第31卷第9期 武汉工程大学学报 Vol.31 No.9
2009年09月 J. Wuhan Inst. Tech. Sep. 2009

文章编号:1674-2869(2009)09-0066-03

一种基于总线的传输流量估算方法

邹金安
(莆田学院电子信息工程系,福建 莆田 351100)

摘 要:在通信和多处理器系统中公共总线是一种重要的一维互联网.但是多个应用子系统共享公共总线的传输会因冲突而受到强烈的限制.一个重要的设计问题是去估算公共总线的平均带宽,以便在系统设计早期减少潜伏问题.为此,提出了一个基于一种公共总线系统设计的传输估算模型,采用概率方法预测公共总线的平均带宽.假定从一个部件发出的数据包流符合泊松(Poisson)过程,然后确定公共总线的数据流量分布,从而估算公共总线的平均带宽.实验证明这种方法是有效的.

关键词:传输流量;分析与建模;通迅总线;估算;概率方法;带宽
中图分类号:TP 393 文献标识码:A

0 引 言

传输流量分析和建模对网络性能评价具有重要的意义,完全符合传输流量复杂统计特性的模型,能够帮助对网络流量进行精确的分析和仿真,非常有助于网络的设计和控制. 网络传输预测分析及建模一直是分析网络性能的重要研究课题,流量预测结果为网络管理中带宽分配、流量控制、选路控制、接纳控制和差错控制等提供主要参考依据.网络流量具有一定的动态性、实时性、相关性、随机性和含噪声性[1].流量控制与某个发送方和接收方之间的点到点的通信量控制有关,即解决网络中出现快发慢收的问题,还受到通信线路容量的限制[2].

公共总线在通信和多处理器系统中是一种重要的一维互联网[3].它是一种高效动态互联模式,可使系统的任意两个部件临时互联.它能够动态连接系统中的任意两个部件,而且成本很低.公共总线在每个可能的发送者与每个可能的接收者之间确保“直接连通”,其成本是线性结构的.在一条公共总线上插着许多部件(子系统,比如处理器、缓存、I/O集成设备),而增加部件的数量并不增加共享总线的代价.但是多个应用子系统共享总线会因冲突而受到强烈的限制[4].显然,随着连接在公共总线上部件的数量增加,传输冲突的概率也相应按比例增加,直到耗尽公共总线的全部带宽.一个重要的设计问题是去估算公共总线的平均带宽,以便在系统设计早期减少潜伏问题[5].为此,本文提出了一个估算模型和一种有效的概率预测方法.这个模型含有大量共享着公共总线的相同部件.一种传输流量的概率模型能使设计者迅速预测公共总线的带宽.一束总线是一种通信信道,一个数据包被定义成一种在公共总线上传送的基本数据帧.

本文研究的问题是:在从部件发出的数据包流服从泊松过程的条件下,确定公共总线数据流量的分布,从而估算公共总线的平均带宽.

论文的组织如下:第二部分定义了一个总线模型;第三部分确定了公共总线带宽估算的结果;第四部分展示了一些用这个模型演算的实验结果;第五部分是论文的结论.

1 总线模型

一个系统模型是部件之集合,一条总线是建立必要连结的线路之集合,所有的部件连在公共总线上,以便提供独占的交互方法.一条公共总线是数据包流能通过的线路.假定每一个包有同样的大小和速度,并且部件在不同的时间占用带宽进行传输;假设一种调度机制可以使传送没有冲突,即是没有两个终端在同一个时间传送,这种调度叫预定存取或仲裁存取通信;假设每个部件以一个不变的比特率传送,每个部件能够按照参数为 α 的泊松过程发送数据包.

一个指定节点的数据流量是通过这个节点的包的数量.

收稿日期:2009-04-20
基金项目:福建省莆田市重点科技项目(2008G03).
作者简介:邹金安(1963-),男,福建莆田人,副教授,研究方向:计算机软件与理论、网络技术.

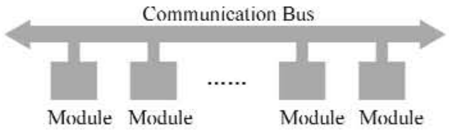

图 1　一种典型的公共总线结构

Fig. 1　A typical bus structure

不失一般性,假定包总是从左边传到右边,同时从一个给定的部件产生的源数据包的数量符合参数为 α 的泊松过程,这里 α 是每个部件发出源数据包的平均数.

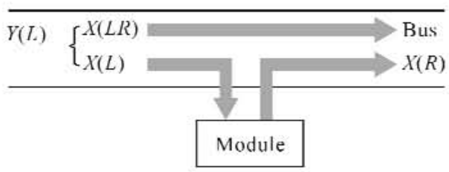

图 2　一个部件的数据流

Fig. 2　Data flows for a module

2　流量估算

设 $X(L)$ 为终止于所研究的部件的数据包数量,$X(R)$ 为产生于这个部件本身的数据包数量,$X(LR)$ 是经由公共总线穿过这个部件的数据包数量,假定 $X(R)$ 符合参数为 的泊松过程(α 是每个部件产生数据包的平均数),一个数据包的行程是源部件与目的部件之间的部件数量. 假定 Poisson(λ)表示参数为 λ 的泊松过程,数据包可以产生自任意部件,然后移动到右边.

定理 1　如果 $X(R)$ 符合 Poisson(α),那么对平均行程为 δ 的任意行程分布,$X(L)$ and $X(LR)$ 是独立的泊松分布即 $X(L)=\text{Poisson}(\alpha)$,$X(LR)=\text{Poisson}(\alpha(\delta-1))$

证明:假定包有一长度为 l 概率为 ql 的行程,那么 $\sum_{i=1}^{\infty} q_i = 1$. 考虑部件 x,一个从部件 j 发出的数据包有下列三种情况:

(1)它以概率 q_j 行程 j 终止于部件 x,形成 $X_j(L)$

(2)它以概率 $\sum_{i\ \ j+1}^{\infty} q_i$ 穿过部件 x(行程大于 j),形成 $X\,j(LR)$

(3)它以概率 $\sum_{i=1}^{i-1} q_i$ 终止于部件 x 的左边某部件(行程小于 j)

计算下面的联合概率

$$P(X_j(L)=n_1 \hat{} X_j(LR)=n_2)=$$

$$\sum_{r=n_1+n_2}^{\infty} \frac{e^{-\alpha}\cdot\alpha^r}{r!}\cdot(\binom{r}{n_1}\cdot(\binom{r-n_1}{n_2}\cdot$$

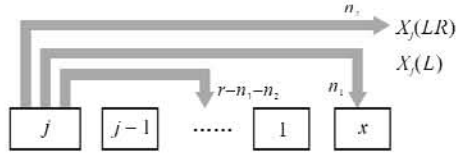

图 3　一个源自部件 j 的数据包的三种可能目的地

Fig. 3　Three possible destinations for a packet originating from module j

$$(\sum_{i\ \ j+1}^{\infty})^{n_2})\cdot((\binom{r-n_1-n_2}{r-n_1-n_2})\cdot(\sum_{i\ \ 1}^{j\ \ 1} q_i)^{r\ \ n_1\ \ n_2})=$$

$$\sum_{r=0}^{\infty}\frac{e^{-\alpha}\cdot\alpha n_1+n_2+r\cdot q_j^{n_1}}{n_1!\cdot n_2!.\,r!}\cdot$$

$$(\sum_{i=j+1}^{\infty})^{n_2}\cdot(\sum_{i=1}^{j-1} q_i)^r=$$

$$\frac{(\alpha\cdot q_i)^{n_1}}{n_1!}\cdot\frac{(\alpha\cdot\sum_{i\ \ j+1}^{\infty} q_i)^{n_2}}{n_2!}\cdot e^{\ \alpha}\cdot$$

$$\sum_{r\ \ 0}^{\infty}\frac{\alpha^r}{r!}\cdot(1-\sum_{i\ \ j}^{\infty} q_i)^r=$$

$$\left(e^{\alpha\cdot q_j}\cdot\frac{(\alpha\cdot q_j)^{n_1}}{n_1!}\right)\cdot\left(e^{\alpha\cdot\sum_{i=j+1}^{\infty} q_i}\cdot\frac{a\cdot\sum_{i=j+1}^{\infty} q_i^{\ n_2}}{n_2!}\right)=$$

$$\text{Poisson}(\alpha\cdot q_j)\cdot\text{Poisson}\Big(\alpha\cdot\sum_{i\ \ j+1}^{\infty} q_j\Big)=$$

$$P(x_j(L)=n_1)\cdot(P(x_j(LR)=n_2)) \qquad (1)$$

这意味着经由部件 x 的左边部件 j 发出,终止于部件 x 的数据包数量 $X_j(L)$ 独立于穿过部件 x 的数据包数量 $X_j(LR)$. 而且,$X_j(L)$ 和 $X_j(LR)$ 都独立地分别符合参数为 $\alpha\cdot qj$ 和 $\alpha\cdot\sum_{i=j+1}^{\infty} q_i$ 的泊松过程.

假定数据包在不同的部件里独立地产生. 假定 $X(L)$ 是终止于一个给定的部件的数据包总数,那么显然,$X(L)=\sum_{j=1}^{\infty} X_j(L)$. 因为每一个符合泊松过程的随机变量之和的分布,同样是参数为单独参数之和的泊松过程[6]. 所以,$X(L)$ 符合 Poisson(α),因为 $\sum_{j=1}^{\infty}=\alpha\cdot q_j=\alpha$. 假定 $X(LR)$ 是通过这个部件的数据包总数,同样地,$X(LR)=\sum_{j=1}^{\infty} X_j(LR)$ 并且 $X(LR)$ 符合:

$$\text{Poisson}(\sum_{j\ \ 1}^{\infty}\alpha\sum_{i\ \ j+1}^{\infty})=$$

$$\text{Poisson}\Big(\alpha\Big(\sum_{j\ \ 1}^{\infty}\sum_{i\ \ j+1}^{\infty} q_i+\sum_{j\ \ 1}^{\infty} q_i-\sum_{j\ \ 1}^{\infty} q_i\Big)\Big)=$$

$$\text{Poisson}\Big(\alpha\Big(\sum_{j\ \ 1}^{\infty} jq_j-1\Big)\Big)=$$

$$\text{Poisson}(\alpha(\delta-1)) \quad (\delta=\sum_{j=1}^{\infty} jq_i) \qquad (2)$$

这就得到期望的结果.

基于以上结果,通过下面的定理给出一个重要的结果.

定理2 $Y(L)$流是以中间值$\beta=\alpha\delta$为参数泊松分布.

证明:这可以直接从$Y(L)=X(L)+X(LR)$观察到,因为$Y(L)$符合泊松过程,所以能通过计算$Y(L)$的以中间值β为参数的Poisson来估算公共总线的平均带宽.

3 实验及结果分析

为了测试方法的有效性,对这个模型进行了一些实验验证.验证是通过模拟如模型假定的数据包和部件的系统来执行模型的演算过程,并且和公式预测的估算结果比较.模拟程序的输入是m维,参数为α(泊松分布)和ε(几何分布),用一个几何分布作为行程分布.程序模拟了从部件产生的N个包的线路,并且有一个几何分布的行程.估算是通过计算公共总线平均带宽来完成的.实验在一台128 m内存的SPARC station 20工作站上完成.表1给出了模拟的一些结果,其中$\varepsilon=0.3$.

从表1中可以看出,理论估算的带宽与模拟实验测到的带宽是相近的.

表1 模拟结果对比表

Table 1 Simulation Results

数据包数量	M	α	模拟估算(平均带宽)	理论估算(平均带宽)
134	5	4	11.27	13.67
276	8	5	13.91	12.56
342	3	6	6.09	15.08
564	6	4	18.47	19.62
592	8	6	19.34	20.87
673	2	5	19.97	21.67
831	7	6	21.28	23.38

4 结 语

以上为估算一条总线的带宽提出了一种随机模型.模型是基于统计分布的,并且估算的是公共总线的平均带宽.实验证明了这种方法的有效性.更进一步的研究方向是:从实际的设计过程结合更多的知识研究估算模型,并开发一种预先、在线或滞后的估算模型,考虑分等级的公共总线组织,以构建一个可扩展的共享系统.

参考文献:

[1] 曹建华,刘渊,戴悦. 一种基于灰色神经网络的网络流量预测模型[J]. 计算机工程与应用, 2008,(5):67-70.

[2] 胡金初. 网络流算法的分析及研究[J]. 计算机科学, 2009, (1):293-295.

[3] L K John, Liu Y. Performance model for a prioritized multiple-bus multiprocessor system [J]. IEEE Transactions on Computer, 1996,45(5):103-106.

[4] 刘书,浩成胜,张撞育. Mobile Agent 在网络系统监控中数据采集的设计与应用[J]. 武汉工程大学学报,2009,31(3):77-80.

[5] 陈婷婷,张彦铎.机器人足球仿真比赛平台中网络通信总是研究[J].武汉工程大学学报 2009,31(3):70-73.

[6] Stallings W. Data and Computer Communications[M]. New York: Macmillan Publishing Company, 1994.

An approach of traffic estimation on bus

ZOU Jin-an

(Department of Electronic Information, Putian College, Putian 351100, China)

Abstract: Bus is an important one-dimensional interconnection network in communication and multiprocessor systems. However, the contention on the shared bus represents a strong limitation on the number of applicable subsystems. A traffic estimate model is presented for a bus system design. A probabilistic approach is proposed to predict the average bus bandwidth. Assume that the flow of packets from a module obeys a Poisson process, the distribution of the bus flow data rate is determined, thus estimating the average bus bandwidth. The experiment demonstrates the effectiveness of our approach.

Key words: traffic; analysis and modeling; communication bus; estimation; probabilistic methods; bandwidth

本文编辑:陈晓苹