

仿真技术在电话网路由选择中的应用

王有权,梅顺良

(清华大学 电子工程系,北京 100084)

(shutte@163.com)

摘要:路由策略对电话网的服务质量有重要的影响,应用电话网真实服务过程模型,分析了电话网路由选择方法,定量评估了不同的路由策略对网络服务质量的影响,为电话网路由策略的选择提供了依据。

关键词:仿真技术;动态路由;路由策略

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A

Application of simulating technique in routing select of telephone network

WANG You-quan, MEI Shun-liang

(Department of Electronic, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Routing strategy has important effect on QoS of telephone network. By use of actual service process model of telephone network, routing select strategy of telephone network was analyzed, and the affect of different routing strategy on network service QoS was also evaluated quantificationally to provide reference for the selection of routing strategy of telephone network.

Key words: simulating technique; dynamic routing; routing strategy

0 引言

路由选择是电话网将呼叫从源端送到目的端不可缺少的过程,属于网络管理的一部分。在网络结构不变的情况下,改变路由选择策略是提高服务质量、均衡负荷的重要途径,有时甚至是唯一途径。随着数字程控交换机的普遍使用和共路信令代替随路信令,电话网的路由方式在经历着固定有级选路到动态无级选路的变革。前者称为静态路由方法,后者称为动态路由方法。在动态路由方法中,路由表可以根据时间变化而更改,称为时变动态选路;也可以根据网络忙闲状况更改,称为状态动态选路,也叫自适应选路。动态路由技术在国内外许多发达国家得到应用,并取得了很好的效果。若要根据我国电话网的具体情况选择动态路由策略,必须对采用动态路由策略后的网络运行状态进行定量评估。而现代电话交换网是一种复杂的服务系统,呼叫流及系统服务过程中的各种状态均呈现统计特性,对系统性能进行准确计算相当困难,而动态路由涉及的不确定因素很多,很难建立有效的解析模型对其作出解析分析。而仿真技术则可以克服这些困难,因而在电信网分析及设计中仿真技术得到了越来越广泛的应用。

1 电话网路由选择方法分析

1.1 静态路由方法

静态路由选择通常以路由最短、代价最低或流量最大、拥塞最小为原则。等级结构的电信网,特别是长话网,由路由表给出路由选择所需的信息。当遇到直达路由忙时,只能通过固定的迂回路或由最后通过基干路由逐级汇接,按顺序进行选择,有可能经过多次转接。静态路由方法完全依赖于由历史状况和业务需求确定的路由表。路由表描述从源交换机到目的交换机的路由选择,服务于某种连接需求,是路径的序

列。路径是连接源交换机和目的交换机链路的序列。链路则连接两个交换机。

1.2 时变动态路由方法

时变动态路由方法的基本思想是:针对每天不同时间段业务量不一样的事实,事先编出按时间段区分的路由选择表。它可以提高链路利用率,又可以均衡话务量。就其本质而言,它是根据历史的业务情况事先安排好的顺序。

1.3 状态动态路由方法

状态动态路由方法的基本思想是:根据当前网络状态信息决定选择哪条路由,它可避开业务量大的链路,对于事先未能规划的业务变化有较好的适应性,但它需要较大的管理开销来交换信息,以便有效地优化网络资源的使用。按获得当前网络状态信息方法的不同它可分为:

孤立法 动态迂回路路由 (Dynamic Alternative Routing, DAR) 法是一种孤立法,是剑桥大学和英国电信实验室为英国电信网设计的一种动态自适应选路策略。它的网络中每个交换机仅有它自己的出路信息。DAR 首选直达路由,若遇该路忙,选当前可选的迂回路路由,若仍不成功则本呼叫被阻塞,同时为下一呼叫选择好新的迂回路路由。这种方法简单,成本低,交换机间地需要交换信息,但随机选择新的路由使得盲目性大,且当前推荐可选路由的使用在发生阻塞之前并不改变。

集中法 动态控制路由 (Dynamic Controlled Routing, DCR) 法是一种集中法,是加拿大北方电信为加拿大的长途和本地电话网开发的一种自适应路由策略。它有一中央处理器周期地(第10s)收集网络中各交换机的信息,如交换机利用率、中继线质量、空余链路、溢出和呼叫处理活动等情况。当电路被占时,根据其算法得出的负载最小的迂回路路由被选中。网络处理器对可选路由的选择取决于下式:

$$\max \{ \min [X_{ik} - K_{ik}, X_{ij} - K_{ij}] \}$$

假定最大值是正的, X_{ij} 是空余中继线数, K_{ij} 是保留的中继线门限值。它扫描目前所有的两链路路由, 先得到两链路中可用中继线相对少的链路, 再在这些得到的链路中, 取中继线数最大的链路所对应的路由作为可选路由。这种方法可使业务在整个网络中分布, 便于吸收不可预见的波动, 提高了系统接通率, 但它通信开销大, 负荷相应增加, 而且在国际网中, 集中式路由控制器的开发无论在经济方面还是在国家主权方面都是不合适的。

分布法 实时网络路由 (Real-time Network Routing, RTNR) 是一种分布法, 于 1991 年引入 At&T 交换网。在没有直达路由时, 它检查现有迂回路及其负荷条件, 最小负荷路由被选择。每当“捕获”或“释放”一条链路上的中继线时, 都要计算一次负荷条件。这种方法法的优点是减少了操作成本, 减少了网络设计和预测的路由表计算, 减少了下载新路由信息管理等路由的操作, 从而降低了阻塞程度。但是, 由于信令信息交互很多, 增加了网络负荷。

2 电话网仿真原理

对于电话网仿真而言, 仿真模型及算法的选择, 主要考虑以下两个互相矛盾的因素: 1) 仿真所需占用计算机时间最少; 2) 得到最大可能精度的统计估值。因此, 电话网仿真就要求在尽量短的时间内获得最大可能的精度并计算各统计估值的置信区间。电话网仿真按其模型不同通常有三种方法, 即: 真实服务过程法 (事件跟踪法)、马尔可夫法和 Petri 网法。

2.1 真实服务过程仿真

所谓真实服务过程的仿真, 是以简化了网络系统服务的随机过程作为仿真模型。这种方法基于被仿真现象本身就是一个随机过程, 该方法主要用于任何复杂结构的交换系统和电话网络的仿真。

交换系统的最简单服务过程可归纳为:

(1) 用户按某种概率分布发出呼叫;

(2) 呼叫进入系统, 得到服务或者等待服务, 从而使系统状态发生相应变化或者系统拒绝为呼叫服务。于是, 该呼叫立即消失并且不再返回系统;

(3) 呼叫按某种概率分布占用系统一定的时长 (也称服务时长), 然后离去, 系统状态发生相应的变化。

如果考虑呼叫的各种情况, 如呼叫中途放弃服务要求、被叫用户忙、被叫用户不应答、呼叫遇系统拒绝为它服务时的重复呼叫等, 则可以构成任意复杂的模型。无论简单模型还是复杂模型, 对于真实服务过程仿真方法来说, 有两个最基本的随机变量是必须仿真的。一个是任意两个相邻呼叫的时间间隔分布 $A(t)$, 一个是呼叫占用时长 (服务时长) 分布 $B(t)$, 其中, $A(t)$ 、 $B(t)$ 是服从不同分布的随机数。

这种仿真方法是以时间过程为依据的, 系统模型状态是随时间进行变化的。因此, 在仿真过程中需设一个仿真时钟, 根据仿真时钟的不同, 有两种不同的算法: 面向时间间隔的仿真时钟; 面向事件的仿真时钟。

2.2 马尔可夫过程仿真

马尔可夫过程是用来描述交换系统服务过程的基本的数学模型, 属于无时钟算法。交换系统中发生的随机过程 (如中继线群的占用状态), 是一个状态离散的马尔可夫过程, 过程的状态不断变化着, 所有可能的状态记为 E_1, E_2, \dots, E_n 。状态 E_i 表示有 i 条中继电路被占用。在某一时刻 t , 系统处于 E_n 状态, 到时刻 $t + \Delta t$ 时 (假设经过 Δt 时间后状态发生变化), 系统或以概率 $\frac{\lambda_n \Delta t}{\lambda_n \Delta t + \mu_n \Delta t} = \frac{\lambda_n}{\lambda_n + \mu_n}$ 转移到 E_{n+1} (Δt 时间内发生

了一次呼叫), 或以概率 $\frac{\mu_n \Delta t}{\lambda_n \Delta t + \mu_n \Delta t} = \frac{\mu_n}{\lambda_n + \mu_n}$ 转移到状态 E_{n-1} (在 Δt 时间内发生了一次呼叫占用释放)。这里的参数 λ_n, μ_n ($n = 0, 1, \dots, m$) 称为转移强度。并假定在任意状态 λ_n 均相同, 用 λ 代替 λ_n ; 用 μ 代替 μ_n 。其中 $\mu = 1/S$ 为通话离去率, λ 为呼叫到达率, S 为平均通话时长。

将以上单中继群模型扩展到整个长途网, 假定各站点间的呼叫是独立的, 则有:

$$\text{全网的呼叫到达率为: } \lambda = \sum_{i,j} \lambda_{ij}$$

其中 λ_{ij} 为 (i, j) 站点对间的呼叫到达率;

$$\text{全网的占线通话数为: } N = \sum_{i,j} n_{ij}$$

其中 n_{ij} 为站点对间当前占线通话的总数, 是个动态数据。

马尔可夫过程需要对数据进行处理。如以对系统状态概率分布的确定、话务量呼损的计算、溢出比的收集, 因此, 在仿真过程中要增加一些随机事件用以收集各种统计数据。这样, 在仿真过程中便有三个随机事件: 呼叫到达、呼叫释放、收集统计数据。这三个事件发生的概率分别为:

$$\frac{\lambda}{\lambda + n\mu + \delta}, \quad \frac{n\mu}{\lambda + n\mu + \delta}, \quad \frac{\delta}{\lambda + n\mu + \delta}$$

δ 的值要根据具体情况选定, 但有一点, δ 越大, 统计次数越多, 结果也就越准确。

真实服务过程模型与马尔可夫过程模型相比较, 真实服务过程模型的通用性更强, 可以用来仿真任何工作条件的任何复杂交换系统, 但仿真时间相对较长; 马尔可夫过程模型不如真实服务过程模型那样通用, 而且状态转换的确定比较困难, 但仿真速度相对来说要快些。本文运用真实服务过程模型和算法来仿真自动电话网的运行。

3 电话网仿真的实现

3.1 电话网系统数学模型的确定

1) 呼叫流模型

本文假设电话交换网的呼叫流模型为泊松呼叫流。

$$p_k(\lambda t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$$

2) 占用时长模型

本文假定通话占用时长服从指数分布:

$$p(>t) = e^{-\lambda t}$$

3) 服务机制模型

电话交换网服务机制模型为先到先服务、呼损制。进入系统的呼叫要么立即得到服务, 要么被拒绝服务并立即离开系统, 不再对系统产生任何影响。

4) 路由选择算法模型

电话交换网的路由选择算法主要有两种: 静态路由选择算法和动态路由选择算法。静态路由选择是指一个发端交换局至某个指定的收端交换局的接续, 可以选择的顺序任何时候都是不变的。动态路由选择是指一个发端交换局至某个收端交换局的接续, 可以选择的路由及路由选择是随着时间或随着网络中负荷的变化而变化的。

5) 重复呼叫处理模型

当某个呼叫因线路忙被系统拒绝服务后, 有可能重新发起呼叫 (即重呼)。对于重复呼叫的处理, 本文基于以下两个假设:

(1) 不成功的呼叫以概率 λ ($0 \leq \lambda \leq 1$) 重新发起呼叫。

(2) 在发生重呼之前的等待时间一般要比连接的平均占用时间长一些。这表示在系统出现重呼前容许达到统计平衡。否则, 如果所有重呼是立即的、连续的, 则网络的运用变成和

延迟系统相类似。

3.2 电话网系统仿真的实现

1) 仿真基础数据的选取

比较精确的基础数据,是进行有效仿真、获得有参考价值的仿真分析结果的必要前提条件。本文所用的基础数据主要来源于三个方面:1)从“电话交换网监测系统”收集的数据;2)从部分网络技术管理中心调查得到的数据;3)对其余所缺数据所作的推测数据。对于所获取的数据,再进行整理、分析、处理,并且采取了忠于原数据的做法。这些数据包括:网络拓扑结构数据、网络中继线容量数据、局间呼叫话务量数据和局间呼叫路由数据等。

2) 仿真时钟及其推进方式

仿真时钟的推进方式有两种:面向时间间隔和面向事件。本文采用的时钟及推进方式为面向事件的事件调度法,即以事件在系统中的发生、处理和消亡的时间先后次序构造事件表,时钟推进间隔的长度只由事件表里下一个最早发生的事件所确定,仿真时钟按被仿真事件的发生时间来推进仿真的运行,以精确描述网络状态的变迁。仿真推进机制如图1。

3) 仿真过程实现

仿真初始化时,各节点对象产生各自的呼叫对象及占用时长和下一次呼叫时间、送入呼叫事件队列。当呼叫对象进入系统后,首先激活主叫节点对象,按照路由选择规则,由主叫节点对象为其选择下一节点。呼叫对象进行登记后离开主叫节点对象,然后激活下一节点对象,直到选择到被叫节点。呼叫对象经确认下一节点是被叫节点后,判断有无特殊事件发生。如果没有则通知经由各节点占用选定电路,并产生释放对象送入排队队列。如果某节点选路时电路全忙,呼叫对象则按概率产生重复呼叫对象送入队列。如果发生特殊事件对象,呼叫对象根据特殊事件性质产生释放对象送入队列,并根据概率产生重复呼叫对象送入队列。呼叫对象完成任务并登记各对象当前状态后自动消失,主叫节点自动产生下一次呼叫。

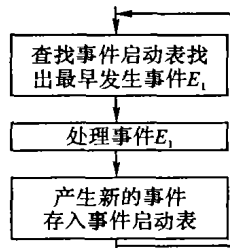


图1 仿真推进机制

生,在动态过程结束时消失。流程图如图2所示。

4 电话网仿真技术在路由选择中的应用

将电话网仿真技术应用于路由选择策略上,其实质就是在仿真模型中改变路由选择算法模型。通过选择不同的路由选择算法,可以比较不同的路由方法对于网络性能的影响,从而为选择哪种路由方法应用于网络提供定量依据。利用前面介绍的电话网仿真模型,本文设计了三组实验,分别采用固定路由算法、动态迂回路由算法和动态控制路由算法,评价指标主要是呼叫接通率。通过实验,得到如表1所示数据。

表1 实验数据

| | 仿真结果(呼叫接通率) | 运行报表(呼叫接通率) |
|----------|-------------|-------------|
| 固定路由算法 | 78.812% | |
| 动态迂回路由算法 | 86.025% | 76.915% |
| 动态控制路由算法 | 84.238% | |

可以看出:采用动态路由选择方法可以提高网络服务质量,使提高呼叫接通率提高5~7个百分点,而动态迂回路由算法比动态控制路由算法对接通率的提高又相对高一些。

5 结语

对于电话网而言,提高网络接通率可带来可观的经济效益,而且高接通率可尽量避免交换机不堪重负甚至崩溃的情况。而要提高呼叫接通率,很大程度上依赖于路由策略的选择。选择动态路由策略,将使网络性能明显优于现有的静态固定路由的网络性能。而采用电话网仿真方法分析不同的路由策略下的电话网性能,无疑是一种非常经济而有效的手段。

参考文献:

- [1] AMBROSE DE. Dynamic Routing of Telephone Traffic using Network Management Tools [R]. Computer Science & Mathematics Senior Project report, Spring 1999.
- [2] GEORGATOS P, GRIFFIN D. Load Balancing in Broadband Multi-Service Networks: A Management Perspective [A]. Proceeding of 3rd int. workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM networks [C]. Bradford, UK, 1995.
- [3] GIBBENS RJ, KELLY KP. Network Programming Methods for Loss Networks [J]. IEEE Journal for Selected areas in communications, 1995, 13(7): 1189 - P1199.
- [4] LAM D, COX DC, WIDOM J. Teletraffic Modeling for Personal Communications Services [J]. IEEE Communications Magazine, 1997, 35(2): 79 - 87.
- [5] FROST, MELAMED B. Traffic Modeling For Telecommunications Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 1994, 32(3): 70 - 81.
- [6] YI BING. Modeling Techniques for Large-Scale PCS Networks [J]. IEEE Communications Magazine, 1997, 35(2): 102 - 107.
- [7] 邵亮, 李磊, 张赞波. 评估无级电话网选路方案的一个解析模型 [J]. 通信学报, 2003, 24(2): 37 - 43.
- [8] 李俊生, 蔡群, 李萍, 等. 电信网服务质量的随机预测模型 [J]. 通信技术, 2001, (9).
- [9] 杨戈, 李磊, 陈嫦娟. 电话网动态迂回路由(DAR)策略及其改进方案 [J]. 计算机工程与应用, 2001, 37(14): 76 - 78.
- [10] 董军, 阴月明, 潘云鹤. 电信网路由选择方法的演化与智能策略 [J]. 通信学报, 2001, 22(6): 88 - 96.
- [11] 郭军. 网络管理 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
- [12] 智少游, 李振邦, 等. 现代网络管理 [M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1996.
- [13] 陈建亚. 现代通信网监控与管理 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2000.

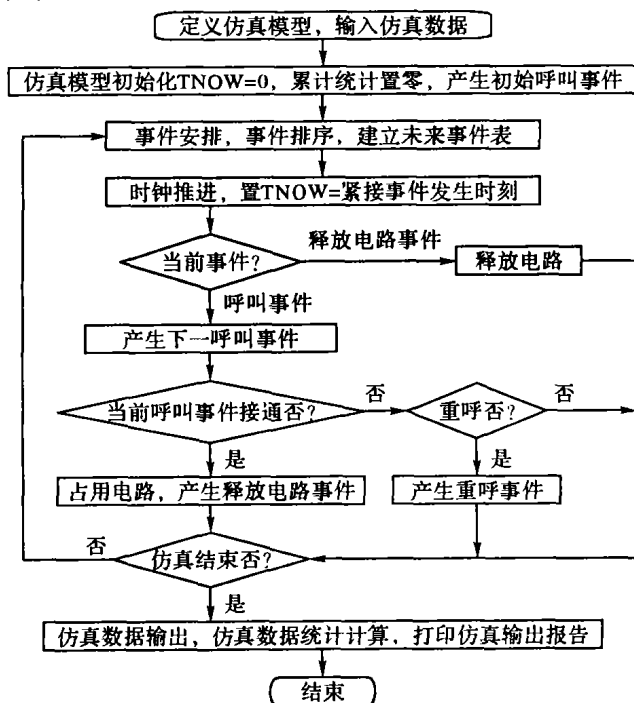


图2 仿真流程

释放对象进入系统后,根据占用路由一一激活相应节点来释放相应电路,然后消失。节点对象在动态过程建立时产