

# 一种独立于被管系统的网络性能 管理系统

龚 俭 顾冠群

(东南大学计算机系, 南京, 210096)

**摘要** 本文提出了一种在广播信道上基于倾听机制的独立网络性能管理系统。这种系统适用于用物理广播信道连接, 但存在多种协议体系结构的网络系统, 例如 CIMS 网络。

**关键词:** 网络性能管理, 异种网管理, CIMS 网络, 排队论。

## 一、引 言

对于复杂网络, 尤其是异种互连网的集成管理已成为计算机网络领域内一个研究热点。这个问题的主要困难之处在于它不仅解决管理协议的互连问题, 而且还要解决不同网络管理系统互连所产生的语义和动作上的差异问题。目前关于集成网络管理系统的研究多集中于抽象模型和实现模型的建立, 并已有一些原型系统, 这些实现的共同特点是相当的复杂和庞大<sup>[1]</sup>。

为了简化集成网管系统的实现, 作者以 CIMS 网络为背景进行了研究, 这类网络经常表现为异种机或异种网。作者发现除了传统的网管信关方式外, 在许多场合下可以有一个相对简单的解决方法, 即尽量避免主管系统与被管系统之间的交互, 所以并不是在所有场合下网管系统的互连都是必须的。作者选择了性能管理作为实现对象, 设计并实现了一个独立的 CIMS 网络性能管理系统 WATCHER。该系统基于广播信道(例如以太网)的倾听机制, 使主管进程与被管对象之间不发生直接的交互, 从而避免了不同高层协议以及不同管理系统的互连问题。这种管理系统是独立于原有网络的, 对网中的原有结点无任何影响, 因此具有较大的灵活性。该系统的作用是对网络的传输差错率、流量特性、负载以及各结点的平均响应时间进行监测, 从而为网络的设计优化和性能评价提供依据。本文介绍了 WATCHER 系统的实现原理和实现结构。

## 二、网络的性能管理

网络性能管理的目的是通过一组工具来检测和评价网络的性能及其变化趋势以发现网络中可能存在的处理瓶颈, 并能在网络性能变化时作出早期的报警。性能管理为网络结构的调整和差错检测提供了依据。网络的性能管理具有三大功能, 即:

- (1) 监测功能。它完成对性能数据的获取和保存, 以及对有关动作的控制。
- (2) 分析功能。根据采集到的性能数据对网络系统的性能作出分析, 包括吞吐量、利用率、差错率、响应时间等。
- (3) 调整功能。根据分析结果, 为改善系统的性能而采取的反应动作, 如调整系统结构、负

本文于 1993 年 2 月收到。本文内容属国家 863 计划课题(863-511-09-1106)。龚俭, 1957 年生, 1982 年毕业于南京大学计算机科学专业, 现为东南大学计算机科学与工程系副教授, 主要研究方向为计算机网络体系结构、开放系统互连(OSI)、协议工程学、网络管理、开放分布式处理等。

载或某些参数等。

显然，监测功能是实时联机完成的，分析功能是联机但非实时完成的，而调整功能是非实时且脱机完成的。虽然网络性能在网络的设计阶段就可大致确定，但是由于网络负载是动态变化的，所以经常性的联机网络性能监测与分析仍是十分需要的，尤其对于象 CIMS 网络那样对实时性有较高要求的系统。网络性能管理的抽象模型可表示为如图 1 所示<sup>[2]</sup>。

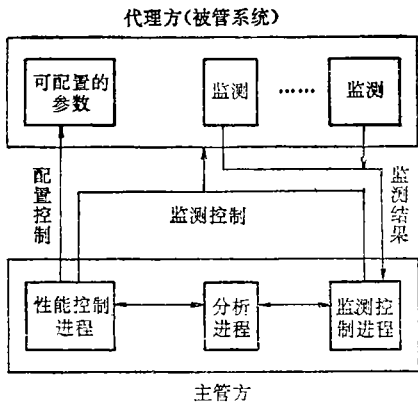


图 1 网络性能管理的抽象模型

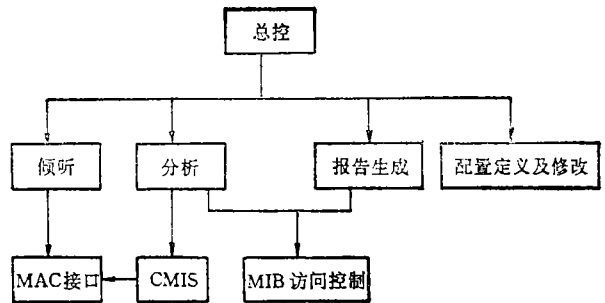


图 2 WATCHER 系统的功能结构

监测进程是被管系统中的性能观测点。当它们发现异常时将产生一个异步事件，由代理方向主管方报告或等主管方来主动询问。监测控制进程代表主管方与各监测进程交互并控制它们的操作。“异常”的含义是相对而言的，因此，异常的界线作为一种系统可配置参数而存在于被管系统，它们的值可由性能控制进程改变。性能的分析工作可由监测控制进程发起(当发现异常时)，也可由性能控制进程发起(当网络管理员需要时)。

网络的性能指标中，比较重要的有：

- (1) 网络的吞吐量以及相应的网络利用率；
- (2) 网络的流量特性，包括信道上以及任意结点之间的流量分布和 PDU(协议数据单元)的长度分布（反映操作特性）；
- (3) 系统平均响应时间以及差错率，它们反映了系统及网络的负载情况和系统资源的使用情况。

WATCHER 是一种基于上述抽象模型的独立网络性能管理工作站，它通过倾听并分析网络信道上的流量来判定网络及网中各被管系统的各项性能指标。以下将详细讨论这种基于无交互方式的网络性能监测的实现原理。

### 三、性能数据的获取

从第二节所给出的性能管理一般模型中可看出，通常原始性能数据是由处于被管系统的监测进程采集的，定期或不定期地向主管进程报告，因此，这个模型是基于 Server-Client 模式的。在常规网管系统中，位于被管系统的监测进程可精确地得知本地发出的流量，从而主管系统可以从各被管系统得到整个网络的流量并通过与监测进程的交互测得各系统的平均响应时间。在无交互方式的网络性能管理系统中，监测进程位于主管系统中，它只能通过从广播信道采集流量数据来实现对网络性能的分析。由于主管系统中监测进程不能总处于运行状态，所以每次采集到的流量只是实际流量的一组样本观测值。因此对网络性能的分析是基于单位时间内的流量均值的。我们设定了一个标准单位时间(如 3 秒钟)，在一个足够长的连续采样期间内，WATCHER 可从信

道上获得M个单位时间内网络流量的样本观测值。这样在每次采样之后，可求得网络信道以及网内各结点的流量及吞吐量在采样期的均值。

在 WATCHER 中，取 LLC 帧中的用户数据部分作为流量数据，这是因为：(1) 可使 WATCHER 系统独立于被管系统所使用的高层协议；(2) 由于 LLC 帧已包含数据的源地址和宿地址，网内总流量和各结点之间的流量均可确定；(3) LLC 帧中的用户数据部分还包括了高层协议的 PDU，所以反映的是实际传输长度。

#### 四、网络性能指标的设定与估算方法

按照性能管理的要求，在 WATCHER 中设有三类性能指标。

(1) 网络的流量特性。包括信道上的和各结点之间的两种，涉及的指标有：

① 单位时间内的吞吐量与峰值。用采样获得的单位时间内数据量均值和峰值 (Kbps) 来估计。

② 到达流分布。用单位时间内到达的 LLC 帧个数来度量，根据抽样数据的均值来估计。

③ 帧长度分布。按长度单位进行分组统计，根据抽样数据估计。

(2) 网络的传输差错率。传输差错率(信道损失率) = 坏帧数/总帧数%；在 CSMA/CD 信道上，该指标用来估计信道传输时的冲突发生情况。

(3) 各结点的平均响应时间

系统响应时间反映了系统的忙碌程度。在无交互方式下，无法通过常规的与被管系统交互的方法来直接测定响应时间。但是由于网络信道上的传输流量是结点之间应用进程通信活动的直接反映，因此若能在这些采样数据和系统响应时间之间建立一种定量关系，则从流量的采样值中推测各结点的平均响应时间仍是可能的。为此，采用了排队论的方法，对于网中任一结点，将其视为一个基于 G/G/1 排队模型的排队系统。然而通过由采样得到的 LLC 帧去测算被管系统的平均响应时间仍有以下两个难点：① 应用进程中的请求/响应与 LLC 帧之间可能是一对多的关系，即到达流与离去流之间不是一一对应的，所以这些帧从应用进程的角度讲不是相互独立的；② 就 LLC 帧本身而言是不能确定它们与特定应用进程请求/响应的对应关系的。

为解决上述问题，引入两个假设。

假设 1：可以忽略应用进程请求/响应与 LLC 帧之间的特定联系，即把发往该结点的 LLC 帧视为它的到达流，把由该结点发出的 LLC 帧视为是受到服务后离去的顾客。虽然后者可能是应用进程发出的请求，但在充分长的时间范围内这个假设是可接受的，因为它可被认为是对该系统所收到的上一次请求的响应。由于我们关心的是系统总体的平均响应时间，而不是对某个特定请求/响应的处理时间，所以这种联系不是必须考虑的。在不知该排队系统中准确的到达流分布和服务时间分布的情况下，可使用 LITTLE(李太勒)公式<sup>[3]</sup>：

$$W_s = L_s / \lambda \quad (1)$$

来估算系统响应时间。这里的  $W_s$  为系统内顾客的平均逗留时间(即系统平均响应时间)， $L_s$  为系统内的平均顾客数， $\lambda$  为到达流强度。由于应用进程的请求/响应与 LLC 帧之间可能存在一对多的关系，所以用流量采样值估算  $L_s$  和  $\lambda$  时需作一些预处理。经过实测发现，网内由终端交互所引起的信息流通常为短帧(长度在 100 字节左右)，而由文件传送等一类批量数据传输所引起的信息流通常为成批的长帧(长度在 1000~1500 字节左右)。

假设 2：把识别信道上传输的成批长帧(具有相同的源地址和宿地址)当作一个帧处理，可近似地形成应用进程中的请求与响应与 LLC 帧的一一对应。

基于上述假设，可以认为经过预处理后到达系统的帧数减去离开系统的帧数就是系统内剩余的帧数：

$$\therefore L_i = \left( \sum_{j=1}^n i * T_i \right) / T \tag{2}$$

其中 T 为采样期(即观测期)长度， $T_i$  为系统内有 i 个顾客的时间，n 为采样期内系统所拥有的最大顾客数。

最后需要说明的一点是，本节所建议的系统平均响应时间估算法是基于网络活动的，因此不适用于网内未参加通信活动的结点。然而从另一方面看，未参加通信活动的结点对整个网络的性能并无影响，因而可不去考虑。

### 五、WATCHER 的实现

WATCHER 系统的第一阶段目标是实现对由单一物理总线(使用 CSMA/CD 媒体访问方式)连接异种计算机构成并使用多种协议体系结构网络的性能管理，它使用纯粹的无交互方式。WATCHER 系统的第二阶段目标是在由多物理总线(子网)构成的异种互连网络中引入倾听代理，它们可按时将监听到的流量数据报送给主管进程，从而实现对此类网络的性能管理。WATCHER 系统的功能结构如图 2 所示。

其中倾听模块完成原始流量信息的采样，分析模块完成对采样信息的处理，报告生成模块产生网络管理员所需的各类性能报告，配置定义及修改模块维护网内各结点逻辑标识与物理地址的映射表，MIB 访问控制模块实现对性能管理信息库的访问。CMIS 是 OSI 所定义的公共管理信息通信服务，该模块实现 WATCHER 系统之间的信息交换，并且这种交换与网内的被管系统无关。MAC 接口模块实现对 CSMA/CD 信道的访问。

为了在性能数据的处理与维护 and 性能变化细节的详细程度之间求得平衡，在 WATCHER 系统中定义了一系列的摘要表来保存性能数据，它们分为本次采样摘要表、时摘要表、日摘要表和月摘要表等四类。这些摘要表按照时间的推进依次逐渐更新，如满一小时后，产生一张新的时摘要表，并且把上一小时的性能摘要更新入本日摘要表。这些保存在 MIB 中的摘要表不仅反映了网络当前的性能状况，而且也记载了网络性能变化的历史情况，它们构成了网络性能评价的依据。

目前，WATCHER 系统的宿主机为 PC/386，使用的操作系统为 UC DOS 2.0，使用 3 C 501 网卡作为物理信道的接口，使用 Turbo C 作为编程开发环境。由于避免了与被管系统的直接交互，使得对 WATCHER 系统的开发与运行环境的选择具有很大的灵活性。通过引入汉字和图形显示，使得 WATCHER 系统具有较好的用户界面。图 3 给出了 WATCHER 系统的一个应用实例。其

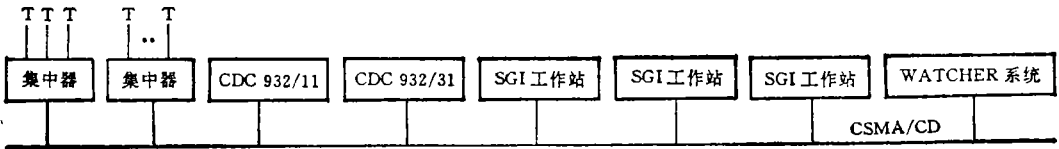


图 3 一个 WATCHER 系统的应用环境

中 CDC 933/11 和 CDC 932/31 为 CDC 公司生产的小型机，使用 NOS/VE 操作系统和 CDCNET 网络系统，它们与集中器和终端(T)在逻辑上构成 CDC 网络。SGI 工作站使用 Unix 操作系统和 TCP/IP 协议套构成 TCP/IP 子网。虽然 CDCNET 与 TCP/IP 子网之间可通过信关软件互连，但在网络管理上是截然分开的。整个网络上的结点分散在多座建筑物中，且两端的距离近 500 米。

通过引入 WATCHER 系统进行集成性能管理，使得整个网络获得了一个全局的观测点，因而网络管理员可实时地观察网内各系统的运行情况，并且为整个网络的优化提供了依据。

## 六、结 论

采用无交互方式进行集成网络性能管理的优点在于易于实现，并且对原有网络不产生任何影响，因而适用于由异种机、多逻辑网所构成的基于广播信道的网络。通过 WATCHER 系统，网络管理员可随时了解整个网络的当前工作状态和负载情况，并可考虑关于该网络性能的历史信息，从而为网络管理员对网络的使用情况作进一步的分析提供依据。这种独立的网络管理工作站实现方式不仅可以减轻主机的负担，而且对于通常由多厂家产品构成的网络来说，具有很大的灵活性，在目前普遍缺乏商品化的集成网管系统和特定网络环境中集成网管系统开发代价很高的情况下，WATCHER 系统具有很好的现实意义和应用前景。

## 参 考 文 献

- [1] Paul J. Brusil and Daniel P. Stokesberry, Integrated Network Management, Proceedings of the IFIP TC 6/WG 6.6 Symposium on Integrated Network Management, USA, 1985.5 pp.3-9.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC21/WG4 N877, Information Processing, Open System Interconnection Performance Management Working Document(4th Draft), 1989.6.
- [3] B. W. Stuck & G. Arthurs, A Computer and Communication Network Performance Analysis Primer, Prentice-hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985, pp.140-148.

# A Network Independent Performance Management System

Gong Jian and Gu Guanqun

*Southeast University, Nanjing, 210096*

**Abstract** An independent network performance management system based on the mechanism of listening to a broadcasting channel is described in this paper. The methodology proposed can be applied to the networks which is connected via broadcasting channel and use more than one protocol suites, such as the CIMS network.

**Keywords:** network performance management, heterogenous network management, CIMS network, queuing theory.