

基于决策试验和评价实验法与解释结构模型的 含有可达影响因子的网络谱系模型

李明辉¹, 夏靖波¹, 陈才强²

(1. 空军工程大学 电讯工程学院, 西安 710077; 2. 空军通信网络技术管理中心, 北京 100843)

摘要:为了解决当前通信网络建设各自为政、运行管理支撑不利等原因造成的网络管理效益难以发挥的问题,在分析网络承载关系和关联关系的基础上,提出了通信网络谱系及模型的概念。结合需求设计了基于决策试验和评价实验法与解释结构模型(DEMATEL & ISM)的可达影响因子算法,该算法充分考虑了系统的复杂程度,体现了定性问题用定量化分析的思想。最后将该算法应用于通信网络谱系模型分析,得到含有可达影响因子的网络层次关系,定量给出了网络之间的影响程度,验证了该算法的客观性和有效性。

关键词:通信技术;网络谱系;可达影响因子;中心度;原因度

中图分类号: TN711; TN915.07 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-5497(2012)03-0782-07

Network pedigree model with reachable effect factor based on DEMATEL & ISM

LI Ming-hui¹, XIA Jing-bo¹, CHEN Cai-qiang²

(1. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China; 2. Air Force Communication Networks Technology Management Center, Beijing 100843, China)

Abstract: The current communication network management benefit could not be exerted, which is aroused by disadvantaged construction and running management. In order to solve these problems, the concept of communication network pedigree and model is put forward, which is based on the relationship of network loading and network correlation. The reachable effect factor arithmetic based on DEMATEL & ISM is contrived. This method takes the complexity of systems into account and shows the definition that qualitative problem can be solved in quantitative analysis. The objectivity and efficiency of this method is verified through network pedigree analysis which includes network administrative level and effect degree.

Key words: communication; network pedigree; reachable effect factor; center degree; cause degree

收稿日期: 2011-03-17.

基金项目: 全军军事学研究生课题项目; 陕西省自然科学基金研究计划项目(2009JM8001-1); 空军工程大学电讯工程学院博士生创新基金项目(2009-002).

作者简介: 李明辉(1983-), 男, 博士研究生. 研究方向: 军事信息网络管理与安全, 网络谱系及模型.

E-mail: airminghuili@163.com

通信作者: 夏靖波(1963-), 男, 教授, 博士生导师. 研究方向: 军事信息网络管理与安全. E-mail: jbxia@sina.com

业务作为一种独立的逻辑管理实体或者软件功能实体,从提供该业务的网络中分离出来,既与提供它的承载网关联,即“提供”关系,又与使用它的被承载网关联,即“使用”关系,客观地反映了网络、业务及其之间的关系^[1-2]。文献[3]提出了混合网络的网络环境和业务环境以及几种可能的综合管理框架,简要描述了业务与专业网络以及网络之间的承载和关联关系;文献[4]按照各子网之间业务的提供方式对电信网进行分类,在垂直方向上将其划分为IP层网络等若干独立的专业网,为业务层网络提供语音、数据和视频等服务,较好地体现了相邻层网络之间的业务承载关系和网络关联关系;文献[5-6]将完整的信息网从垂直方向由下至上依次划分为传送网、业务网和应用层,其中传送网可以细分为物理层和通道层,在通道层上面可以支持由各种电路层设备组成的业务网,提供各种通信业务,而在业务网上面可以开发出种种为用户提供信息服务的应用,构成应用层。

尽管许多文献都给出了网络内在关系的研究^[1-6],但由于受到网络建设各自为政、运行管理支撑不利等因素的影响,使得通信网络承载与关联关系的研究一直处于感性阶段,没有从数学的角度给出一种科学地判断网络之间是否存在关联以及影响程度大小的定量的衡量方法,严重地束缚了通信网络管理效益的发挥。基于此,本文提出了通信网络谱系及模型的概念,并对基于DEMATEL & ISM可达影响因子的网络承载、关联关系进行了研究,量化地给出了网络间的影响程度,很好地解决了网络间层次关系的描述问题。

1 通信网络谱系及模型

谱系(Pedigree)原本是与遗传学相关的,其含义是家族谱系的简单化图表,显示了家庭成员相互之间的关系和显著的特征或疾病是如何遗传的^[7]。现在很多非遗传学的其他领域也开始使用谱系的概念。于是,借鉴上述研究并结合网络实际提出“网络谱系”的概念,以便准确定位网络内在关系。

为了便于描述,首先给出网络承载关系和网络关联关系的定义,其示意图如图1所示。

定义1 网络承载关系是指各层专业网(层网络)之间的一种服务与被服务关系,其实质是下层的网络为上层网络提供承载服务,或者说上层

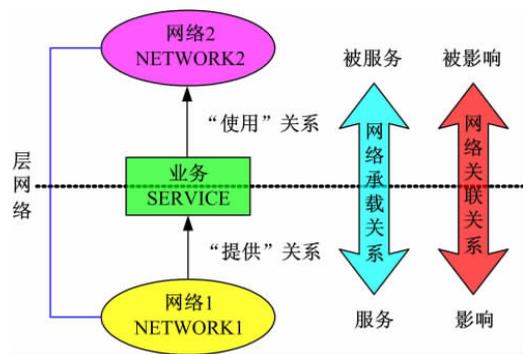


Fig. 1 Network carrying and association correlation
的网络使用了下层网络提供的承载服务^[8]。

定义2 网络关联关系是指各层专业网(层网络)之间的一种影响与被影响关系,其实质是业务承载关系的具体体现,即层网络之间的关系和网络业务是关联的。

根据网络功能的不同,通信网络可以分为多个专业网络,诸如IP网(IP network)、以太网(Ethernet network)、ATM网(ATM network)、MPLS网(MPLS network)、SDH网(SDH network)以及光传送网(Optical network)等。按照各子网相互之间的业务提供方式在逻辑上可以划分为承载和互通两种关系^[4]。承载关系是相邻专业网中最重要、最复杂的垂直关系。业务层网络由许多业务子网组成,各子网可以由光传送网(OTN)、SDH传送网、ATM传送网以及IP传送网提供承载。这种承载关系意味着上层网络的业务类型要通过下层网络的性质呈现并反映出来。同时,下层网络将承载一个或者多个上层网络,例如,ATM和IP传送网由SDH传送网承载,而SDH传送网又由光传送网提供承载。于是有:

定义3 通信网络谱系为反映各通信网络之间类似家族谱系的简单化图表,显示了所有网络成员相互间的网络承载关系、网络关联关系等显著特征,以期最大限度地提升通信网络管理效益。

定义4 通信网络谱系模型是对通信网络谱系的抽象,给出体现所有网络成员相互间网络承载关系、网络关联关系等显著特征的抽象化参考模型。

2 本文算法

2.1 基本思想

首先利用DEMATEL方法^[9-12]确定综合影

响矩阵并对整个网络系统进行综合试验与分析,进而得到中心度和原因度,通过合理引入修正因子剔除在系统中发挥作用不大的网系;在此基础上,根据改进的布尔代数法则获取可达影响因子并运用 ISM 方法^[13-14]对系统进行等级划分和区域分解,得到含有可达影响因子的网系之间的层次关系,实现对定性问题进行定量分析。

2.2 算法设计

该算法适合于要素多、关系复杂的大系统,其实施步骤如下。

(1) 初始化定义

某通信网络系统 S 包括 n_0 个网系,令其为要素,记为 $E_k (k = 1, 2, \dots, n_0)$ 。

(2) 计算要素判断矩阵和规范化直接影响矩阵

在网络系统中任选一个要素 $E_k (k = 1, 2, \dots, n_0)$ 作为参考点,请 m 位专家分别进行两两比较,判断每一个要素对参考点 E_k 的影响程度,并采用 1~9 的分级比例标度来描述。对于 m 位专家的判断结果,按照算术平均值的原则得到判断矩阵 $E^{(k)} = (e_{ij}^k)_{n_0 \times n_0}$, 其中 $e_{ij} > 0, e_{ji} = 1/e_{ij}$ 。

求解判断矩阵 $E^{(k)}$ 的最大特征值 λ_{\max}^k 及其对应的特征向量 $\eta^k = (\eta_1^k, \eta_2^k, \dots, \eta_{n_0}^k)^T$, 并根据 $C.R. = C.I./R.I. < 0.10$ 检验判断矩阵 $E^{(k)}$ 的一致性。

重复上述步骤,计算以所有要素为参考得到的向量 $\eta_1^{k(*)}, \eta_2^{k(*)}, \dots, \eta_{n_0}^{k(*)}$, 至此,这 n_0 组向量可全面反映出所有网系间的相互影响程度。于是,构造要素的影响矩阵 $R_0 = (r_{ij})_{n_0 \times n_0} = (\eta_1^{k(*)}, \eta_2^{k(*)}, \dots, \eta_{n_0}^{k(*)})^T$ 。

将影响矩阵 $R_0 = (r_{ij})_{n_0 \times n_0}$ 进行规范化处理得到规范化直接影响矩阵:

$$R_0^* = (r_{ij}^*)_{n_0 \times n_0} = (r_{ij} / \max_{1 \leq i \leq n_0} \sum_{j=1}^{n_0} r_{ij})_{n_0 \times n_0}$$

(3) 确定综合影响矩阵

求解综合影响矩阵 $T = R_0^* + R_0^{*2} + \dots + R_0^{*n}$, 当 n 足够大时,可以近似得到 $T = R_0^* \times (I - R_0^*)^{-1}$ 。

(4) 网络系统综合试验与分析

根据 DEMATEL 方法对通信网络系统进行综合试验与分析,得到要素影响度 e_i , 被影响度 e'_j , 中心度 m_i 和原因度 n_i 。其中,根据影响度和被影响度可以判断出网系之间的相互影响关系。中心度表示该网系在评价指标体系中的地位及其

所起作用的大小。原因度 $n_i > 0$, 表明该网系对其他网系影响大,称为原因网系;若 $n_i < 0$, 表明该网系受其他网系影响较大,称为结果网系;若 $n_i = 0$, 表明该网系对其他网系没有影响,并且也不受其他网系影响。

对所得中心度和原因度,设定 α, β (根据数据实际进行尝试获得,一般取值为 0.75~1.00, 该值不同将产生不同的分析结论), 作如下判断:

$$m_i < \alpha \cdot \frac{1}{n_0} \sum_{i=1}^{n_0} m_i \text{ 且 } n_i < \beta \cdot \frac{1}{n_0} \sum_{i=1}^{n_0} n_i$$

将满足上述判断式的要素在系统中剔除,以减少网系的数量,降低不重要要素对系统分析的干扰。令此时要素数目为 $n (n < n_0)$, 删除影响矩阵 $R_0 = (r_{ij})_{n_0 \times n_0}$ 中不重要要素所在的行和列,重新编号得到新的要素影响矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n} = (\eta_1^{k(*)}, \eta_2^{k(*)}, \dots, \eta_n^{k(*)})^T$ 。

(5) 计算可达影响矩阵

运用改进的布尔代数法则,即 $a_{ij} + b_{ij} = \max(a_{ij}, b_{ij}), a_{ij} \times b_{ij} = \min(a_{ij}, b_{ij})$ 对影响矩阵 R 作自乘,直到依次运算到 $R \neq R^2 \neq \dots \neq R^l = R^{l+1}$ 为止,并令可达影响矩阵 $M = R^l = r_{ij}^l (m_{ij})_{n \times n}$, 其中 $r_{ij}^l (m_{ij})$ 为可达影响因子,其含义即表示不同网系之间承载和关联关系的影响程度。

(6) 区域分解和等级划分

计算可达集合 $R(E_k)$ 和前因集合 $A(E_k)$, 对可达影响矩阵 M 进行区域分解和等级划分。

区域分解: 根据上述定义计算 $R(E_k)$ 和 $A(E_k)$, 将满足 $R(E_k) \cap A(E_k) = A(E_k)$ 的要素构成集合 L 。对于 L 中的要素 E_i 和 E_j , 若 $R(E_i) \cap R(E_j) = \emptyset$, 则 E_i 和 E_j 属于不同区域, 否则属于同一区域。如此运算,即可划分为若干区域。

等级划分: 对于同一区域而言,依次获取满足 $R(E_k) \cap A(E_k) = R(E_k)$ 的要素,找出并定义最高等级的集合、第二等级的集合、……,直到划分完毕。

(7) 构建通信网络谱系模型

对完成等级划分后的矩阵进行骨干提取,构建基于 DEMATEL&ISM 可达影响因子的网络谱系模型。其中,提取骨干元素的原则是: 优先提取本等级之间和本等级与其上一等级之间的直接连接元素,若出现某一等级元素不能够由相邻下一等级元素提供承载,则考虑非相邻下一等级元

素,以此类推。

3 算例分析

某军事通信系统包含14个不同类型的专业网系,涉及有线、无线多种通信手段,承载语音、数据、视频等多种业务^[15],在整个系统中发挥着不同的作用,相互牵制,相互影响,构成纷繁复杂的有机整体。为了从定性与定量相结合的角度充分

理清各专业网系之间的承载与关联关系程度,根据上述算法,将网系记为 $E_k(k=1,2,\dots,14)$;邀请5位专家参与网系之间影响程度的判断,定性给出1~9的分级比例标度,得到要素的影响矩阵 R_0 和综合影响矩阵 T 分别如表1和表2所示。对系统进行综合试验和分析得到的影响度、被影响度、中心度和原因度具体如表3所示,绘制因果图如图2所示。

表1 影响矩阵 R_0

Table 1 Effect matrix R_0

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}
E_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_3	0.66	0.78	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_4	0.63	0.62	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_5	0	0.20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_6	0.34	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E_7	0.20	0.34	0	0	0.78	0	1	0	0	0	0.66	0	0.40	0
E_8	0	0	0.54	0.66	0	0	0	1	0.20	0.34	0	0	0	0
E_9	0	0.66	0.34	0.50	0.40	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E_{10}	0.34	0.50	0	0.20	0.78	0	0	0	0	1	0.40	0	0	0
E_{11}	0.34	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.50	0
E_{12}	0.63	0	0	0	0	0.20	0.20	0	0	0	0.66	1	0	0
E_{13}	0	0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E_{14}	0.20	0	0	0	0	0.34	0	0	0.40	0.78	0.34	0	0	1

表2 综合影响矩阵 T

Table 2 Integrated effect matrix T

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}
E_1	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_2	0	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_3	0.3895	0.4604	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_4	0.3719	0.3660	0	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_5	0	0.1180	0	0	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E_6	0.2007	0.0246	0	0	0.2952	0.4166	0	0	0	0	0	0	0	0
E_7	0.1732	0.3466	0	0	0.4604	0	0.4166	0	0	0	0.3895	0	0.3172	0
E_8	0.2385	0.3092	0.3354	0.4308	0.0849	0	0	0.4166	0.1180	0.2007	0.0334	0	0.0070	0
E_9	0.1327	0.5507	0.2007	0.2952	0.2360	0	0	0	0.4166	0	0	0	0	0
E_{10}	0.2651	0.4173	0	0.1180	0.4604	0	0	0	0	0.4166	0.2360	0	0.0492	0
E_{11}	0.2007	0.3198	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4166	0	0.2954	0
E_{12}	0.4582	0.1189	0	0	0.0629	0.1180	0.1180	0	0	0	0.4220	0.4166	0.1077	0
E_{13}	0	0.1180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4166	0
E_{14}	0.3076	0.3253	0.0334	0.0875	0.2960	0.2007	0	0	0.2360	0.4604	0.3326	0	0.1028	0.4166

表3 综合试验与分析结果

Table 3 Result of integrated trial and analyze

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}
影响度	0.4166	0.4166	1.2665	1.1545	0.5346	0.9371	2.1035	2.1745	1.8319	1.9626	1.2325	1.8223	0.5346	2.9996
被影响度	3.1547	3.8914	0.9861	1.3481	2.3124	0.7353	0.7353	0.4166	0.7706	1.0777	1.8301	0.4166	1.2959	0.4166
中心度	3.5713	4.3080	2.2526	2.5026	2.8470	1.6724	2.8388	2.5911	2.6025	3.0403	3.0626	2.2389	1.8305	3.4162
原因度	-2.7381	-3.4748	0.1529	-0.1936	-1.7778	0.9538	1.5689	1.7579	3.5074	0.8849	-0.5976	2.7785	-0.7613	2.3823

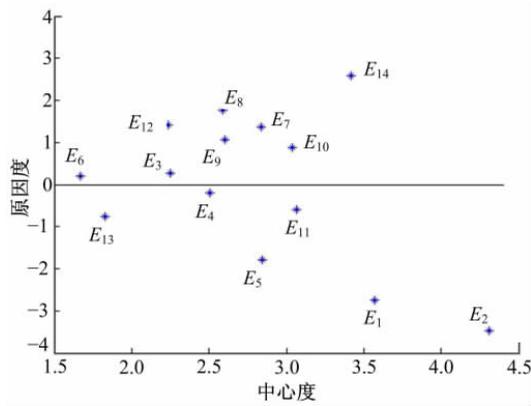


图2 通信网络要素因果图

Fig.2 Cause & effect chart of network element

取 $\alpha = \beta = 0.9$, 根据中心度、原因度判断式可以发现 E_3, E_6, E_{12}, E_{13} 的中心度较弱, 原因度也相对较小。因此, 决定略去要素 E_3, E_6, E_{12}, E_{13} , 得到新的要素影响矩阵为

$$R =$$

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.63	0.62	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0.20	0	1	0	0	0	0	0	0
0.20	0.34	0	0.78	1	0	0	0	0.66	0
0	0	0.66	0	0	1	0.20	0.34	0	0
0	0.66	0.50	0.40	0	0	1	0	0	0
0.34	0.50	0.20	0.78	0	0	0	1	0.40	0
0.34	0.50	0	0	0	0	0	0	1	0
0.20	0	0	0	0	0	0.40	0.78	0.34	1

可达影响矩阵为

$$M = R^4 =$$

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.63	0.62	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0.20	0	1	0	0	0	0	0	0
0.63	0.62	0.66	0.78	1	0	0.20	0.34	0.66	0
0.63	0.62	0.66	0.34	0	1	0.20	0.34	0.34	0
0.50	0.66	0.50	0.40	0	0	1	0	0	0
0.34	0.50	0.20	0.78	0	0	0	1	0.40	0
0.34	0.50	0	0	0	0	0	0	1	0
0.40	0.50	0.40	0.78	0	0	0.40	0.78	0.40	1

对 M 进行区域分解和等级划分可知, 所有要素属于同一区域、4 个等级, 即 $\{E_1, E_2\}, \{E_4, E_5, E_{11}\}, \{E_9, E_{10}\}, \{E_7, E_8, E_{14}\}$, 其划分过程如表 4 所示。

对等级划分后的矩阵进行骨干提取构建通信网络谱系模型如图 3 所示。其中, 连接两个网络

的箭头连线表示该网络之间具有承载关系, 两者分别处于服务和被服务的地位; 箭头连线上的数

表 4 等级划分过程

Table 4 Rank plotting process

(a) 第一(最高)等级划分

要素	$R(E_k)$	$A(E_k)$	$R(E_k) \cap A(E_k)$
E_1	E_1	$E_1, E_4, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_1
E_2	E_2	$E_2, E_4, E_5, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_2
E_4	E_1, E_2, E_4	$E_4, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{14}$	E_4
E_5	E_2, E_5	$E_5, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{14}$	E_5
E_7	$E_1, E_2, E_4, E_5, E_7, E_9, E_{10}, E_{11}$	E_7	E_7
E_8	$E_1, E_2, E_4, E_5, E_8, E_9, E_{10}, E_{11}$	E_8	E_8
E_9	E_1, E_2, E_4, E_5, E_9	E_7, E_8, E_9, E_{14}	E_9
E_{10}	$E_1, E_2, E_4, E_5, E_{10}, E_{11}$	E_7, E_8, E_{10}, E_{14}	E_{10}
E_{11}	E_1, E_2, E_{11}	$E_7, E_8, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_{11}
E_{14}	$E_1, E_2, E_4, E_5, E_9, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_{14}	E_{14}

(b) 第二等级划分

要素	$R(E_k)$	$A(E_k)$	$R(E_k) \cap A(E_k)$
E_4	E_4	$E_4, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{14}$	E_4
E_5	E_5	$E_5, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{14}$	E_5
E_7	$E_4, E_5, E_7, E_9, E_{10}, E_{11}$	E_7	E_7
E_8	$E_4, E_5, E_8, E_9, E_{10}, E_{11}$	E_8	E_8
E_9	E_4, E_5, E_9	E_7, E_8, E_9, E_{14}	E_9
E_{10}	E_4, E_5, E_{10}, E_{11}	E_7, E_8, E_{10}, E_{14}	E_{10}
E_{11}	E_{11}	$E_7, E_8, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_{11}
E_{14}	$E_4, E_5, E_9, E_{10}, E_{11}, E_{14}$	E_{14}	E_{14}

(c) 第三等级划分

要素	$R(E_k)$	$A(E_k)$	$R(E_k) \cap A(E_k)$
E_7	E_7, E_9, E_{10}	E_7	E_7
E_8	E_8, E_9, E_{10}	E_8	E_8
E_9	E_9	E_7, E_8, E_9, E_{14}	E_9
E_{10}	E_{10}	E_7, E_8, E_{10}, E_{14}	E_{10}
E_{14}	E_9, E_{10}, E_{14}	E_{14}	E_{14}

(d) 第四等级划分

要素	$R(E_k)$	$A(E_k)$	$R(E_k) \cap A(E_k)$
E_7	E_7	E_7	E_7
E_8	E_8	E_8	E_8
E_{14}	E_{14}	E_{14}	E_{14}

字为可达影响因子,表征两个网络影响程度的大小。

通过图3可以从定量的角度评价通信网系之间的承载关系,例如网络8为网络9和10提供承载服务,但影响因子分别为0.20和0.34,也就是说网络8对网络10的影响程度要高于网络9;还可以从系统的视角分析网络故障、网络性能以及某网络在系统中的地位,例如网络1出现故障,可能是网络4或者11的故障造成的,依此类推,为网络综合管理、故障诊断及定位提供参考模型。

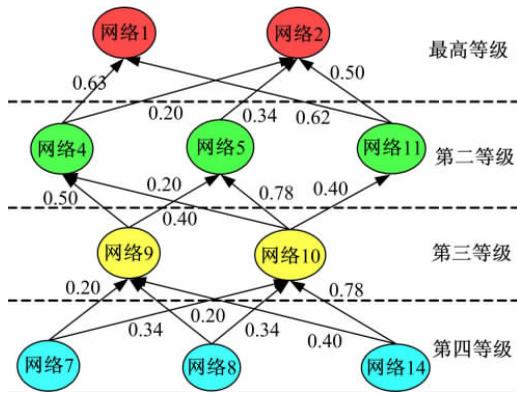


图3 基于 DEMATEL & ISM 含有可达影响因子的通信网络谱系模型

Fig.3 Communication network pedigree model with reachable effect factor based on DEMATEL & ISM

通过与 ISM 法、影响因素的层次分析法^[13]对比可以看出,本文提出的算法可以在适当删减不重要元素的基础上实现区域分解和等级划分,所得的结论也基本一致。几种方法的对比情况如表5所示。

表5 等级划分过程几种方法的对比

Table 5 Contrast of some methods

方法名称	分析要素数目	等级划分	影响因子	计算量
ISM 法	14	$\{E_1, E_2\}$ 、 $\{E_3, E_4, E_5, E_{11}, E_{13}\}$ 、 $\{E_6, E_9, E_{10}\}$ 、 $\{E_7, E_8, E_{12}, E_{14}\}$	无	小
因素层次分析法 ^[13]	14	$\{E_1, E_2\}$ 、 $\{E_3, E_4, E_5, E_{11}, E_{13}\}$ 、 $\{E_6, E_9, E_{10}\}$ 、 $\{E_7, E_8, E_{12}, E_{14}\}$	有	较大
本文所提算法	10	$\{E_1, E_2\}$ 、 $\{E_4, E_5, E_{11}\}$ 、 $\{E_9, E_{10}\}$ 、 $\{E_7, E_8, E_{14}\}$	有	较小

从表5可以看出:尽管影响因素的层次分析法具有影响因子,且包含着本文算法删除的要素,但这些要素在系统中的影响关系很简单,根本不会对系统产生较大的作用,甚至在一定程度上干扰着要素间重要关系的分析;而 ISM 法则仅提供不含有影响因子的要素关系,使得人们难以看出要素之间“量”的影响程度。

4 结束语

提出了通信网络谱系及模型的概念,规范了网络承载和关联等内在关系的科学描述,丰富了网络管理的理论研究成果;提出了基于 DEMATEL & ISM 的网络可达影响因子算法,该算法通过合理引入修正因子对不重要元素进行处理,进而根据改进的布尔代数法则获取可达影响因子,较好地实现了对系统进行等级划分和区域分解,解决了定性问题用定量化分析的难题;提出的基于 DEMATEL & ISM 可达影响因子的网络谱系参考模型,给出了含有可达影响因子的网络等级与层级关系,从量的角度形象地描述了网络之间的服务和影响关系,为网络管理效益的发挥和提升提供了第一手参考信息。

参考文献:

[1] ITU-T Recommendation Y. 1541. Network performance objectives for IP-based services[S]. ITU-T, 2006.

[2] IETF RFC4148. IP performance metrics (IPPM) metrics registry[S]. IETF, 2005.

[3] ITU-T Recommendation M. 3017. Framework for the integrated management of hybrid circuit/packet networks[S]. ITU-T, 2003.

[4] 夏海涛,詹志强. 新一代网络管理技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2003.

[5] 韦乐平. 网络的分层和分割[J]. 现代电信科技, 1999(1):1-4.
Wei Le-ping. Network layering and partitioning[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 1999(1):1-4.

[6] 韦乐平. 网络的分层分割与扁平化趋势[J]. 电信科学, 2000, 16(6):1-5.
Wei Le-ping. Network layering & partitioning and delayer trends [J]. Telecommunication Science, 2000, 16(6):1-5.

[7] 中华基因网. 遗传学术语[EB/OL]. [2005-08-20]. <http://www.chinagenenet.com>.

- [8] 戢勇,邱雪松,孟洛明. 业务关联模型在混合网络综合管理中的应用[J]. 北京邮电大学学报,2006,29(增刊1):194-197.
Ji Yong, Qiu Xue-song, Meng Luo-ming. Application of service correlation model in integrated management of hybrid network[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications,2006,29(Sup.1):194-197.
- [9] 方爱丽,高齐圣,张嗣瀛. 网络化 DEMATEL 方法在产业经济系统分析中的应用[J]. 数学的实践与认识,2009,39(5):78-83.
Fang Ai-li, Gao Qi-she, Zhang Si-ying. Application of networked DEMATEL method in industry economic system analysis[J]. Mathematical in Practice and Theory, 2009,39(5):78-83.
- [10] 黄景文,丁永生. 电子校务的风险因素分析[J]. 电子科技大学学报,2007,36(6):1370-1373.
Huang Jing-wen, Ding Yong-sheng. Risk factors analysis for electronic school affairs system[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China,2007,36(6):1370-1373.
- [11] 章玲,周德群,汤建影. 基于 DEMATEL 方法的高等教育教学质量影响因素分析[J]. 南京航空航天大学学报:社会科学版,2009,11(1):49-53.
Zhang Ling, Zhou De-qun, Tang Jian-ying. Analysis of influence factors for teaching quality of higher education based on DEMATEL[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics (Social Sciences),2009,11(1):49-53.
- [12] 李洪伟,杨印生. 基于 DEMATEL 方法的地面仿生机械绿色属性影响因素分析[J]. 吉林大学学报:工学版,2006,36(2):274-278.
Li Hong-wei, Yang Yin-sheng. Analysis of influence factors of greenness of bionic terrain machinery based on DEMATEL approach[J]. Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition), 2006,36(2):274-278.
- [13] 张相斌,姜妍丽,徐畅. 制造业 ERP 实施的影响因素关联分析[J]. 情报科学,2006,24(12):1866-1869.
Zhang Xiang-bin, Jiang Yan-li, Xu Chang. Analysis of factors influencing implementing enterprise management information system (ERP) in the manufacturing industries[J]. Intelligence Science, 2006,24(12):1866-1869.
- [14] 张曙光,臧其吉. 铁路客运专线系统结构模型[J]. 中国铁道科学,2007,28(2):120-125.
Zhang Shu-guang, Zang Qi-ji. System structure model of railway dedicated passenger line[J]. China Railway Science,2007,28(2):120-125.
- [15] Zhang F, Huang B X, Tu L, et al. Simulation and evaluation of an HF email network[C]// 2008 IEEE Military Communications Conference, San Diego, 2008:15-19.