

电子商务网络中先导系统容量与结构的确定

刘震宇

(厦门大学管理科学系, 福建 厦门 361005)

摘要: 主要讨论大型电子商务网络中先导系统的容量与结构规划问题. 通过通信分析, 了解当前系统的通信流量, 而后应用整数规划模型计算出在一定预算约束之下先导系统的最大容量与结构.

关键词: 通信流量; 先导系统; 容量; 结构

中图分类号: F 270.7

文献标识码: A

1 问题的提出

随着电子商务的迅速发展, 许多组织积极筹建电子商务网络. 特别是跨国或跨区域的大型企业, 为了构建一个供应链, 常需要建立一个把所有伙伴连接起来的电子商务网络. 这一般要分步进行, 在第一步中先实现一个先导系统, 作为整个网络的基础, 覆盖最可能从中获利的区域. 这样做的原因在于: 若要一步到位全面实现覆盖各个伙伴的电子商务系统, 一缺少足够的资源, 包括人、财、物等; 二不可能一下子对所有伙伴的有关工作人员进行培训, 学习如何使用该系统; 三对负责实施的部门要求太高, 包括技术和人力上等; 四对管理这样一个系统没有经验, 而且系统实现时伴随而来的企业过程重组工作量大且很复杂; 五对该系统的效益的实现没有足够的把握, 需要用实践验证. 为了解决这些问题, 先实现一个先导系统, 进行探索并积累经验是必要的, 同时也可以缓解资源不足的问题.

然而, 要实现一个电子商务网络的前导系统, 至少要解决以下两个问题: (i) 先导阶段上系统的

容量多大为好; (ii) 哪些伙伴应纳入先导系统中. 这就是说, 同时需要解决先导系统的容量与结构两个方面的问题.

为了解决上述两个问题, 通常的做法是, 根据业务的需要, 在一定的资源约束下, 先挑选出整个系统的一些最重要的合作伙伴, 将他们纳入先导系统的实现范围内, 为今后逐步实现整个系统打下基础. 但这需要严格的定量化准则, 人为地进行挑选总存在着某种随意性, 不能保证满足对先导系统提出的要求. 本文提出了一种系统化的方法, 来解决先导系统的容量与结构两个方面的问题. 具体地说, 就是先对整个网络中各个伙伴之间的信息流量进行分析, 即通信分析, 而后在一定的资源约束下, 建立一个整数规划模型, 以确定先导系统的容量与结构, 从而为整个电子商务网络的初步实现提供一种较为客观而满意的方案.

2 通信分析

我们从现有网络结构的角度出发, 分析网络中各个伙伴之间的通信流量及其结构. 这里不考虑先导系统实现时企业过程的重组问题, 也不考虑每个伙伴内部的通信问题.

通信分析的步骤与内容如下:

第一步: 确定网络中所有伙伴的数量及其所处的地理位置.

收稿日期: 2003-07-15

基金项目: 国家社会科学基金(02BJ Y110)资助

作者简介: 刘震宇(1961-), 男, 教授.

第二步:确定每个伙伴与其它伙伴之间的通信流量,即信息流量.具体做法是,根据通信介质(如,信件、标准表格、报告、电话或电传通信、面谈等等)及每种介质中包含的信息量(如,一份文档的平均页数、一次谈话经历的时间长短等)来进行流量估算.其结果可以用图表记录.在为每种传统的通信介质统计出一定单位时间内的通信流量的基础上,考虑用电子通信介质取代前者,计算出各个伙伴之间在一定时间单位内相应的电子通信流量为多少.即把每种要被替代的传统通信介质在一定时间内的通信流量折算为电子通信流量,用诸如每单位时间有多少千比特的通信流量来表示.

第三步:找出目前通信中信息交流的弱点,即哪些伙伴之间的通信流量大而通信有困难.

第四步:分别计算出每个伙伴电子化通信介质与传统通信介质使用的情况下相应的成本及效益.通常,人们大约能估计出成本,但效益的量化计算十分困难.为了避免成本与效益计算上的困难,在下面的建模过程中,我们假设成本和效益与通信流量直接相关,先导系统在一定的约束条件下能达到最大的容量,就能使其净效益最大化.

3 先导系统的容量与结构优化模型

设一个具有 N 个伙伴的网络,希望通过一个电子商务网络把各个伙伴连接起来,计划先实现一个先导系统.不同的两个伙伴分别用 i 和 j 表示.对要被电子通信介质取代的传统介质 m 来说 ($m = 1, 2, \dots, M$),从伙伴 i 到伙伴 j ,在一个给定的时间单位内(如一周或一个月),其最可能的实际通信量为 S_{ijm} .这两个伙伴之间的电子通信量为 g_{ij} (例如,每周或每月千比特),则有

$$g_{ij} = \sum_{m=1}^M V_m S_{ijm} \quad (i, j = 1, \dots, N) \quad (1)$$

式中, V_m 为对每一种传统通信介质每一单位量的换算系数(例如,每一书面报告中每页含有的千比特数).

设 Q_{ij} 为伙伴 i 和伙伴 j 之间总的通信流量,则有

$$Q_{ij} = g_{ij} + g_{ji} \quad (i, j = 1, \dots, N) \quad (2)$$

其中, Q_{ij} 也称为伙伴 i 与伙伴 j 之间的“通信强

度”,它与通信的方向无关,即 $Q_{ij} = Q_{ji}$. 而在一个伙伴内部的通信流量不予考虑,即 $Q_{ii} = Q_{jj} = 0$.

实际上,一个双向通信网可用无向图 $G = (W, U)$ 来表示,这里 W 是伙伴的集合, U 是各个伙伴 (i, j) 之间的通信联系的集合.若某两个伙伴之间无通信联系,则它们之间的通信强度为零.于是,网络的总容量 Q 为各个伙伴之间通信强度之和,即

$$Q = \sum_{(i,j) \in U} Q_{ij} \quad (3)$$

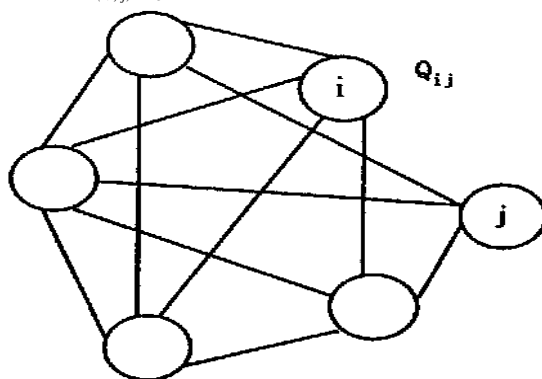


图1 一个双向通信网络
 $G = (W, U)$

Fig. 1 A communication network with full direction

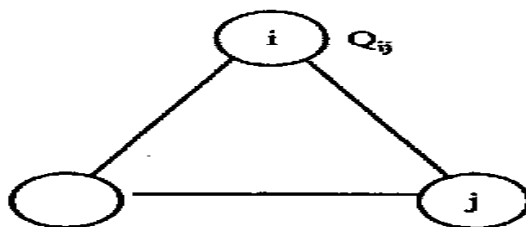


图2 通信网络的前导系统
 $G' = (W', U')$

Fig. 2 Pilot system of communication network

先导系统是一个子图,即 $G' = (W', U')$, $W' \subseteq W, U' \subseteq U$. W' 中的各个结点是纳入先导系统的各个伙伴,即 $i \in W'$;而 U' 是先导系统总的通信联系的集合,即 $(i, j) \in U'$.

对一个电子商务网络而言,一个明显的策略是使子图 G' 的总容量 Q 最大,即

$$\max Q = \sum_{(i,j) \in U'} Q_{ij} x_i x_j \quad (4)$$

式中, x_i, x_j 为 0 - 1 变量.若 $x_i = 1$,则伙伴 i 入

选先导系统,若 $x_i = 0$,则伙伴 i 未入选先导系统.对 x_i 也有同样的意义.

在实现先导系统时,需要考虑各种预算约束,其一般的形式是

$$\sum_{i \in W} a_i^{(k)} x_i + \sum_{(i,j) \in U} b_{ij}^{(k)} x_i x_j + c^{(k)} (G') \leq B^{(k)}, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (5)$$

式中, $a_i^{(k)}$ 为伙伴 i 的第 k 种资源或成本支出;

$b_{ij}^{(k)}$ 为伙伴 i 与 j 之间的连接的第 k 种费用或资源消耗;

$c^{(k)} (G')$ 为先导系统中第 k 种资源或成本的其它用途总和,它与特定的网络结构有关;

$B^{(k)}$ 为给定的第 k 种可用的资源或成本约束界限.

k 表示第 k 种约束.

在具体应用中,预算约束可能是多方面的,例如:

() 参加先导阶段的最多人数为 $B^{(1)}$,则有

$$\sum_{i \in W} a_i^{(1)} x_i \leq B^{(1)} \quad (6)$$

() 先导系统中单位时间(如每月或每年)的成本约束,则

$$\sum_{i \in W} a_i^{(2)} x_i + \sum_{(i,j) \in U} b_{ij}^{(2)} x_i x_j + c^{(2)} (\sum_{i \in W} a_i^{(1)} x_i) \leq B^{(2)} \quad (7)$$

式中, $a_i^{(2)}$ 和 $b_{ij}^{(2)}$ 分别表示伙伴 i 的相应成本(如,用于计算机系统设施及安装的费用)和每单位时间通信的相应成本(如,负载成本,元/千比特); $c^{(2)} (\cdot)$ 是一种半可变成本,它取决于系统用户数的变化,例如分阶段的软件费用. $B^{(2)}$ 是可提供的最大预算.

若对先导系统包含的伙伴数有限制,最少要有 W_{\min} 个伙伴纳入该系统中,则有

$$\sum_{i \in W} x_i \geq W_{\min} \quad (8)$$

另外,在实际中某两个伙伴之间有一定的依赖关系,则有以下约束

$$x_i - x_j \leq 0, (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (9)$$

式中的伙伴 i 依赖于伙伴 j 是否入选,即伙伴 j 入选才能使伙伴 i 入选.

还有一种所谓的紧密互补约束,即

$$x_i - x_j = 0 (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (10)$$

式中的含义为,要求伙伴 i 和伙伴 j 均入选或均不入选.

4 模型的数值解法

由以上讨论,得到了确定先导系统规模的一般模型,即

目标函数: $\text{Max } Q = \sum_{i=1}^N \sum_{j>i}^N Q_{ij} x_i x_j$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N a_i^{(k)} X_i + \sum_{j>i}^N b_{ij}^{(k)} X_i X_j + C^{(k)} (G') \\ B^{(k)} (k = 1, 2, \dots, k) \\ \sum_{i=1}^N X_i \geq W_{\min} \\ X_i - X_j \leq 0 \quad i, j = (1, 2, \dots, N) \\ X_i - X_j = 0 \quad i, j = (1, 2, \dots, N) \\ X_i, X_j = 0 \text{ 或 } 1 \end{cases} \quad (11)$$

上式中 $C^{(k)} (G')$ 不是显式函数,它与 G' 的结构有关,我们可以定义如下约束:

$$P_l = \sum_{i=1}^N a_i^{(1)} x_i (l = 1, 2, \dots, \max)$$

该式给出了整个先导系统的用户数,则有

$$C^{(2)} (G') = C^{(2)} (P) = \begin{cases} 0, & \text{当 } P = 0; \\ C_1, & \text{当 } 0 < P \leq P_1; \\ C_2, & \text{当 } P_1 < P \leq P_2; \\ C_3, & \text{当 } P_2 < P \leq P_{\max} \end{cases}$$

这里 C_1, C_2 和 C_3 是跳跃式的费用,取决于系统用户数,即 $C^{(2)} (G')$ 是依赖系统用户数而变的半可变成本. 于是有

$$C^{(2)} (P) = C_1 Y_1 + C_2 Y_2 + C_3 Y_3$$
$$Y_i \in \{0, 1\}$$

且有以下关系式成立

$$P / P_{\max} \leq Y_3 \leq P / (P_2 + 1)$$
$$(P - P_1) / P_{\max} \leq (Y_2 + Y_3) \leq P / (P_1 + 1)$$
$$P / P_{\max} \leq (Y_1 + Y_2 + Y_3) \leq P$$

为了提高计算效率,我们对目标函数作如下变换:

$$\text{令 } Z_i = X_i (D_i^i - \sum_{j>i}^N Q_{ij} X_j) \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

这里, $D_i^i = \sum_{j>i}^N Q_{ij} (i = 1, 2, \dots, N)$

若 $X_i = 1$,则存在一个 Z_i 与之对应,否则 $Z_i = 0$,且 $Z_i \geq 0, (i = 1, 2, \dots, N)$.

将上式代入式(8)中的目标函数,则有

$$\text{Max } Q = \sum_{i=1}^N (D_i^t X_i - Z_i) \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

且有

$$Z_i = D_i^t X_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j>i}}^N Q_{ij} X_j \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

$$Z_i = D_i^t X_i \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

上述模型曾用于以某大公司为主的电子商务网络的先导系统的选择,用有关算法程序在 PIII 个人机上计算有 92 个伙伴的整个网络的先导系统的确定,大约的计算时间为 3 min.

5 结束语

电子商务网络的建设一般采用总体规划、分步实现的策略,先导系统作为实现的第一步,其成

败关系重大.上述的讨论力图为这种先导系统容量和结构的选择提供一种客观的构成标准,减少人为因素的影响.

实际上,上述方法经过简单的修改,可以推广应用到整个网络容量和结构的选择上.我们希望这一简单的模型能有效的解决实际问题,而不是只追求其数学上的完美和算法的高效率.

参考文献:

- [1] 钱颂迪,主编.运筹学[M].第二版.北京:清华大学出版社,1990.
- [2] Bar-Ilan A, Strange W C. A model of sequential investment[J].Journal of Economic Dynamics and Control, 1998,22: 437 - 463.

Determination of the Structure and Capacity of a Pilot System for Large Scale E-Commerce Networks

LIU Zhen-yu

(Dept. of Management Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract : In this paper, a systematic approach for determining the capacity and structure of a pilot system in E-commerce network is introduced. Firstly, a communication analysis is conducted for understanding the communication traffics in the current system. Secondly, a model based on integer programming is proposed to optimize the capacity and structure of the pilot system under certain constrains.

Key words : communication traffic ;pilot system ;capacity ;structure