

网络管理

建模

电信网管理

电话网

(15)

网络管理中的建模技术*

Modeling Technologies in Network Management

59-62

张鹏 李钢 李增智

(西安交通大学计算机系统结构与网络研究所 西安710049)

TN915.07

TN916.2

Abstract Modeling is an effective approach during science research or engineering development. Based on the brief introduction to basic structure of network management systems, this paper discusses the application scope of modeling method. Subsequently, related to the development work in the project of HiTMN, a local telephone network management system, two kinds of model are built for telephone switching network. They are mathematical model and object-oriented model, built using mathematical modeling method and object modeling technology respectively. Finally, the importance of using modeling technologies in network management is emphasized.

Keywords Network model, Network management, Modeling technology, Information model

人们在研究一个实际系统时,往往先建立系统的模型,通过对模型的研究,获知该系统的特性。所谓模型就是对实际系统的一种抽象的、本质的描述,它是人们模仿在研究中的系统或系统运行状态的一种技术手段。模型的特点可以用两个字来概括,其一,“抽”,就是说模型来源于实际系统,它是在一定假设条件下,通过抽取系统最本质、核心的要素,同时略去其他不关心的因素,对系统所做的简化;其二,“象”,即模型与实际系统之间应具有相似性,模型应能反映出各要素之间的相互作用关系。这两个特点是建模时必须满足的基本要求。

需要强调的是构造模型的目的性和普适性。本文讨论的电话网络模型是针对电路交换网而建立的,其建模思想和方法也同样适用于基于分组交换的计算机通信网络。

本文的研究基础,是我们已经完成的本地智能电话网络管理系统 HiTMN。这是一个采用 TMN 体系结构建立的电信网管系统,系统的开发遵循了多种国际和国家标准,采用了著名的 Dest Toolkit 系列网络管理软件开发平台,具有较强的标准化程度和可扩展性。

1 网络管理的基本结构

网络管理系统的体系结构是决定管理的重要因素,通常认为有两类^[1],一类是集中式的,采用单一的管理系统监控整个网络,通常以平台为中心,管理应用

与数据及监控设备相分离。另一类是非集中式体系,包括层次的和分布式的,采用相对独立的自治管理,具有较高的扩展性和柔性,是网络管理系统的发展方向。

尽管网络管理系统体系结构具有多样性,但是其基本组成部分是相同的,都由两部分组成(图1):管理方和被管理方。管理方从被管理方获取数据,向被管理方发出操作请求指令;被管理方则负责收集相关数据,并接受来自管理方的管理,这里的管理方和被管理方是两个一般性的概念,并不涉及其具体的实现方式,在传统的集中式网管中,可认为:管理方=管理进程,被管理方=代理进程+被管对象+设备(或资源);而在分布式网络管理中,管理方和被管理方可以是进程、线程,也可以是对等的分布式对象。管理方中的管理方式、方法以及算法,是网络管理功能的直接体现,与具体被管网络关系密切,我们称其为管理逻辑,它是管理方中的重要内容。

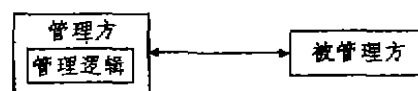


图1 网络管理系统的基本结构

评价一个网管系统优劣的标准是多方面的,起决定作用的有三个因素:1)是否采取合理、高效的系统结构;2)管理方:是否具有完善、有效的管理逻辑;3)被管

* 本文得到国家863项目资助(编号:863-511-946-008)

理方:对管理功能的支持能力,以及当管理功能变化时的适应能力,系统结构下是本文的研究目标,我们只讨论后两个方面。

管理方管理功能的强弱,网络管理逻辑的设计是否正确、高效,将直接决定着网管系统管理能力,现代网络的规模巨大,设备种类众多,决定了网络管理先天的复杂性,若将网络事无巨细全部管理起来,无疑是极不现实的,因此,只有对网络有选择,有重点地进行管理,才是切实可行的,在这方面,模型化思想大有可为。本文提出电话网络的数学模型,就是为了解决在复杂网络背景下,实时性能的有效评价问题,在此基础上网管系统可以自动对网络进行正确控制。

对被管理方而言,通用性和可扩充性是考虑的重点。面向对象的封装特性和遗传特性,是解决这两方面问题的有效途径,因此,本文利用对象建模技术,建立了电话网络的对象模型。

2 构造电话网络的数学模型

电话网络主要由三部分组成:终端设备(电话机等)、交换机、传输线路。在拓扑结构中,交换机是网络结点,对应于交换网中的交换局,其间通过传输线路(中继)连接起来,衡量电话网络性能的主要指标是呼损率,对电话网络建模的目的,就是求得全网呼损率,并正确评价全网性能。由于交换机是电话网络的基本组成部分,所以先对交换机建模,讨论交换机呼损率的情况,然后将得到的结果推广到整个电话网络中。

2.1 交换机的数学建模

利用排队论建立的交换机数学模型,是电路交换网络理论中的成熟方法。下文对它进行简要介绍,重点说明其建模的思路、方法。

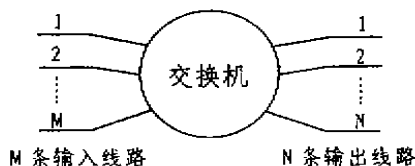


图2 交换机的通用模型

模型分析 从外部特性来看,交换机可以抽象为三部分:输入线路组、输出线路组和交换部件(见图2)。交换部件用于在输入线路和输出线路之间建立端对端的接续。就是说,当有一个呼叫到达输入线路组中的一条时,交换部件将该输入线路与某一输出线路接通,此时这条输出线路处于占用状态,如果全部 N 条输出线路全部被占用,则入局呼叫就被阻塞,显然,只有输入线路的输入大于输出线路的数目(即 $M > N$)时,才有

可能发生阻塞,此时,若有呼叫到来才会发生呼损,建模目标就是求得呼损发生的概率。

模型假设 ① 交换机内部交换网络下不会发生阻塞;② 在图2的通用模型中,假设每条输入线路的呼叫率服从参数为 λ 的泊松分布,每次呼叫占线时间服从均值为 $1/\mu$ 的指数分布。

模型建立 图2的交换机通用模型在统计上表现为生-灭过程(图3)。

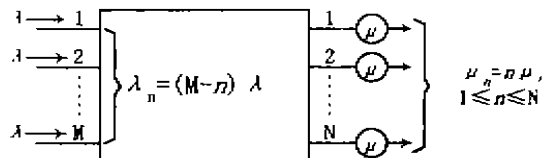


图3 交换机的生-灭模型, n 个呼叫在处理

当交换机中有 n 个呼叫正在处理时,其到达(生)率为 λ_n ,离去(灭)率为 μ_n ,系统的状态用系统中接受服务的呼叫数 n 来表示,于是有:

$$\lambda_n = (M-n)\lambda, \mu_n = n\mu \quad 0 \leq n \leq N$$

令系统处于状态 n 的概率为 P_n (即系统中正在进行 n ($0 \leq n \leq N$) 个呼叫的概率),可以列出状态平衡方程如下:

$$[(M-n)\lambda + n\mu]P_n = (M-n+1)\lambda P_{n-1} + (n+1)\mu P_{n+1} \quad (0 < n < N)$$

$$M\lambda P_0 = \mu P_1 \quad (n=0)$$

$$N\mu P_N = (M-N+1)\lambda P_{N-1} \quad (n=N) \quad (1)$$

再根据概率归一化条件 $\sum P_n = 1$, 求得:

$$P_n = \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n / \sum_{n=0}^N \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad (2)$$

下面来求呼叫阻塞率 P_L 。设观察时长为 T , 则这段时间内系统处于阻塞状态的时间为 $T \cdot P_N$, 在这段时间内到达的所有呼叫都将被阻塞掉, 由于系统处于阻塞状态时呼叫到达率为 $(M-N)\lambda$, 于是, 在 T 时间段内阻塞掉的呼叫数为 $(M-N)\lambda \cdot T \cdot P_N$; 在 T 时间段内到达的呼叫总数为 $\sum_{n=0}^N (M-n)\lambda \cdot T \cdot P_n$, 因此, 呼叫阻塞率为:

$$P_L = (M-N)\lambda \cdot T \cdot P_N / \sum_{n=0}^N (M-n)\lambda \cdot T \cdot P_n = \binom{M-1}{N} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^N / \sum_{n=0}^N \binom{M-1}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad (3)$$

另外, 通常需要考虑交换机输出线路的利用情况, 这通过交换机的线路利用率 η 来衡量, 计算如下:

$$\eta = \frac{M}{N} \sum_{n=1}^N \binom{M-1}{n-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n-1} / \sum_{n=0}^N \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad (4)$$

2.2 全网的数学模型

模型假设 ① 全网共有 C_T 个中继群, 中继群 i 的容量为 $N_i, i \in (0, C_T)$; ② 电话网中, 输入线路有两种, 用户线和入中继线, 设中继群 i 所处交换机中两者数目分别为 M_{i1}, M_{i2} , 则总的输入线数 M_i 可以等效为: $M_i = M_{i1} + \sigma \cdot M_{i2}$, σ 为等效因子; ③ 单个用户对中继群 i 的呼叫率为 λ_i , 呼叫拥塞率为 P_{Li} ;

模型建立 全网的呼叫到达率为 $M_i P_{Li}$, 其中损失掉的呼叫为 $M_i \lambda_i P_{Li}$, 从而全网的呼损率为:

$$L = \sum_i M_i \lambda_i P_{Li} / \sum_i M_i \lambda_i \quad (5)$$

至此, 通过对交换机和话网建模, 我们得到了全网呼损率的计算公式, 与传统的基于 Erlang-B 公式的评价方法相比, 此模型充分考虑了用户线数对交换机和全网性能的影响, 准确程度更高。

2.3 模型的扩充

在网络管理中, 网络预测是一项重要内容, 其基本思想是根据网络的历史情况或状态变化对网络的未来发展进行估计。一般地, 网络的性能情况随时间变化而变化, 因此, 我们将时间序列分析的方法引入网络性能管理, 通过分析时间序列来分析网络性能, 根据分析的结果预测网络性能, 并在此基础上实施相应的网管控制操作。

归根到底, 交换机性能取决于全网用户的呼叫强度 λ , 而 λ 又是与时间密切相关的一个参数, 因此, 我们引入一个离散时间序列 $X = (\lambda_t, t = 0, 1, 2, 3, \dots)$, 来描述交换机话务流量的变化情况, 这里 λ_t 表示第 t 个时间单位里用户的呼叫率。将 (5) 式中的话务流量参数 λ 用 λ_t 来替换, 可得

$$L_t = \sum_i M_i \lambda_t P_{Li} / \sum_i M_i \lambda_t \quad (6)$$

于是, 我们得到了网络性能评价的时变模型。时间序列 X 来自于对交换机的实测结果, 我们可以通过分析此时间序列, 预测交换机的运行情况。此模型在 HiTMN 网管系统中得到了应用, 取得了比较满意的效果。

3 构造电话网络的对象模型

通信网络通常由多个种类、多个型号的设备组成, 而且处于不断变化、不断更新的状态之中, 因此客观上要求网络管理系统必须具有很好的通用性、可扩充性。现代网络管理, 通过吸纳面向对象技术, 较好地解决了这几方面的问题。网络管理的两个核心概念, 被管对象和信息模型, 就是面向对象思想的集中体现:

·被管对象是对网络设备、资源、数据的抽象, 它利用对象的封装特性将同类网络资源的差异限制于对象内部, 对外呈现相同的管理特性, 从而使得管理系统只

需从对象这个层次考虑某类资源的共性, 而不必考虑具体资源的特性和细节, 满足了通用性的要求。被管对象的引入, 也使得网络新设备的接入和网管系统的升级变得简单, 大大提高了网管系统的可扩充性。

·信息模型是对网络资源及其所支持的管理活动的抽象表示, 它规定了被管对象、对象的静态特性(属性、操作、通知)和动态特性(行为)以及对象之间的组织关系(继承和包容)。信息模型是实施网络管理的前提和基础, 它决定了网管系统具有何种管理功能以及信息交换的方式。对象模型与信息模型, 是两个等效的概念, 信息模型实质上就是网络管理领域的对象模型。为了使不同网管系统方便地互通, 需要对信息模型进行标准化, ISO 和 ITU 在这方面做了大量工作。

根据我国本地电话网管规范的国家标准对性能管理的要求, 通过扩充国际标准 M. 3100、Q. 822、Q. 823, 我们建立了电话网络性能管理信息模型(对象模型)。在电信网络管理中, 信息模型一般采用 GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects) 来形式化描述, 由于 GDMO 描述语法非常复杂性、无有效的图形表示工具而且可理解性差, 因此我们采用 OMT (Object Modeling Technology) 方法^[5]来表示信息模型。信息模型如图 4、图 5 所示, 其中虚线表示标准中定义的对象类, 实线表示我们引入的扩充类。

几个重要对象类的含义如下:

1) Network (网络): Network 类是在 ITU M3100 国际标准中定义的类。由于电话网络主要是由交换机(结点)和传输线路群(中继群)组成的, 所以在模型中我们用聚集(Aggregation)关系来表示 Network 类与 Exchange 类和 CircuitGroup 类之间的联系,

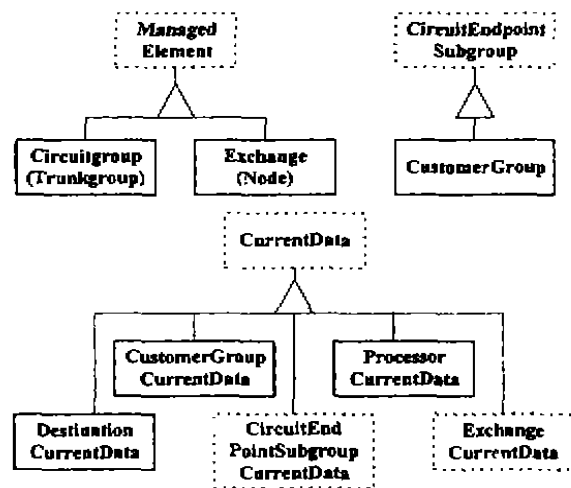


图4 信息模型的继承关系

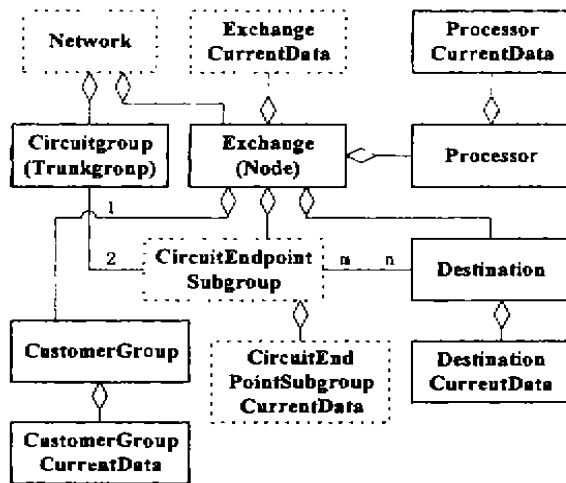


图5 信息模型的聚集关系和其他联系

2) Exchange(交换机): 交换机对应于电话网络的网络结点(Node)。电话网络管理涉及到对交换机中的一些设备和资源的管理, 因此可以对这部分资源进行抽象, 得到其对应的类(图中的 CircuitEndpointSubGroup 类、Destination 类、Processor 类), 显然, Exchange 类与这些类构成聚集(Aggregation)关系。Exchange 对象中还包含 Exchange CurrentData 对象, 用以表示交换机当前的性能数据, 以便对交换机性能进行评价。

3) CircuitEndpointSubGroup(电路终端点子群): 电话网络中不同交换机通过中继群连接起来, 为了实现对中继群的管理操作, 如中继群的开放、闭塞等, 将中继群与交换机相连的接口或电路端口抽象为对象, 其所属类为 CircuitEndpoint SubGroup。此对象类在 ITU M3100 中定义。CircuitEndpointSubGroup 有一个下级类 CircuitEndpointSubGroupCurrentData, 表示通过此端口流入、流出话务的情况。

4) CircuitGroup(电路群): 电路群对应于电话网络的中继群。显然, 一个 CircuitGroup 对象对应于两个 CircuitEndpointSubGroup 对象。

5) Destination(目的码): 为了对交换机的话务流量流向进行分析和评价, 引入 Destination 类。目的码的定义参见文献[7]。Destination 与 CircuitEndpointSubGroup 构成多对多关系, 这个关系实际上构成了交换机中的话务路由表。

6) Processor(处理机): 此类是对交换机中各处理机的抽象, 该类有一个下级类 ProcessorCurrentData, 表示处理机的运行情况, 如占用率、忙时试占次数 BHCA 等。

7) CustomerGroup(用户群): 此类是对交换机中各用户群的抽象, 与 CircuitEndpointSubGroup 类构成继承关系, 该类有一个下级类 CustomerGroupCurrentData, 表示用户群当前的话务情况。

在以上的信息模型中, 我们利用对象的继承特性对标准对象类进行扩充, 既保证了信息模型的通用性, 又可以满足特定网管需要、具有很好的伸缩性。如, CurrentData 类是一个标准化的对象类, 它定义了性能数据的采集方法, 因此, 通过此类的继承, 可以定义多个收集不同性能数据的对象类, 这些对象类是网络性能管理的基本对象类。

结束语 在讨论网络管理基本结构的基础上, 本文首先讨论了管理方和被管理方的不同特点。其后利用数学建模方式, 分别建立了电话网络的交换机模型、网络模型和时变模型; 利用对象建模技术, 建立了电话网的对象模型(信息模型)。这些模型应用在 HiTMN 系统中, 取得了满意的效果。现代网络规模越来越大, 设备和多样性和异构性越来越突出, 无疑给网络管理造成了困难, 大大增加了网络管理的复杂性。采用模型化技术, 对管理目标进行适当的抽象、简化, 是实施管理的有效手段。

参考文献

- 1 ITU-T. Recommendation M. 3020. TMN Interface Specification Methodology. 1995
- 2 李增智, 张鹏, 张劲. 面向对象与电信管理网. 软件学报, 1999, 增刊: 294~296
- 3 赵慧, 蔡希尧. 网络管理体系结构. 计算机科学, 1999, 26(9): 67~71
- 4 Schwartz M. Telecommunication Networks Protocols, Modeling and Analysis. 1987
- 5 Rumbaugh J. Object-oriented modeling and design. Prentice Hall, 1991
- 6 ITU-T. Recommendation M. 3100. Generic Network Information Model, 1995(7)
- 7 ITU-T. Recommendation Q. 823. Stage 2 and Stage 3 Functional Specifications for Traffic Management, 1996(7)