# 光网络的加纤扩容难题

# 【决赛】

【变更部分用绿色字体标出】 时间限制:每个用例 2 分钟 判题环境性能提升

空间限制:每个用例 512MB

# 背景:

光网络可以简单看做一张由**N**个节点、**M**条带距离的边组成的连通无向图,两点之间可能存在多条边,距离可能不同。

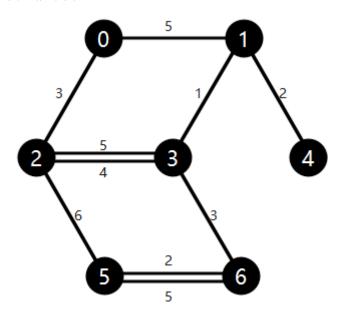


图1:7个节点10条边的光网络(题面所有图示皆依据样例)

每条边都有P个通道,以通道编号0~(P-1)来区分。

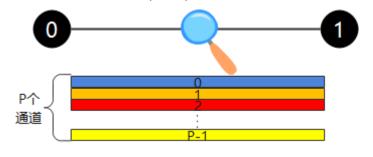


图2: 每条边拆分为P 个通道

光网络上面承载了很多条光业务,光业务可以看做一条从起点到终点,经过多条边的路径。每条光业务会占用其路径上每条边的一个通道,且这些通道的编号必须相同。多条业务可以使用一条边的不同通道,但不能共用同一条边上的同一个通道。

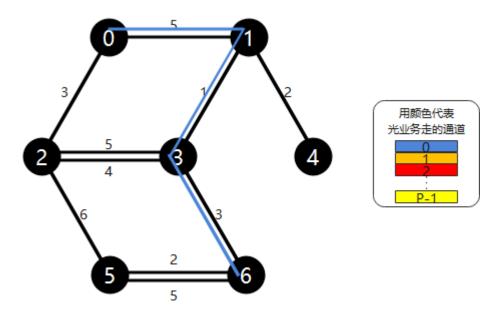


图3: 光业务A路径为0->1->3->6,使用0通道

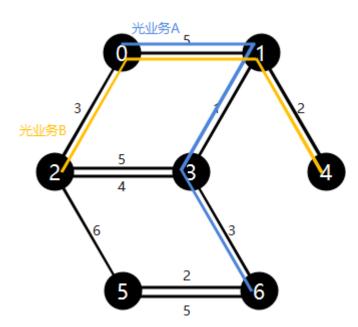


图 4: 光业务 A 与光业务 B 都经过 0—1 这条边,使用不同的通道 每条业务的初始信号强度一样,且都会随着距离的增加而衰减,当路径距离大于最大衰减距离 D km的时候(保证任意边的距离不大于 D km),业务就会衰减到不可用的程度。

在现实网络中有些边上是有多跳的,如下图所示。当路径跳数大于最大跳数 $\mathbf{H}$ 的时候(保证任意边的跳数不大于 $\mathbf{H}$ ),业务也会衰减到不可用的程度。距离和跳数的约束要同时满足。

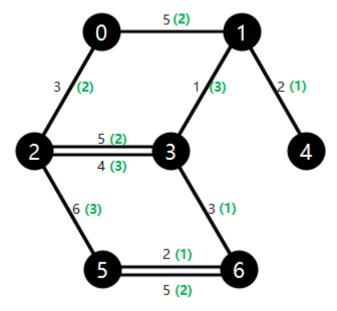


图5: 括号中的数字表示边上的跳数

我们可以在节点上安装一些信号放大器,光业务经过放大器后,信号就会恢复到初始强度。每条业务可以使用多个信号放大器,相当于将路径拆成多段长度不大于Dkm且跳数不大于H的子路径。一个信号放大器只能放大一条业务,但每个节点上都可以安装多个放大器,用来放大不同的多个业务。

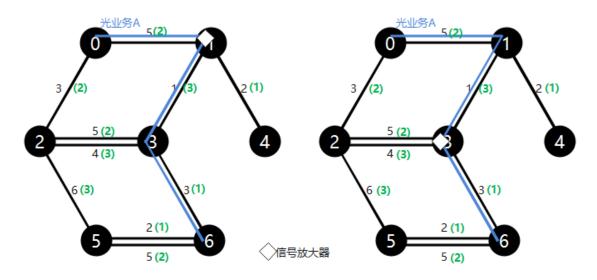


图6: 当D=6,H=5 时,光业务A 的路径有2 种使用放大器的方案

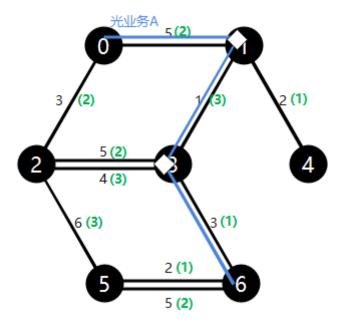


图7: 当D=6,H=4 时,光业务A的路径只有1种使用放大器的方案

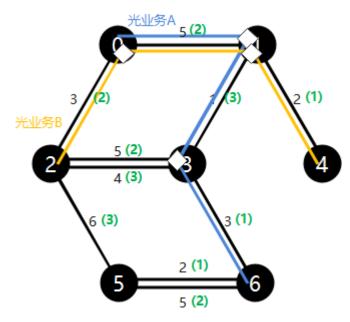


图8: 当D=6,H=4时,总共用了4个放大器

为了提高光网络的可靠性,部分光业务需要规划多条路径,最多 10 条,这些路径同源同宿,但彼此之间不能有相同的边。每一条路径都要满足前面的通道和放大器约束,并且都会累计综合成本。当光业务的路径数量为 2 时,这两条路径分配的通道必须相同;当光业务的路径数量>2 时,这些路径分配的通道可以不同。

# 任务:

现在有一张光网络,所有边的所有通道都未占用,我们需要在上面添加**T**条光业务。给定每条光业务的起点、终点、路径数量,我们需要为每一条业务规划指定数量的路径,并各选择一个通道编号。如果路径长度大于**D** km,或者路径跳数大于H,还需要选择一些信号放

大器,将路径分为多段。

如果有些边的通道已经占满,导致部分业务无法添加,可以额外增加最多 80000 条边,最终使得所有业务成功添加。新增的边只能是原始拓扑图中某一条边的拷贝,距离和跳数与原始边一样,但新增的边所有通道都是未占用的。

## 评分:

对于选手的规划的方案,只需满足上诉条件即可得分。本题以综合成本来评价方案,综合成本越低越好:

- 1. 每增加一条边,需要 1,000,000,成本
- 2. 每条路径每经过一个信号放大器,需要100成本
- 3. 每条路径每经过一条边,需要1成本

### 输入:

第 1 行:有 7 个整数,依次是节点数量N、连边数量M、业务数量T、路径总数R、单边通道数量P、最大衰减距离D、最大衰减跳数H。  $(2 \le N, M \le 6000; 2 \le T \le 12,000; T \le R \le 42,000; 2 \le P \le 120; 2 \le D \le 1000; 2 \le H \le 15)$ 

接着M行:每行4整数 $s_i$ 、 $t_i$ 、 $d_i$ 、 $h_i$ ,表示第i条边连接着编号为 $s_i$ 、 $t_i$ 两个点,距离为 $d_i$ ,跳数为 $h_i$ 。(旧边编号从0到M-1)

接着  $\mathsf{T}$  行:每行 3 个整数 $S_j$ 、 $T_j$ 、 $K_i$ ,表示需要新增的第 $\mathsf{j}$ 条业务的起点、终点、路径条数。

#### 输出:

第1行:一个整数Y,表示要加边数量Y。

接着Y行,每行1个整数 $e_i$ ,表示编号为M+i的新边是编号为 $e_i$ 的原始边的拷贝。(新边编号从M到M+Y-1)

接着R行,每行前 3 个整数 $p_j$ 、 $m_j$ 、 $n_j$ ,表示第 j 条路径的通道编号为 $p_j$ ,经过的边数量为 $m_j$ ,经过的放大器个数为 $n_j$ 。接着 $m_j$ 个整数,表示依次经过的边的编号,接着 $n_j$ 个整数,表示依次经过的放大器所在节点的编号。

(若0号业务有1条路径,1号业务有2条路径,2号业务有3条路径,则0号业务的路径下标为 $\{0\}$ ,1号业务的路径下标是 $\{1,2\}$ ,2号业务的路径下标是 $\{3,4,5\}$ ,以此类推)

#### 样例:

11 04.		
输入	输出	成本
7 10 5 6 4 6 4	1	增加的边数: 1
0152	3	放大器数量:9
0232	03202713	路径总边数: 18
1312	3315233	综合总成本: 1,000,918
1421	2315233	
2352	1315233	
2343	132101001	

2563	232101001	
3631		
5621		
5652		
061		
241		
241		
2 4 2		
241		

# 评分:

- 1. 分数 = 每个用例综合成本的平均值
- 2. 分数越小排名越前;分数相同时,平均运行时间越短的排名越前;

# 基础错误类型:

- 1. 代码编译错误
- 2. 程序异常退出

(包括但不限于运行错误、使用异常权限、输出数据超多;请自行定位)

- 3. 超出时间限制
- 4. 超出内存限制
- 5. 输出格式错误

# 逻辑错误类型:

- 1. 超过加边限制(Y>80,000)
- 2. 点编号非法(点编号>=N)
- 3. 边编号非法(边编号>=M+Y)
- 4. 通道编号非法(通道编号>=P)
- 5. 路径边数非法(路径边数>=N 或 路径边数=0)
- 6. 路径放大器数非法(放大器数量>路径边数)
- 7. 新增边非法(边编号>=M)
- 8. 路径不连续
- 9. 放大器不在路径上
- 10. 光信号未及时放大(路径被放大器分段后,某一段的长度>D,或跳数>H)
- 11. 通道冲突(多条业务经过了同一条边,且它们的通道一样)
- 12. 同组路径有边相同(某一条业务的多条路径间存在相同的边)
- 13. 成对路径通道不同(某一条业务有2条路径,但这条路路径规划的通道不同)
- 14. 非法分数 (分数大于 99, 999, 999, 999)
- 15. 异常退出 (联系比赛技术专家处理)