

订单协同配送问题

随着互联网与电子商务技术的快速发展,网购已经成为人们日常生活的一个重要部分。网购的发展也极大地促进了物流业的发展。物流服务是极其重要的核心要素,从某种意义上来说物流服务的优质与否能够决定电商、零售企业的成败,成为了企业的核心竞争力。为了更好的服务客户和降低成本,物流或快递公司通常会设置众多配送站点,即物流或者快递公司在城市的物流节点,这些站点主要负责快递的收发,主要用于寄快递和收快递。现考虑某快递公司 K 在城市 H 的各配送站点(下称站点)间的订单协同配送问题。

客户订单通常由到达城市 H 和从城市 H 寄出的两类订单组成,到达城市 H 的订单首先会被分配到某一个站点,然后再经快递公司运输车配送到目的地所属的配送站点;而寄出城市 H 的订单首先要经快递公司运输车从出发地所属站点配送到城市 H 的某一个站点,再经该站点被配送到市内或市外目的地。即我们可以假定每一个订单在城市 H 都有一个初始站点和结束站点,允许多个订单具有相同的初始站点和结束站点,为简化问题,我们假定所有站点都排列在一条直线上并依次从小到大进行标号,且每个订单的初始站点标号小于其结束站点标号。假设快递公司 K 在城市 H 共有 n 个站点,某时段内共有 m 件订单需要在 n 个站点之间进行运输。每一个订单 d_i 从其初始站点出发通过运输车配送到其结束站点,一旦订单 d_i 到达其结束站点将立即被搬运下车(运输车辆停车),同时若该结束站点也是另一订单 d_j 的初始站点,则运输车可以把订单 d_j 搬运到车辆上继续进行配送。但每辆运输车的容量相同且有限,既每辆运输车最多同时携带的订单件数不超过 C 。请你们为快递公司 K 制定订单协同配送方案,可行的配送方案须满足(1)每个订单都能到达其结束站点(2)满足运输车辆容量要求。为便于理解,我们给出示例(见下页)。请你们回答以下四个问题:

- (1) 假设快递公司 K 的运输车辆无限多,优化目标是极小化所有运输车辆的总停车次数。针对 $C=1$ 的情形,建立此问题的一般数学模型,设计高效的求解算法给出最优订单协同配送方案,并利用数据中的四个实例进行验证。(实例 4 中的计算结果可作为附件提交。)
- (2) 假设快递公司 K 的运输车辆无限多,优化目标是极小化所有运输车辆的总停车次数。针对 $C=2$ 的情形,建立此问题的一般数学模型,设计高效的求解算法给出最优订单协同配送方案,并利用数据中的四个实例进行验证。(实例 4 中的计算结果可作为附件提交。)
- (3) 假设快递公司 K 的运输车辆有限,而且当运输车把它上面的最后一个订单配送到结束站点后,该运输车即结束其配送运输服务(所有车辆运行方向都是从左往右,不允许调头)。优化目标是极小化所使用运输车辆总个数。针对 $C=2$ 的情形,建立此问题的一般数学模型,设计高效的求解算法给出最优订单协同配送方案,并利用数据中的四个实例进行验证。(实例 4 中的计算结果可作为附件提交。)
- (4) 假设快递公司 K 的运输车辆有限,同时考虑极小化所使用运输车辆总个数和极小化所有运输车辆的总停车次数的两个目标。针对 $C=2$ 的情形,建立此问题的一般数学模型,设计高效的求解算法给出最优订单协同配送方案,并利用数据中的四个实例进行验证。(实例 4 中的计算结果可作为附件提交。)

示例：站点个数 5，订单件数 5，订单 1 (d_1) 的初始站点是 0，结束站点是 3（如下图所示），订单 2 (d_2) 的初始站点是 0，结束站点是 1，订单 3 (d_3) 的初始站点是 1，结束站点是 3，订单 4 (d_4) 的初始站点是 2，结束站点是 4，订单 5 (d_5) 的初始站点是 1，结束站点是 2。

若 $C=1$ ，即每辆车同时最多能够携带或者运输 1 件订单，则一个可行的配送方案是：订单 1 单独一辆车（停车次数为 2），订单 2 和 3 共用一辆车（停车次数为 3），订单 4 和 5 共用一辆车（停车次数为 3），该配送方案共使用 3 辆车，总停车次数为 8。另外一个可行的配送方案是：订单 1 单独一辆车（停车次数为 2），订单 2、5 和 4 共用一辆车（停车次数为 4），订单 3 单独一辆车（停车次数为 2），该配送方案共使用 3 辆车，总停车次数为 8。

若 $C=2$ ，即每辆车同时最多能够携带或者运输 2 件订单，则一个可行的配送方案是：订单 1,2,4 和 5 共用一辆车（停车次数为 5），订单 3 单独一辆车（停车次数为 2），该配送方案共使用 2 辆车，总停车次数为 7。另外一个可行的配送方案是：订单 1,2 和 3 共用一辆车（停车次数为 3），订单 4 和 5 共用一辆车（停车次数为 3），该配送方案共使用 2 辆车，总停车次数为 6。

