

文章编号:1005—0523(2007)01—0082—03

基于蚁群算法的供应链系统脆性研究

刁力,刘西林

(西北工业大学 管理学院,陕西 西安 710072)

摘要:随着供应链系统的规模不断扩大,多层次结构和外部环境因素使得供应链系统复杂程度越来越高,通过应用蚁群算法对供应链中系统脆性分析可寻找供应链系统脆性因子的最佳路径。

关键词:系统脆性;供应链;蚁群算法

中图分类号:N945.16 **文献标识码:**A

1 供应链以及系统脆性

脆性(Brittleness)是复杂系统的一个基本属性,它是随着系统的演化而发生变化。对于一个开放的复杂系统,当它的一个子系统遭受足够大的外力(其中外力除了物理意义上的外力,也包括信息,物质流等外界因素)打击时,会使原来的有序状态破坏,进而形成一种新的无序状态,此时称该子系统崩溃(Collapse)。子系统会与其它的系统交换物质和能量,因此它的崩溃会使其它与其交换物质和能量的子系统的有序状态遭到破坏,最后产生崩溃。依次递推,随着崩溃子系统数量的增多,层次的扩大,最终将导致整个复杂系统崩溃。^[1]

供应链系统是由供应商、制造商、分销商和零售商等多个企业构成,并由物流、信息流和资金流连接起来的系统,具有开放性、动态性、各个环节交互作用等特点,具有开放的复杂系统所有特征,属于开放的复杂系统范畴。^[2]

供应链系统是一个典型的复杂系统,由于供应链系统各个子系统自身的缺陷,外界的干扰可能会使它的一个或多个子系统出现破坏,进而使整个系统无法正常工作,这就是供应链的脆性表现。正确分析供应链系统脆性,提供寻求寻找脆性因子的最佳路径,可保证供应链系统稳定持续运行。

2 供应链系统脆性结构模型

复杂系统模型由脆性结构、脆性事件、脆性因子构成,根据复杂系统脆性结构模型,结合供应链系统的特点,可以得到一个供应链系统脆性结构模型。^{[3][4]}

由图1可以看出:供应链的系统脆性受到各个子系统的脆性影响;系统事件是建立在供应链系统结构的基础上由脆性因子而引起发生的。供应链的系统脆性 x 设为与系统的脆性因 $x_i(i=1,2,\dots,1)$ 子有关的连续随机变量, $x=x_1+x_2+\dots+x_q$,其中 $x_i\in N(0,1)$ 分布,则 x 服从 $N(0,q)$ 分布,供应链系统 S 的脆性为:

$$\begin{aligned} \max S &= \frac{\ln(2\pi)}{4q^3\sqrt{\pi}} \int_R e^{\frac{x^2}{2q}} x^2 dx \\ s.t. \quad &\int_R \frac{1}{\sqrt{2\pi q}} e^{\frac{x^2}{2q}} x^2 dx = 1 \end{aligned}$$

其中 R 为随机变量的集合。^[4]

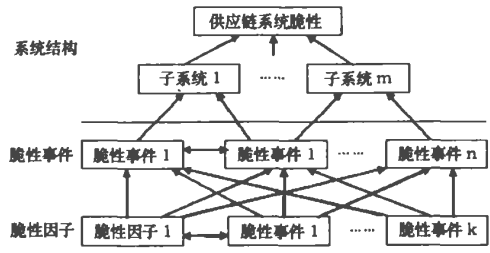


图1 供应链系统脆性结构

3 蚁群算法在供应链系统中的应用

3.1 供应链系统的脆性关系图

在供应链的脆性结构模型中,每层结构都具有分解性。

对于某个脆性事件 I_j , 可以分解成为多个子事件 $I_{j1}, I_{j2}, I_{j3}, \dots$.

引入供应链脆性传递路径的概念, 它是由于供应链系统链状或网状的系统结构决定的, 脆性因子通过脆性传递路径产生作用, 产生子事件及脆性事件. 供应链系统的脆性可以描述成以下逻辑关系.

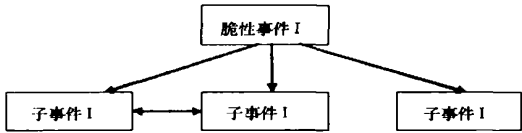


图 2 脆性事件的分解结构

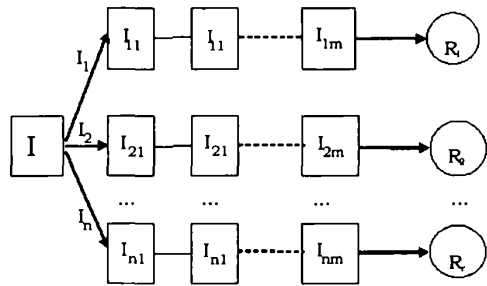


图 3 供应链系统脆性逻辑关系图

图 3 描述了供应链系统中多路径的系统脆性逻辑图, 脆性事件 I 对应 n 条脆性传递路径 $l_1, l_2, \dots, l_n$ 和 n 个可能的脆性因子 $R_1, R_2, \dots, R_n$. 第 i 条脆性传递路径 l_i 上有 m_i 个子事件 $I_{m1}, I_{m2}, \dots, I_{mi}$. 通过第 i 条脆性传递路径 l_i 可以确定第 i 个脆性因子 $R_i (i=1, 2, \dots, n)$.

3.2 脆性因子最佳路径选择

分析供应链系统脆性时会遇到以下问题: 如何确定 n 条脆性传递路径 $l_1, l_2, \dots, l_n$ 的先后顺序; 如何确定第 i 条脆性传递路径 l_i 上有个子事件 $I_{m1}, I_{m2}, \dots, I_{mi}$ 的先后次序. 由于不同的脆性因子的重要程度不同, 重要度大的脆性因子需要优先考虑; 在同一条脆性传递路径上的子事件发生的概率不同, 容易发生的子事件需要优先考虑.

20 世纪 90 年代意大利学者 M. dorigo、V. Maniezzo、A. Colomni 等人从生物进化的机理受到启发, 通过模拟自然界的蚂蚁的寻径行为, 提出了蚁群算法.

在图 1 中假设有一群蚂蚁在脆性事件 I 处觅得食物, 每一只蚂蚁可以选择 n 条中的一条脆性传递路径 l_k 爬行回到自己的巢穴 $R_k (k=1, 2, \dots, n)$. 当蚂蚁爬过某一条路径时, 会在该路径上留下一定量的信息, 往后的蚂蚁可根据路径上的信息的浓度, 并考虑各脆性因子的重要度, 按照一定的概率选择路径.

设蚂蚁通过第 i 条脆性传递路径 l_i 上第 j 个子事件 I_{ij} 的难易度为 $d(i, j)$, 其中 $(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m_i)$. 由于要确定脆性因子 R_i , 最多需要 m_i 通过 n 次子事件, 最少只需要通过 1 子事件, 蚂蚁通过该条脆性传递路径的最大代价为

$$\text{Max}(i)=\sum_{j=1}^{m_i}d(i,j)$$

最小代价是:

$$\text{Min}(i)=\min\{d(i,1),d(i,2),\cdots,d(i,m_i)\}$$

单个蚂蚁在脆性传递路径 l_i 上释放的信息浓度为:

$$Q(i)=\frac{1}{\text{Max}(i)+\text{Min}(i)}$$

若蚂蚁通过某条脆性传递路径的难度越小, 蚁群更倾向于选择该路径, 并在其上释放的信息也就越多. 设 t 时刻第 i 条路径上信息的浓度为 $\tau(t, i)$, 该路径对应的脆性因子 R_i 的重要度为 $\eta(i)$, 则时刻 t 时刻蚁群对 i 条路径 l_i 选择的概率为:

$$p(t,i)=\frac{[\tau(t,i)]^\alpha[\eta(i)]^\beta}{\sum_{i=1}^n[\tau(t,i)]^\alpha[\eta(i)]^\beta}$$

其中 α, β 皆为常数, 可以调节其大小以改变信息浓度 $\tau(t, i)$ 和脆性因子重要度 $\eta(i)$ 对选择概率影响的相对重要性. 当 t 到 $t+1$ 有 s 只蚂蚁选择 i 条脆性传递路径, 则该条路径上的信息增加量为 $\Delta\tau=Q(i)s$, $t+1$ 时该条路径上的信息浓度为 $\tau(t+1)=\tau(t)+\Delta\tau$.

蚁群在初始状态, 各条脆性传递路径的初始信息浓度均为零, 路径可随机选择. 随着时间的推移, 信息浓度越高, 脆性因子重要度越大的路径, 被蚁群选中的概率越大. 通过一定规模的蚁群一段时间的爬行, 最终蚁群总可以找到一条最优的回巢路径. 这样可以根据各路径上蚂蚁留下的信息浓度决定脆性传递路径选择的优先次序. 信息浓度越大, 选择这条路径优先级越高, 从而更容易确定脆性因子.

4 算例

选取某一供应链系统对该系统脆性进行仿真, 该系统如图 3 所示, 该系统有 3 条脆性传递路径, 即 l_1, l_2, l_3 , 各个路径子事件数量分别均为 1.

供应链中因某一脆性因子导致脆性事件经常发生, 则该脆性因子在系统中处于优先地位, 定义该脆性因子的重要度为脆性事件的发生概率, 经过实践经验, 可知, 该系统的脆性因子的重要度: $\eta_1=0.4, \eta_2=0.7, \eta_3=0.5$

蚂蚁通过某一路径的困难程度用其代价表示: $d_1=2.5, d_2=3, d_3=1.8$.

则某个蚂蚁该路径的信息浓度: $Q_1=0.2, Q_2=0.166667, Q_3=0.277778$.

取蚁群大小为 100, 取 $\alpha=0.3, \beta=0.5$, 若规定单位事件内某条路径上只允许一只蚂蚁通过, 通过计算机进行仿真, 最终可以得到路径 l_1, l_2, l_3 上的信息浓度为 $l_1=0.2, l_2=16.3333, l_3=0.2778$, 则系统脆性因子的选择次序为 l_2, l_3, l_1 .

5 结 论

供应链系统是典型的复杂系统,脆性亦为供应链的特征属性,应用蚁群算法同时考虑到供应链脆性因子的重要性和脆性事件的发生概率,可以有效的选择导致供应链脆性事件发生的脆性因子。

参考文献:

[1] 韦琦,金鸿章,姚绪梁,郭健.基于脆性的复杂系统崩溃的初探,哈尔滨工程大学学报,2003,24(2):161-165.

[2] 蒋白桦,王丹力,王宏安,戴国忠.从复杂性的角度分析供应链管理问题,计算机工程与应用,2002,(15)53-54.

[3] 李琦,金鸿章,林德明.复杂系统德脆性模型机构[J].系统工程,2005,(1):3-4.

[4] 钟波,谢挺.供应链系统的脆性模型研究[J].中国管理科学,2005,(5).

[5] 覃方君,田蔚风,李安,卞鸿巍.基于蚁群算法的复杂系统多故障状态的决策[J].中国惯性技术学报,2004,(4):12-15.

Analyses in Supply Chain System's Brittleness Based on Ant Colony Algorithm

DIAO Li, LIU Xi-lin

(Management College, West-North Industry Univ., Xian 710072, China)

Abstract: The growing dimensions, multilevel structures and turbulence environments make a high level of complexity in supply chain system. Applying ant colony algorithm to analyzing system's brittleness can find the optimal way to gene of the system's brittleness.

Key words: system's brittleness; supply chain; ant colony algorithm

(上接第 59 页)

[15] Hamdani H, Sun M. Aerodynamic forces and flow structures of an airfoil in some unsteady motions at small Reynolds number. Acta Mechanica, Springer-Verlag, 2000, 145: 173~187.

[16] T. Weis-Fogh, J. exp. Biol. 59, 169-230(1973).

[17] Lighthill MJ. On the Weis-Fogh mechanism of lift generation [J]. J Fluid Mech, 1973, 60: 1~17.

[18] Maxworthy T. Experiments on the Weis-Fogh mechanism of lift generation by insects in hovering flight. Part I. Dynamics of the fling[J]. J Fluid Mech, 1979, 93: 47~63.

[19] Sun M, Du G. Lift and power requirements of hovering insects flight[J]. Acta Mech Sinica, 2003, 19(5): 458~469.

[20] Dickinson M H, Lehman F O, Sane S P. Wing rotation and the aerodynamic basis of insect flight [J]. Science, 1999, 284:

1954~1960.

[21] Wang Z J. Two dimensional mechanism for insect hovering[J]. Physical Rev Lett, 2000b, 85: 2216~2219.

[22] 曾锐, 昂海松. 仿鸟复合振动的扑翼气动分析[J]. 南京航空航天大学学报, 2003, 35 (1): 7~12.

[23] Tobalske B. W, Dial K. P. Flight kinematics of black-billed magpies and pigeons over a wide range of speeds[J]. The Journal of Experimental Biology, 1999, Vol. 199: PP263~280.

[24] 曾锐, 昂海松, 梅源. 柔性扑翼的气动特性研究[J]. 应用力学学报, 2005, 22 (1): 1~7.

[25] 王姝歆, 陈国平, 周建华, 颜景平. 仿生扑翼飞行器机器人翅型的研制与实验研究[J]. 实验力学, 2006, 21 (3): 315~321.

Advances in Aerodynamics Research on Flapping-Wing Micro Air Vehicles

LI Feng, YE Zheng-yin, BAI Cun-ru

(National Key Laboratory of Aerodynamic Design and Research, NWPU, Xi'an 710072, China)

Abstract: Flapping-Wing Micro Air Vehicle (FMAV), as a new conceptual vehicle, provides a variety of functions and uses and has attracted much research attention in industrial nations. The present research situation and future development trend of the low Reynolds number aerodynamics of flapping-wing micro air vehicle (FMAV) are surveyed and several key technologies of FMAV are discussed. On this basis, the emphasis of future work of FMAV is summarized and the reference data for future design of FMAV is provided in the end.

Key words: flapping-wing micro air vehicle (FMAV); aerodynamic characteristics; vlow Reynolds number; non-steady flow