

# 基于边集数组的 spfa 算法及其应用

蓝阳基

(福建省武平职业中专学校 福建 龙岩 364300)

**【摘 要】** Spfa 算法, 全称 shortest path faster algorithm, 在图论中的最短路径、动态规划、迭解方程等应用中发挥巨大作用。本文在求图的最短路径问题中对基于边集数组的 Spfa 算法进行全面分析、测试和深入讨论。

**【关键词】** 程序 算法设计 最短路径 边集数组

图是一种比较复杂的非线性数据结构, 是职业学校计算机专业程序算法设计教学中的重要内容之一, 通常有邻接矩阵、邻接表、十字链表、边集数组等等存储方式, 因为图的两大要素是“顶点”和“边”, 所以无论采用什么方法存储, 都要完整、准确地反映这两方面的信息。

对于稀疏图而言, 比较理想的存储方式是边集数组。它利用两个一维数组, 其中一个数组存储图中的顶点, 另一个数组存储图中的边。在存储边的数组中, 每个数组元素存储一条边的起点、终点和权, 各边在数组中的次序可任意安排。边集数组比较适合于那些对边依次进行处理的操作, 在求图的单源最短路径问题中, 如果是稀疏图, 因为边的数量远远少于顶点规模, 所以采用边集数组就非常合理。

SPFA 的全称是 Shortest Path Faster Algorithm, 是一种求图的最短路径算法, 主要思想是: 用一个队列存放所有需要松弛的点, 初始时队列中只有源点  $s$ , 进行计算时, 若队列为空则算法结束, 否则将队首顶点取出后对其相邻的点基于取出地点进行松弛。如果某邻点松弛成功并且那个点不在队列中, 则将其入队。在进行以上操作时需要记录每个点进入队列的次数。如果有点进入队列超过  $|V|$  次则说明图存在负权回路, 退出算法并返回 false。

全国青少年信息学奥林匹克竞赛 2009 年职专(高中)组第三题——最优贸易可以用基于边集数组的 spfa 算法完美解决。

## 题目描述

C 国有  $n$  个大城市和  $m$  条道路, 每条道路连接这  $n$  个城市中的某两个城市。任意两个城市之间最多只有一条道路直接相连。这  $m$  条道路中有

一部分为单向通行的道路, 一部分为双向通行的道路, 双向通行的道路在统计条数时也计为 1 条。

C 国幅员辽阔, 各地的资源分布情况各不相同, 这就导致了同一种商品在不同城市的价格不一定相同。但是, 同一种商品在同一个城市的买入价和卖出价始终是相同的。

商人阿龙来到 C 国旅游。当他得知同一种商品在不同城市的价格可能会不同这一信息之后, 便决定在旅游的同时, 利用商品在不同城市中的差价赚回一点旅费。设 C 国  $n$  个城市的标号从 1~ $n$ , 阿龙决定从 1 号城市出发, 并最终在  $n$  号城市结束自己的旅行。在旅游的过程中, 任何城市可以重复经过多次, 但不要求经过所有  $n$  个城市。阿龙通过这样的贸易方式赚取旅费: 他会选择一个经过的城市买入他最喜欢的商品——水晶球, 并在之后经过的另一个城市卖出这个水晶球, 用赚取的差价当做旅费。由于阿龙主要是来 C 国旅游, 他决定这个贸易只进行最多一次, 当然, 在赚不到差价的情况下他就无需进行贸易。

假设 C 国有 5 个大城市, 城市的编号和道路连接情况如下图, 单向箭头表示这条道路为单向通行, 双向箭头表示这条道路为双向通行。

假设 1~ $n$  号城市的水晶球价格分别为 4, 3, 5, 6, 1。

阿龙可以选择如下一条线路: 1→2→3→5, 并在 2 号城市以 3 的价格买入水晶球, 在 3 号城市以 5 的价格卖出水晶球, 赚取的旅费数为 2。

阿龙也可以选择如下一条线路 1→4→5→4→5, 并在第 1 次到达 5 号城市时以 1 的价格买入水晶球, 在第 2 次到达 4 号城市时以 6 的价格卖出水晶球, 赚取的旅费数为 5。

现在给出  $n$  个城市的水晶球价格,  $m$  条道路

的信息(每条道路所连接的两个城市的编号以及该条道路的通行情况)。请你告诉阿龙,他最多能赚取多少旅费。

输入格式:第一行包含 2 个正整数  $n$  和  $m$ ,中间用一个空格隔开,分别表示城市的数目和道路的数目。

第二行  $n$  个正整数,每两个整数之间用一个空格隔开,按标号顺序分别表示这  $n$  个城市的商品价格。

接下来  $m$  行,每行有 3 个正整数  $x, y, z$ ,每两个整数之间用一个空格隔开。如果  $z=1$ ,表示这条道路是城市  $x$  到城市  $y$  之间的单向道路;如果  $z=2$ ,表示这条道路为城市  $x$  和城市  $y$  之间的双向道路。

#### 【数据范围】

输入数据保证 1 号城市可以到达  $n$  号城市。

对于 10%的数据,  $1 \leq n \leq 6$ 。

对于 30%的数据,  $1 \leq n \leq 100$ 。

对于 50%的数据,不存在一条旅游路线,可以从一个城市出发,再回到这个城市。

对于 100%的数据,  $1 \leq n \leq 100000, 1 \leq m \leq 500000, 1 \leq x, y \leq n, 1 \leq z \leq 2, 1 \leq$  各城市。

水晶球价格  $\leq 100$ 。

输出格式:

共 1 行,包含 1 个整数,表示最多能赚取的旅费。如果没有进行贸易,则输出 0。

in:

5 5

4 3 5 6 1

1 2 1

1 4 1

2 3 2

3 5 1

4 5 2

out:

5

解题思路:

这题是稀疏图,采用边集数组存储,按边计算,所以用 spfa 比较合适。两次 spfa 的思路是从起点开始,用 spfa 给每个点标上从起点到该点经过的最小值(买入)。然后反向建图(边反向)。从终点开始,用 spfa 给每个点标上从终点到该点(原图是从该点到终点)所经过的最大值(卖出)。

最后遍历所有的点,找到一个点  $\max[i] - \min[i]$  最大,就是答案。

参考程序:

program phy;

```

type point=record
    s,next:longint;
end;
bian=record
    y,next:longint;
end;
var a,a1:array[1..100000] of point;
    e,e1:array[1..1000000] of bian;
    d,d1:array[1..100000] of integer;
    w:array[1..100000] of integer;
    use:array[1..100000] of boolean;
    i,j,k,x1,y1,z,n,m,ans:longint;
procedure spfamin;
var i,j,k,now,r,t:longint;
    q:array[1..60000] of longint;
begin
    fillchar(use,sizeof(use),false);
    fillchar(q,sizeof(q),0);
    fillchar(d,sizeof(d),$7f);
    q[1]:=1; use[1]:=true;
    d[1]:=w[1];
    r:=1; t:=1;
    while r<=t do
    begin
        k:=q[r];
        j:=a[k].next;
        for i:=1 to a[k].s do
        begin
            now:=e[j].y;
            if d[now]>d[k] then
            begin
                d[now]:=d[k];
                if d[now]>w[now] then d[now]:=w[now];
                if not use[now] then
                begin
                    use[now]:=true;
                    inc(t);
                    q[t]:=now;
                end;
            end;
        end;
        j:=e[j].next;
    end;
    use[k]:=false;
    inc(r);
end;
end;
procedure spfamax;
var i,j,k,now,r,t:longint;
    q:array[1..60000] of longint;
begin
    fillchar(use,sizeof(use),false);
    fillchar(q,sizeof(q),0);
    fillchar(d1,sizeof(d1),0);
    q[1]:=n; use[n]:=true;
    d1[n]:=w[n];
    r:=1; t:=1;
    while r<=t do
    begin
        k:=q[r];
        j:=a1[k].next;

```

```

for i:=1 to a1[k].s do
begin
  now:=e1[j].y;
  if d1[now]<d1[k] then
  begin
    d1[now]:=d1[k];
    if d1[now]<w[now] then d1[now]:=w[now];
    if not use[now] then
    begin
      use[now]:=true;
      inc(t);
      q[t]:=now;
    end;
  end;
  j:=e1[j].next;
end;
use[k]:=false;
inc(r);
end;
end;
begin
  readln(n,m);
  for i:=1 to n do read(w[i]); readln;
  k:=0;
  for i:=1 to m do
  begin
    readln(x1,y1,z);
    inc(k);
    e[k].y:=y1; e[k].next:=a[x1].next; {建立边集数组}
  end;
end;

```

```

inc(a[x1].s); a[x1].next:=k;
e1[k].y:=x1; e1[k].next:=a[y1].next;
inc(a[y1].s); a[y1].next:=k;
if z=2 then
begin
  inc(k);
  e[k].y:=x1; e[k].next:=a[y1].next;
  inc(a[y1].s); a[y1].next:=k;
  e1[k].y:=y1; e1[k].next:=a[x1].next;
  inc(a[x1].s); a[x1].next:=k;
end;
end;
spfamin;
spfamax;
ans:=0;
for i:=1 to n do if d1[i]-d[i]>ans then ans:=d1[i]-d[i];
writeln(ans);
end.

```

图的存储方式多种多样, 计算图的最短路径又是一个经典课题, 只有认真分析问题, 紧密结合图的实际模型特征, 才能灵活选择算法, 完美解决问题。

### 参考文献:

- [1] 吴绍兵. 计算机思维各程序设计能力的培养. 计算机教育. 2011(16):11-14

(上接第 67 页)

仅仅是对知识的分享, 更是对读者素质的考验。在大学中开展这类活动, 更有利于促进高校学生群体的道德风尚建设<sup>[9]</sup>。国内不少高校图书馆都在实行这样的举措, 如浙江大学紫金港图书馆的“爱心岛”, 复旦大学图书馆的“爱心书屋”, 以及福建师范大学协和学院图书馆每年定期举行的图书漂流活动等等。

对于教材、教辅材料以及时效性很强的期刊这一类赠书, 就可以采用开展图书漂流活动这一形式, 提高其利用率和利用价值。比如, 有的教材或教辅材料上面有学生读书笔记和心得, 还有他们学习过程中圈划的重点、难点和标记, 对下一届的学弟学妹来说, 是极有帮助和借鉴的工具书。最重要的是, 图书漂流使得一些不适合上架入藏的赠书并没有被轻易的丢弃, 充分体现了图书馆对赠书者、对知识的尊重。

### 3. 结语

总之, 赠书已然成为独立学院图书馆藏书中越来越重要的组成部分, 丰富了图书馆的资源 and 收藏。只有做好这类图书的宣传和管理工作, 不断完善, 不断提高, 积极主动地开展赠书服务, 发挥

赠书最大的作用和价值, 独立学院图书馆的资源建设和管理发展, 才能越走越远, 越走越好。

### 参考文献:

- [1] 安兴茹. 高校图书馆接受赠书的管理工作研究——以中山大学图书馆接受国内赠书为例. 图书馆论坛. 2007(2). 170-173
- [2] 李娜. 自动化管理环境下的赠书管理模式研究. 图书情报论坛. 2008(4). 26-28
- [3] 郭万召. 浅谈高校图书馆赠书制度的建设和赠书工作的开展. 2004(10). 192-194
- [4] 王晓丹. 高校图书馆赠书宣传与管理. 中华医学图书情报杂志. 2011(7). 35-37
- [5] 宋洁. 大学图书馆对毕业生赠书的管理与利用——以复旦大学图书馆爱心书屋为例. 上海高校图书情报工作研究. 2011(2). 48-49
- [6] 吴建平. 高校图书馆赠书管理中的问题与决策. 图书馆杂志. 2006(11). 37-38
- [7] 张宁、张国荣. 浅谈高校图书馆赠书管理中的问题对策. 科技广场. 2009(4). 183-184
- [8] 康文梅. 论高校图书馆图书捐赠的方法及管理利用. 农业图书情报学刊. 2009(8). 92-95

# 基于边集数组的spfa算法及其应用

作者: [蓝阳基](#)  
作者单位: [福建省武平职业中专学校 福建龙岩364300](#)  
刊名: [福建电脑](#)  
英文刊名: [Fujian Computer](#)  
年, 卷(期): 2013, 29 (2)

## 参考文献(1条)

1. [吴绍兵](#) [计算思维和程序设计能力的培养](#)[期刊论文]-[计算机教育](#) 2011 (16)

引用本文格式: [蓝阳基](#) [基于边集数组的spfa算法及其应用](#)[期刊论文]-[福建电脑](#) 2013 (2)