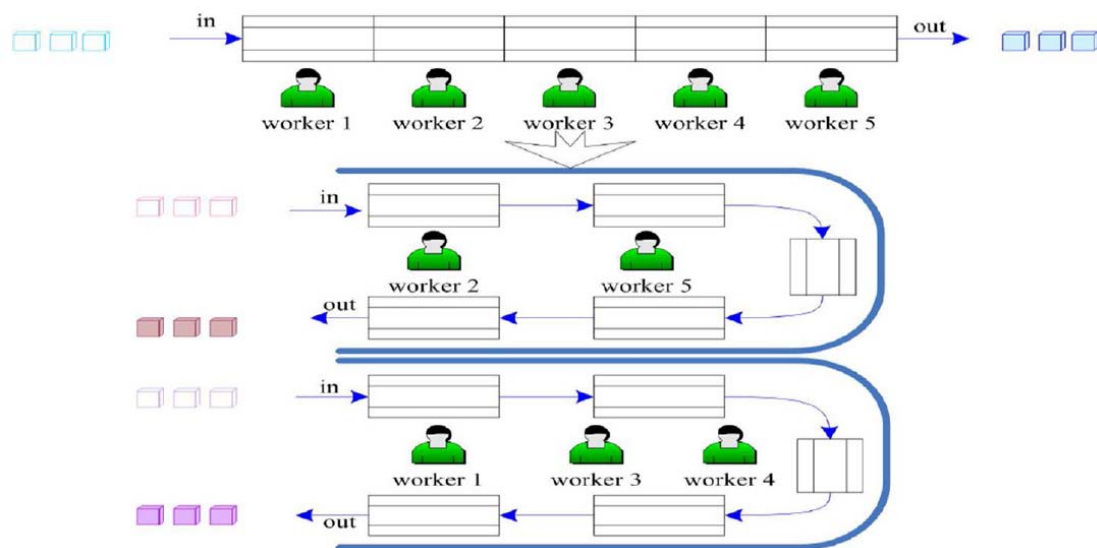


作业 7-1: Seru 生产问题

Seru 系统是由简单设备和一个或者多个能够生产若干种产品的工人组成的装配单元。在该系统中，工人必须是全能工，即可以完成产品的全部生产过程。在产品生命周期短、产品类型不确定和产量波动的商业环境中，通过将传统的装配线转换为 seru 系统可以大大提高生产率。

在一个由 5 道工序组成的生产系统中，某种产品某一生产批次大小为 n ，假设每个工人在每道工序上的生产时间均相同，令工人 1、工人 2、工人 3、工人 4 和工人 5 完成任一道工序的时间分别为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 和 t_5 。则传统装配线完成该产品生产的时间为： $(t_1+t_2+t_3+t_4+t_5)+\max\{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}*5*(n-1)$ 。



若按照上图中所示将传统装配线转换为一个 seru 系统，这里构造了 2 个 seru 单元，工人 2 和工人 5 被安排在 seru 1，而工人 1、工人 3 和工人 4 被安排在 seru2。则

seru1 单元完成该产品生产的时间为： $((t_2+t_5)/2)*5/2*n$;

seru2 单元完成该产品生产的时间为： $((t_1+t_3+t_4)/3)*5/3*n$ 。

在一个由 10 个工人、5 种产品和 30 个生产批次的 seru 生产问题中，表 1 给定了任一工人完成任一产品每道工序所需要的时间，表 2 给出了生产批次与产品种类的对应关系。

表 1：工人生产能力表

工人\产品	1	2	3	4	5
1	0.92	0.96	1.04	1.09	1.20
2	0.95	0.97	1.09	1.12	1.18
3	0.99	1.01	1.05	1.09	1.21
4	1.03	1.07	1.09	1.12	1.25
5	0.96	1.02	1.05	1.10	1.18
6	1.01	1.10	1.10	1.15	1.23
7	1.04	1.07	1.09	1.17	1.24
8	0.98	1.02	1.10	1.11	1.20
9	0.97	1.03	1.12	1.19	1.26
10	0.98	1.06	1.13	1.18	1.28

表 2：生产批次数据表

批次编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
产品种类	3	5	3	4	1	4	1	2	2	3
批次大小	55	53	54	49	49	55	54	48	48	48
批次编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
产品种类	2	4	3	4	5	5	1	4	2	5
批次大小	46	58	48	52	48	51	54	57	54	49
批次编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
产品种类	1	3	4	5	2	3	1	4	2	3
批次大小	53	46	45	46	45	44	53	47	53	52

要求：设计一种智能优化算法，解决上述 seru 生产问题，实现完成上述所有生产任务的 seru 系统的 makespan 最小化。

提示：该问题包含两个决策变量，一个为 seru 单元的构造，即构造几个 seru 单元，每个单元由哪些工人组成；另一个为 seru 单元的 schedule，即每个 seru 单元中生产哪些批次产品，其调度序列是什么，注意一个产品批次只能够安排在一个 seru 单元中。

作业 7-2：基于逆流技术的疏散计划问题

在紧急情况下对人员进行疏散时，总是会存在供应不能满足需求急剧增加的情况，而逆流技术可以在发生紧急情况时大幅度地提高交通系统的疏散效率，是目前紧急疏散计划管理的重要手段之一。所谓逆流简单来说就是，在交通系统里，改变路线原有的方向，使其变为反方向。

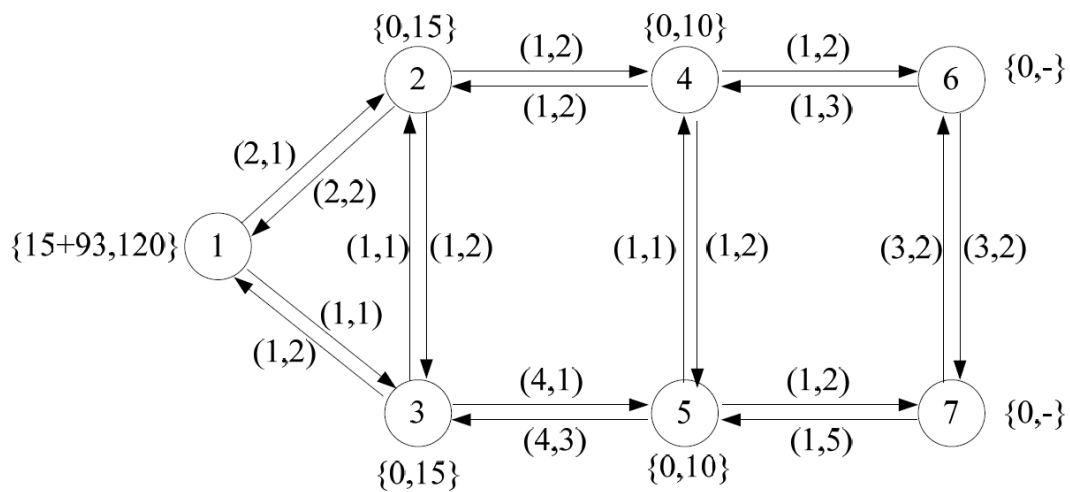


图 1. 初始交通网络

本作业的目的是研究逆流技术对人员疏散计划的影响。对于图 1 所示的由 7 个节点和 11 条双向路径的交通网络中，节点 1 为源节点，节点 6 和节点 7 为目的节点，其余节点为一般节点。

节点属性值定义为 $\{a, c\}$ ，其中 a 为待疏散人员数量， c 表示节点能力。需要说明的是源节点的属性值为 $\{15+93, 120\}$ ，意味着源节点有两类需要疏散的人员，第一类疏散人员属于优先疏散人员（可以理解为受伤人员），数量为 15，需要疏散到目的节点 6（可以认为节点 6 为医院）；第二类疏散人员为一般疏散人员，数量为 93，需要疏散到目的节点 7（可以认为该节点为临时居住地）；另外目的节点的能

力为无穷大。

路径属性值定义为 (b, c) ，其中 b 表示道路通行时间， c 表示道路通行能力。例如路径 $1 \rightarrow 2$ 上通行时间为 2，通行能力为 1；路径 $2 \rightarrow 1$ 上通行时间为 2，通行能力为 2。

整个疏散过程分为两个周期进行，第一个周期先疏散第一类人员，然后第二个周期再疏散第二类人员，于是可以考虑利用逆流技术可以增加上述交通网络的疏散效率。

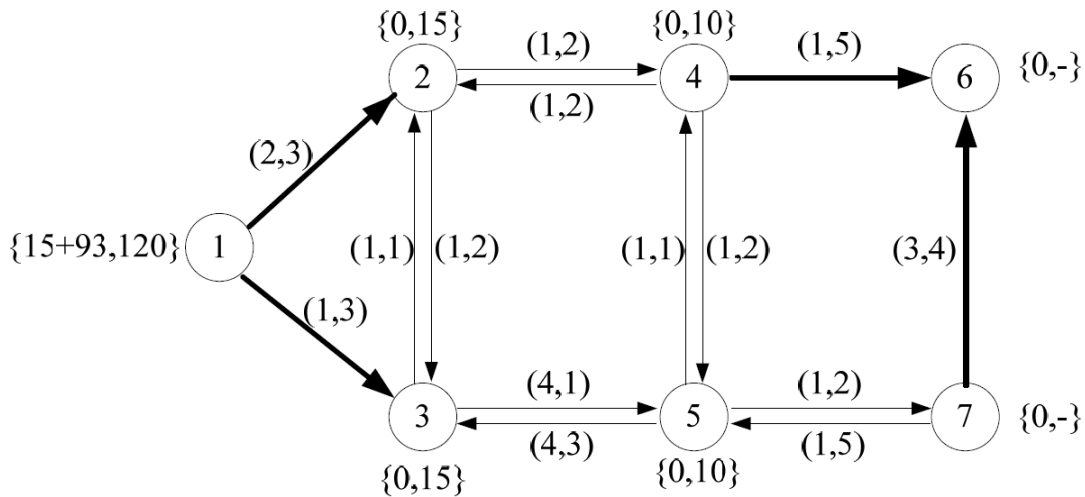


图 2. 第一个周期的初始疏散网络

图 2 给出了当疏散第一类人员时显然应该采用的逆流交通网络，其中将路径 $2 \rightarrow 1$ 逆流，这样就使得路径 $1 \rightarrow 2$ 的通行能力从 1 增加为 3。同样路径 $3 \rightarrow 1$ 、路径 $6 \rightarrow 4$ 和路径 $6 \rightarrow 7$ 均采用类似的逆流技术。

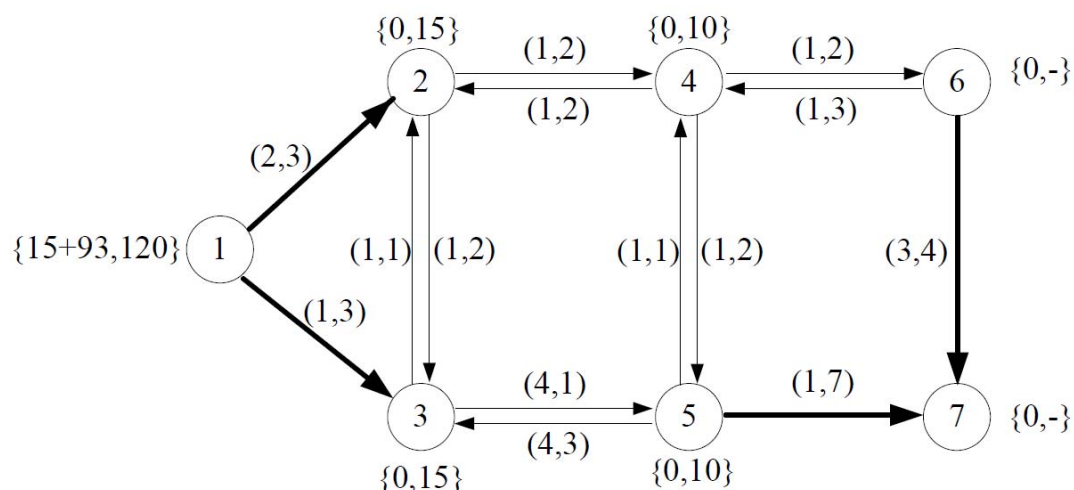


图 3. 第二个周期的初始疏散网络

同样地，当疏散第二类人员时其初始的交通网络如图 3 所示。

目前的难点是对于其余路径上应该如何进行逆流决策，可以使整个疏散时间最少？提示：整个疏散时间等于两个疏散周期时间的总和。

另外，由于对路径进行逆流操作总是需要额外的部署时间和成本，在实际疏散过程中并不希望进行过多的逆流操作。另一个难点在于如何考虑路径逆流对整个网络的影响？提示：路径逆流影响程度可以定义为逆流路径的数量/总路径的数量。

要求：设计一种智能优化算法，解决基于逆流技术的疏散计划问题，在实现整个系统疏散时间最小化目标的前提下保证逆流程度最小。