149<-1000148<-2507705<-2048713<-1000146<-1000147<-1000128<-2048661<-2507682<-1000096<-1000092<-2507681<-2048657<-1000091<-1000090<-2507680<-2048654<-2507679<-2048655<-2048656<-1000141<-1000142<-2048706<-2507702<-1000140<-999965<-999966<-2048562<-2048529<-2048530<-2048564<-2048565<-2507641<-1000000
End Timing
0.714000 s
C:\Users\x\Desktop\VSCODEworks>
```

test2：

```
C:\Users\x\Desktop\VSCODEworks> cmd /C "c:\Users\x\.vscode\extensions\ms-vscode.cpptools-1.7.1\debugAdapters\bin\WindowsDebugLauncher.exe --stdin=Microsoft-MIEngine-In-g0aaw4nm.zcd --stdout=Mi
crosoft-MIEngine-Out-40fbt54i.dpd --stderr=Microsoft-MIEngine-Error-xx35neg4.qyn --pid=Microsoft-MIEngine-Pid-vdyxsave.pwq --dbgExe=E:\Vscode\mingw64\bin\gdb.exe --interpreter=mi "
Input the two number:
3141592 2718281
Inputting zip to form Gragh...
Finish making Graph
Begin timing
The shortest path's length from Src to Dst is: 18938100
The shortest path from Dst to Src is:
2718281<-4459479<-2723672<-3469395<-2718284<-3469397<-4459485<-4459488<-3469400<-3469459<-4459490<-3469403<-3469405<-2718290<-4459492<-2718294<-4459495<-4459517<-3469437<-2724937<-4468723<-346
9476<-2718331<-2718301<-4459503<-2723965<-2724941<-2718326<-4459540<-4459541<-3469436<-3480242<-4467809<-4461597<-3471972<-3471977<-4468542<-3480972<-3471986<-4461608<-3471988<-4461610<-347198
9<-4461611<-4461616<-3471996<-2724275<-4467798<-3472349<-2720032<-4461898<-4467801<-3479548<-3472359<-2720037<-3472361<-2720039<-4461914<-3472366<-4461918<-2720042<-3472370<-2720044<-4461923<-
3472374<-3472376<-2720050<-3472382<-2720051<-3472387<-4461936<-3472388<-3472389<-4461940<-3472404<-2720063<-2720061<-3472401<-4461949<-4461974<-3472439<-2720081<-4461975<-4461981<-3472442<-347
2445<-4461983<-3472449<-2720097<-4462002<-3472473<-2720102<-4462135<-3472633<-2720200<-3472640<-2720206<-4462161<-3472664<-2720217<-4462162<-3472668<-3472673<-4462168<-4462186<-3472699<-446218
9<-3472715<-3472720<-2720248<-4462207<-3472721<-3472725<-4462210<-2720252<-2720254<-4462217<-2720257<-4462234<-2720268<-3472754<-4462235<-3472618<-3472619<-2720189<-4462123<-4462124<-3472626<-
3478725<-4462128<-4462126<-3472622<-4463607<-3474430<-4463605<-4463606<-2723629<-4463612<-3474435<-3474436<-3474449<-4463623<-4463624<-2721270<-3474456<-4463627<-2721273<-2721321<-4463698<-347
4540<-3474543<-3474545<-3474544<-3474552<-3474553<-4463711<-3474603<-4463751<-4463752<-2721360<-2721361<-3474609<-2721362<-3474623<-4463765<-2721372<-3474630<-2721755<-3475274<-2721756<-347528
2<-2721759<-3474622<-2721765<-2721766<-4464313<-4464312<-4464314<-3475294<-2721767<-2721783<-4464284<-3475257<-2721744<-3475258<-4464285<-2721828<-4464413<-3475415<-4464458<-2721871<-2721876<-
4465612<-3476878<-3476870<-4465607<-2721468<-3474789<-3480106<-2724213<-3479440<-3474793<-2722708<-2722736<-3478917<-3476940<-4465664<-4465679<-3480012<-4465680<-4465681<-2722752<-3478919<-272
2851<-4465824<-4465826<-4466011<-2724456<-4468061<-3479862<-4468062<-2724461<-3477145<-4468073<-3477710<-4467710<-3477529<-2723083<-3477530<-3474313<-4463512<-3478614<-2721187<-3474314<-272118
9<-3474315<-2721190<-2723724<-4467052<-3478632<-4463547<-4463548<-4463556<-3479008<-4467358<-3478631<-3470260<-4460129<-3470187<-4460131<-2718834<-4460245<-2718835<-2718752<-3470262<-3470186<-
3470185<-4460130<-3470182<-4460127<-4460124<-3470178<-4460123<-2718746<-2718743<-4460117<-3470164<-4460112<-2718801<-2718792<-4460107<-2718737<-2718788<-4460183<-3470252<-4460182<-2718729<-446
0094<-2718452<-2718439<-3469661<-3469789<-3469784<-3469780<-4459792<-3469774<-3469773<-2718527<-2718528<-4459797<-3469778<-2718510<-3469779<-4459798<-4459794<-3469809<-3469777<-3469776<-271850
9<-4459796<-4459948<-3469964<-4467882<-3479645<-3469930<-4459920<-4459921<-2718600<-2718623<-2718635<-3469920<-3469907<-4459902<-3480241<-3480384<-4468370<-2724680<-4459894<-2718581<-2718583<-
2718582<-4459895<-4459896<-2718584<-3469900<-4459897<-2718585<-2718572<-4459882<-3469880<-4459881<-4459876<-3469875<-2718617<-4460009<-3470038<-4460004<-3470032<-4460066<-4460002<-2718659<-445
9996<-3470024<-2718658<-3470027<-2724326<-4460043<-2718655<-3470019<-3470011<-3470010<-3470008<-3470009<-2718648<-4459984<-2718647<-4460044<-4459613<-4459215<-4459213<-2718078<-3469049<-271808
3<-4459253<-3469122<-4457809<-3467354<-3469097<-4459237<-2718109<-3469096<-4459236<-2718108<-3469095<-4459235<-2717081<-4457814<-4457816<-4459239<-3469123<-4459269<-3469129<-2718127<-2718115<-
4459245<-2718107<-3469094<-2718126<-4459264<-4459224<-4459223<-3467929<-4458255<-3467900<-4458254<-2717399<-4458251<-2717396<-2717395<-3467896<-3467926<-4458278<-3467895<-4458250<-2717414<-271
7392<-3467889<-4458245<-2717391<-3467956<-4458300<-3467954<-4458299<-3467950<-4458295<-3467949<-3467946<-2717426<-3467988<-4458291<-2717424<-2717449<-3467989<-3467943<-4458290<-4458217<-271734
8<-3467819<-4458234<-2753904<-3529767<-3529762<-4508967<-3529782<-3529786<-3529790<-2753859<-2753862<-4508974<-2753866<-3529803<-2753868<-4508985<-3529812<-4508990<-3529804<-4508984<-2753869<-
3529038<-2753870<-4508986<-3529806<-3529807<-3529809<-3529808<-4508684<-4508988<-3529810<-3529876<-2753929<-4508981<-4508980<-2753865<-3529792<-3529791<-3529789<-3529877<-4508989<-3529811<-275
3873<-3529814<-4509032<-4508991<-3529813<-4508982<-2753867<-3529798<-2753860<-4508968<-3529784<-3529863<-2753959<-4509110<-2753961<-3529960<-4509112<-2753962<-2753949<-4509096<-4509094<-352994
0<-3529941<-3529961<-3529962<-2753965<-3529970<-2754000<-4509152<-3530011<-3530009<-3530010<-4509151<-3530003<-3529999<-3530000<-4509141<-3529997<-2753983<-3529996<-2753997<-3530081<-4509206<-
4509199<-2754023<-3530066<-4509210<-4509217<-3530089<-4509195<-3530062<-2754021<-4509196<-2754020<-3530063<-2754019<-3530061<-4509194<-4509239<-2754052<-4509240<-2754041<-3530099<-3530112<-450
9237<-2742805<-3510964<-3511048<-3511035<-4493607<-3511027<-2742849<-3511037<-4493599<-3511038<-4493370<-3510759<-3511051<-4492548<-3509755<-3509753<-4492546<-2742090<-3509750<-4492542<-274208
6<-2742095<-2742096<-4492555<-3509793<-4492578<-3509792<-3509794<-3509757<-3509758<-4492577<-3509790<-3509791<-4492573<-3509784<-4492571<-2742127<-4492600<-3509781<-4492567<-3509780<-2742125<-
4492561<-3509813<-4492562<-3509773<-4492596<-3509774<-2742102<-3509771<-4492604<-3509823<-2742132<-2742133<-4492605<-3509825<-4492375<-4492376<-2741966<-3509542<-3509537<-2741960<-3509536<-350
9547<-4492369<-4492368<-3509563<-2741977<-3509559<-3509557<-3509558<-2741988<-4492386<-4492384<-2741972<-4492383<-2741970<-3509551<-2741987<-3510825<-3509552<-2742721<-4493420<-4492319<-274193
3<-4493425<-2742723<-3510827<-2742735<-4493440<-4493428<-3510829<-4493427<-3510830<-2742737<-3510850<-4493442<-4493441<-3510847<-4493444<-2742738<-3510851<-4493445<-3510852<-3510853<-4493449<-
2742752<-3510875<-2742751<-3510874<-4493465<-3510876<-2742747<-4493461<-3510854<-4493446<-3510855<-4493459<-4493460<-3510877<-2742748<-3510871<-4493466<-3510882<-4493470<-2742762<-2742754<-449
3469<-2742753<-3592700<-4560472<-3592692<-3592695<-3592694<-3592693<-4560473<-2790967<-2790958<-3592687<-4560464<-3592684<-4560479<-2790964<-3592677<-3592552<-4560347<-3592540<-3592541<-359253
9<-4560346<-2790891<-3592575<-4560370<-3592569<-4560369<-4560367<-3592564<-4560376<-3592576<-3592702<-3592582<-7331482<-7331481<-6282915<-5241337<-7331480<-7331478<-6282913<-6282914<-7331473<-
6282909<-6282910<-7332058<-5241443<-7332081<-7331475<-6283488<-6283487<-7332057<-7332054<-6283483<-6283484<-7332053<-7332055<-6283485<-5241442<-6283481<-7332080<-6283511<-7332079<-7594791<-628
3508<-7594782<-6283477<-7332076<-7332077<-5241448<-6283527<-7332127<-7332128<-7594807<-7594795<-6283522<-7594749<-6283326<-6283300<-7331853<-6283287<-6283286<-7594730<-6283259<-7331893<-733182
1<-7331817<-7331813<-6283236<-7331808<-5241397<-7331438<-7331439<-6282917<-7331484<-7594646<-7331788<-7331795<-7331796<-6283304<-6283305<-7331871<-7594718<-7331782<-6283210<-7331779<-7331780<-
7331868<-7331773<-6283204<-6283205<-7331769<-6283200<-7331768<-7331766<-7331767<-7331762<-7594713<-6283191<-7331758<-6283379<-7331907<-7331908<-6283378<-6283054<-7331613<-7594681<-7331619<-733
1610<-7594680<-7331609<-7594679<-7594678<-6283039<-5241360<-6283061<-7594677<-6283036<-6283035<-7331601<-7331622<-7331621<-7331596<-7331597<-6283058<-7331641<-6283105<-7331671<-7594695<-733166
3<-7594693<-6283781<-6283117<-6283071<-6283072<-7331662<-13944491<-12931486<-13944601<-13944484<-12931368<-12931367<-13944496<-12931380<-13944576<-12931458<-12931457<-12931379<-14821707<-1482171
710<-14821741<-12931476<-13944593<-14821753<-12931477<-13944596<-12931008<-13944123<-13944592<-14821716<-13944515<-12931419<-12931396<-12931395<-14821745<-12931423<-14821728<-12931427<-1482172
9<-13944546<-12931432<-13944489<-13944488<-12931519<-14821774<-13944640<-12931522<-13944652<-14821782<-13944642<-13944641<-14821775<-12931530<-13944649<-14821779<-13944617<-13944616<-12931524<
```

```
-12931520<-14821773<-12931500<-12931490<-12931497<-12931498<-13944614<-12931499<-12931488<-14821628<-12931210<-12931215<-13944314<-12931199<-12931211<-12946728<-13960628<-13960627<-13960626<-1
2946727<-12946745<-14829016<-13960657<-13960656<-12946755<-12946754<-13960655<-13960654<-13960653<-12946753<-14829015<-13960652<-13960651<-12946752<-12946751<-13960708<-14829014<-13960650<-139
60649<-12946750<-12946749<-13960710<-14829013<-13960648<-13960711<-13960647<-12946748<-12946820<-14829059<-14829096<-13960841<-13960761<-13960760<-12946847<-12946846<-14829058<-13960759<-12946
930<-12946929<-13960747<-13960746<-12946833<-12946832<-14829051<-13960767<-13960745<-13960744<-12946933<-13960849<-12946831<-12946830<-13960286<-13960287<-13960281<-14828846<-12946364<-1396024
3<-14828826<-12946363<-13960279<-12946401<-12946359<-12946358<-13960236<-13960235<-13960232<-12946353<-12946355<-14828822<-14828844<-12946356<-13960233<-13960234<-13960317<-12946439<-12946438<
-14828861<-12946504<-13960318<-12946437<-14828850<-12946413<-12946434<-13960314<-12946433<-14828860<-13960312<-13960311<-13960313<-12946432<-13960309<-13960307<-14828863<-13960319<-14828866<-1
2946462<-12946461<-12946464<-12982234<-14845873<-12982253<-14845882<-13997949<-13997968<-12982123<-12982122<-12982296<-13998000<-12982313<-12982420<-13998016<-13998015<-13998017<-13999102<-129
82938<-13998674<-12982453<-13998100<-13998099<-13998013<-12982324<-13998014<-12982326<-14845918<-12982327<-12982328<-14845919<-13998018<-12982329<-12982330<-13998019<-13998020<-14845920<-12982
331<-14846030<-12982558<-12982559<-13998264<-13998265<-14846031<-12982560<-13998267<-13998268<-12982561<-12982562<-13998269<-13998270<-14846058<-13998271<-12982563<-12982564<-13998364<-1399826
5<-13998263<-13998255<-14846026<-12982650<-13998328<-12982541<-13998246<-12982536<-13998242<-14846016<-12982527<-13998220<-14846010<-13998325<-13998326<-13998195<-14845999<-12982486<-12982487<
-14846057<-12982614<-13998175<-14845991<-14846055<-12982748<-12982686<-12982685<-13998400<-12982684<-13998398<-13998464<-12982746<-13998474<-13998466<-12982687<-14846092<-13998403<-13998402<-1
4846093<-12982755<-13998405<-13998404<-12982691<-14846094<-12982692<-13998406<-13998407<-14846095<-12982693<-12982694<-12982689<-12982690<-14846158<-13998552<-14846160<-13998548<-12982664<-139
98377<-13998476<-13998562<-13998563<-12982834<-13998560<-12982831<-12982184<-12982185<-13997859<-14845848<-13997858<-12982182<-12982183<-13997857<-14845847<-12982180<-12982181<-13997856<-13997
878<-12982177<-12982162<-13997837<-14845837<-12982200<-12982206<-14845835<-12982157<-12982225<-13997906<-14845871<-13997902<-12982216<-12982217<-14845866<-13948116<-12934809<-12934795<-1293479
6<-12934849<-12934783<-14823329<-13948096<-13948095<-12934781<-12934782<-14823328<-13948094<-13948093<-12934780<-14823327<-12934779<-13948091<-13948092<-13948086<-14823324<-12934767<-12934768<
-12934840<-13948158<-13948159<-14823352<-13948132<-12934745<-12934746<-13948058<-14823311<-13948133<-13948214<-14823384<-12934898<-12934899<-14823383<-12934897<-12934894<-12934895<-12934893<-1
3948211<-13948264<-13948265<-13948153<-14823357<-12934884<-13948200<-14823399<-12934871<-12934872<-13948189<-13948188<-14823373<-13948190<-13948191<-12934875<-12934876<-13948192<-12934874<-129
34873<-14823374<-13948193<-12935288<-12935289<-13948610<-13948611<-12935287<-13948678<-13948612<-14823566<-12935290<-13948609<-13948608<-13948605<-13948698<-13948697<-14823567<-13948613<-12935
292<-13948680<-13948614<-12935293<-13948615<-14823568<-14823612<-13948616<-12935294<-14823569<-13948617<-12935296<-12935297<-13948618<-13948619<-14823570<-12935298<-12935299<-13948620<-1394862
1<-14823571<-13948695<-12935368<-12935390<-12935301<-12935300<-14823598<-13948752<-14823629<-12935420<-13948750<-12935419<-12935418<-13948748<-13948747<-14823628<-14823656<-14823627<-14823657<
-12935479<-12935416<-14823396<-13948746<-13948813<-13948814<-12935414<-14823658<-13948816<-13948744<-12935415<-12935619<-14823680<-13948863<-14823713<-13948938<-13948870<-12935530<-13948869<-1
3948950<-14823719<-12935529<-13948868<-14823681<-13948864<-13948865<-13948954<-12935525<-13948867<-12935527<-13958388<-13958389<-13958418<-12944621<-13958420<-14828003<-12944620<-14828013<-129
44619<-13958417<-12944616<-13958414<-14828001<-13958444<-13958408<-13958401<-14827996<-13958399<-14827995<-13993630<-13993650<-13993648<-13993641<-13993194<-12977716<-14843939<-12978157<-13993
633<-13993634<-14843935<-12978152<-13993359<-12977874<-12977875<-14843805<-13993344<-13993343<-13993341<-13993336<-12977853<-12977850<-12977849<-13993327<-14843958<-12977894<-13993319<-1399331
7<-14843789<-12977835<-13993305<-12977826<-12977825<-14843781<-12977820<-12977821<-13993299<-13993297<-13993298<-13993295<-13993296<-14843780<-12977818<-12977819<-12978008<-14843868<-12977967<
-12977966<-12978006<-12978007<-13993485<-13993486<-13993483<-12978005<-12978003<-14843865<-12978002<-13993468<-14843860<-14843854<-12977979<-13993433<-13993424<-12977938<-14843835<-13993413<-1
3993414<-12977934<-12977935<-14843915<-13993587<-13993588<-13993615<-13993585<-14843914<-13993579<-13967288<-12953037<-12953038<-12953035<-12953036<-13967310<-13967285<-14832008<-12953061<-148
32006<-12953034<-12953029<-13967278<-14832005<-12953088<-13967342<-13967382<-13967341<-14832033<-13967337<-13967330<-13967328<-12953074<-13967327<-13967324<-14832022<-12953065<-13966970<-13966
953<-13966950<-14831858<-12952717<-13966942<-12952739<-13966965<-14831852<-13966930<-13966931<-12952699<-13966924<-12952736<-13966913<-12952660<-13966874<-12952643<-12952641<-13966863<-1295296
1<-13967205<-13967217<-13967216<-13966860<-14831817<-12952637<-12952655<-12952632<-12897767<-13909179<-13909180<-13909169<-13909170<-13910266<-13909168<-14805718<-12897771<-13909165<-13909166<
-12897746<-12897747<-12897734<-13909142<-14805706<-13907788<-13907787<-13907906<-13908081<-13909130<-13909126<-12897710<-12897702<-12897690<-12897679<-13909082<-12897660<-13909062<-12897640<-1
2897629<-13909030<-13909016<-14805647<-12897789<-12897593<-14805639<-12897585<-13908995<-13908988<-13908984<-12897571<-13908983<-13908977<-12897556<-14805625<-13908961<-13908954<-13908933<-148
05609<-13908934<-13908935<-12897523<-12898802<-13907620<-13908219<-14805584<-13908878<-14805583<-13909213<-13909223<-12897790<-13908814<-14805552<-12897398<-12897791<-13909203<-12897373<-13908
775<-13908753<-13908754<-12897873<-13909859<-12898420<-12898365<-12898364<-12898363<-14806007<-12898359<-12898357<-13909805<-14806004<-13909856<-13909857<-13909914<-13909915<-13909904<-1309090
5<-13910008<-13907923<-13907924<-13909894<-12898438<-14806043<-13909977<-13909684<-12898241<-13909680<-14805947<-13909670<-13909672<-14805942<-12898223<-13909659<-12898219<-13909657<-14805938<
-14805934<-12898211<-13909751<-13909750<-14805980<-13909743<-12898296<-14805975<-12898295<-13909737<-13909738<-13910327<-12898289<-13956294<-12942596<-13956289<-12942585<-12942586<-13956282<-1
3956280<-13956281<-13956407<-12942705<-14827090<-12942704<-12942785<-13956489<-13956398<-12942696<-12942697<-14827082<-12942688<-12942683<-13956373<-13956369<-13956364<-14827072<-12942664<-139
56361<-14827070<-13956354<-14827066<-12942655<-12942833<-14827197<-13956541<-13956530<-12941475<-13955130<-13956529<-13956528<-13956526<-13956524<-13956523<-13956519<-13956520<-14827244<-13956
679<-14827137<-12942803<-13955102<-14826497<-12941467<-12941440<-13955091<-13955088<-12941436<-12941437<-12941570<-13955081<-12941430<-13955230<-14826555<-13955207<-13955205<-13955065<-1395506
2<-12941405<-13955042<-14826461<-12941361<-13954998<-14826451<-12941343<-12941344<-12941518<-12941340<-13954985<-13955802<-13955796<-13956062<-12942364<-13955803<-13955800<-14826813<-14826812<
-12942091<-13955782<-14826795<-13955760<-13955752<-14826787<-13955738<-12942034<-13955718<-13955711<-12942005<-13955695<-12941991<-12941984<-13955672<-13955659<-12941965<-13955647<-12941951<-1
4826732<-13955619<-13955612<-13955607<-14826721<-12941910<-13955595<-12941814<-14826673<-13955754<-14827011<-13955555<-12941872<-12942402<-12941844<-13955525<-13955474<-13955475<-12942398<-129
41758<-13955405<-12941692<-12941693<-13955343<-13955344<-13956048<-12941655<-13955322<-12941637<-12968985<-13984030<-12969001<-13983997<-13983994<-13983992<-14839579<-13984017<-14839604<-14839
602<-13984041<-14839599<-13984032<-14839597<-13984932<-13984931<-14840000<-12969672<-13984733<-14839911<-12969671<-12969855<-14839999<-12969854<-13984919<-13984921<-12970100<-14839944<-12969884
3<-13984907<-14839986<-14839985<-12969825<-12970011<-13985100<-14840075<-13985098<-12970008<-14840073<-13985092<-13985087<-14840069<-13985078<-12969987<-13985069<-13985061<-12969976<-14840058<-
-12969974<-14840054<-13985051<-12969957<-13985036<-12969949<-14840045<-13985028<-13985025<-13985021<-12969427<-14839793<-12969453<-12969452<-12969448<-13984491<-14839802<-14839800<-12969437<-1
2969438<-13984477<-13984476<-14839796<-12969432<-13984475<-13984559<-13984539<-13984540<-13984337<-12969302<-13984336<-12969299<-12969297<-13984328<-13984325<-14839728<-13984317<-13984315<-139
84313<-13984308<-14839721<-12969272<-13984306<-13984304<-12969271<-13984368<-13984426<-14839774<-12969384<-14839745<-12969325<-13984420<-14839771<-12969429<-13984465<-13984466<-13984413<-1398
411<-12969368<-12969366<-13984407<-14839759<-12969351<-13984383<-13984378<-14839750<-12969334<-13984165<-13984164<-12969140<-13984156<-13984157<-13984181<-13984182<-13984576<-13984226<-1398422
5<-12969195<-13984221<-13984218<-14839681<-12969204<-12969186<-13984212<-13984213<-13984210<-13984209<-12969181<-14839675<-12969178<-12969174<-12969172<-12969173<-12969226<-13984192<-12969166<
-13984191<-13984242<-14839691<-12969232<-12969233<-12969238<-12969230<-12981070<-14845324<-12981068<-13996702<-13996703<-13996707<-14845325<-12981074<-13996711<-12981065<-14845320<-13996695<-1
4845319<-12981061<-12981076<-13995840<-13995835<-12980257<-12980445<-12980441<-13996031<-13996130<-13996017<-12980426<-12980420<-13996005<-13996007<-12980469<-13996001<-14845008<-13996000<-129
80413<-13995998<-12980411<-13996058<-12980410<-12980409<-12980467<-12980468<-13996097<-13996547<-13996546<-13996545<-12980940<-13996592<-13996593<-13996566<-12980899<-12980900<-13996
513<-13996514<-13996484<-12980856<-12980857<-13996458<-12980826<-13996444<-12980817<-13996433<-14845202<-12980809<-13996424<-12980967<-13996418<-13996411<-12980784<-13996380<-12980752<-13996634
9<-12980727<-13996323<-12980707<-14845142<-12980694<-13996292<-12980677<-12980678<-14845127<-14845126<-12980660<-14845123<-13996253<-12980632<-13996235<-13996236<-13996224<-14845107<-14845102<
-13996216<-13996204<-12980596<-12980597<-12981029<-13996189<-12980588<-13996178<-14844767<-12979900<-12979901<-13995474<-14844769<-13995477<-13996173<-14845071<-12980546<-13996168<-13996567<-1
2980568<-14845081<-12980550<-12980145<-12980114<-13995686<-13995697<-13995698<-13995699<-12980104<-12980102<-13995673<-13995669<-13995668<-14844859<-14844879<-14844856<-12980089<-12980138<-129
```



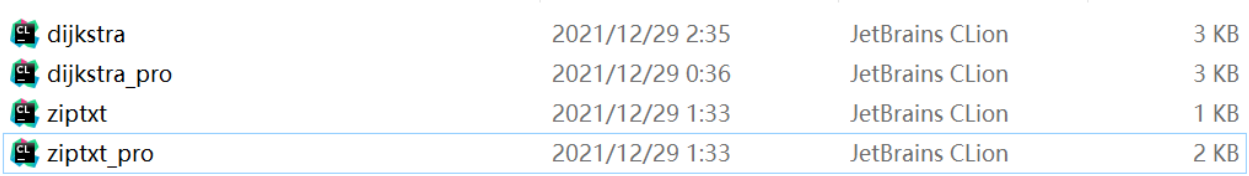

在朴素dijkstra算法的情形下：算法执行时间为：70.231s（输出略）

在改进（2）中：算法执行时间为：17.483s（输出如上图）

# 6 实验总结

1. 完成二进制的压缩，以及压缩的优化
2. 完成dijkstra朴素算法
3. 完成基于堆排序的dijkstra优化算法

# 7 附录




对应：

dijkstra朴素算法

dijkstra优化算法

二进制压缩

二进制压缩优化