## 1. 问题描述

该问题主要考虑冷链末端节点的分配问题，假设三级供应链，一个配送中心，多个末端节点，多个客户。其中，配送中心及客户为已知量，末端节点为未知量，需通过模型的建立，从备选节点中选定末端节点，并确定各末端节点的管辖客户，同时，由于末端节点至客户端有自提及送货上门两种方式，因此还需确定末端节点至各客户端是何种运输方式。

## 2. 模型建立

2.1 上层规划模型

上层规划模型从规划者角度出发，以总运输成本及节点成本最低为目标。

2.1.1 运输成本

小车配送

大车配送

客户

末端节点

配送中心

自提

g表示配送中心，，G为配送中心集合

i表示末端节点，，I为末端节点集合

j表示客户，，J为客户集合

Mgi：g到i的距离

Nij：i到j的距离

cA：A型车单位距离成本

cB：B型车单位距离成本

xgi：g到i的货运量

yij：i到j的货运量

因此，配送中心至末端节点端的运输成本为 ，末端节点至客户的运输成本仅对非自提客户有效，其运输成本为。其运输总成本为：

2.1.2 冷藏及货损成本

FA表示A型车的冷藏成本

FB表示B型车的冷藏成本

HA表示A型车的货损成本

H­B表示B型车的货损成本

TOD表示车辆从配送中心出发的时间

TO表示车辆经过末端节点后返回到配送中心的时间

tOD表示车辆从末端节点出发的时间

tO表示车辆经过客户后返回到末端节点的时间

因此，其冷藏货损成本为：（有待进一步更正）

2.1.3 固定节点成本

fi：末端节点i的建设成本

因此，其节点固定节点成本为：

综上所述，上层规划的模型建立如下：

s.t.

式（2）中及分别为第i个末端节点货物处理量的上下限，式（3）中表示配送中g的最大货物处理量，式（4）表示配送中心至末端节点的货物量与末端节点至客户的货物量相等，式（5）中B表示末端节点建设的最大预算，式（6）表示最少建立一个末端节点。

2.2 下层规划模型

下层规划模型主要从客户角度出发，客户在末端节点选定的情况，以客户总成本最小，选择客户与末端节点间的分配关系。由于末端节点至客户端有自提、非自提两种方式，因此，分两部分进行客户成本的计算。

2.2.1 自提客户

对于自提客户而言，唯一影响其成本的为运输距离，因此

其中为客户自提运输单位距离的人工成本。

2.2.2 非自提客户

对于非自提客户而言，虽无距离影响的人工成本，但具有货物从末端节点运送至客户端的时间等待成本。因此：

综上所述，下层规划的模型建立如下：

s.t.

式（9）中、分别表示末端节点i在一定时期内货物处理能力的最小、最大值，式（10）表示末端节点i被选中，才有末端节点至客户的运量，式（11）表示末端节点至客户的运量大于0，式（12）表示客户自提总数量应不大于客户总数。

**上层规划模型：**

s.t.

**下层规划模型：**

s.t.

## 3. 求解算法

上下层模型互有联系，相互给定相关值，反复迭代进行求解。

步骤1：设定初始解，令迭代次数n=0；

步骤2：对于给定的，运用遗传算法，求解下层模型中的最优解，获得及；

步骤3：将及代入上层规划模型中，运用遗传算法，求解上层模型中的最优解，获得及;

步骤4：若上层规划模型相邻2次计算的目标值存在关系（为迭代精度），停止迭代；否则，令，转步骤2。