

一种基于模糊贝叶斯理论推测信元丢弃率分布的方法

沈伟慈*

(深圳大学信息工程学院 深圳 518060)

【摘要】 提出了一种基于贝叶斯理论推测 ATM 网络中信元丢弃率分布的新方法,并讨论了利用模糊神经网络对其中模糊估算与分类子系统进行优化的原理。

关键词 ATM 网络; 信元丢弃率; 贝叶斯理论; 模糊逻辑
中图分类号 TN 913.24

在 ATM 网络中,对于新呼叫的接受与否,应考虑在新呼叫接受后,网络中所有已连接呼叫的 QoS 是否能满足要求,这就是连接允许控制(CAC)。信元丢弃率是 QoS 中的一个重要参数,因此,研究网络中不同类型不同数目业务源流量情况与信元丢弃率的关系,便是 CAC 中一个重要的课题。

在研究业务源模型时有三种方式:基于确定性模式、基于统计模式和基于测量模式^[1]。在 ATM 网络中,由于业务源类型的多样化,而且不断有很多新的未知类型出现,而表示业务源特性的参数很多,参数值相差很大,故很难找到一种统一的非常合适的模型。另外,现已提出的一些模型的计算量太大,难以实现实时处理。所以,采用前两种方式既不大符合实际,又难以应用。而第三种方式不依赖于业务源具体模型,并可通过实时测量进行自适应动态调整,故比较合理。

采用基于测量模式的 CAC 已有多种方案。文献[2]提出了一种根据固定期间内测量到的各个呼叫信元到达数目的分布情况和已接入呼叫的业务量参数,估算出信元丢弃率,取其上限,作为 CAC 的依据。文献[3]则利用网络中已连接呼叫总数与信元丢弃率之间的实测数据对,通过模糊学习得到它们之间的概率分布情况,并利用模糊推理方法进行分布曲线的内插与外推,取其上限,作为 CAC 的依据。

由于 ATM 网络中各种类型业务源的参数(如平均速率、突发率、突发长度等)相差很大,所以,当网络中接入的各类业务源总数相同,而各类型的组成数目不同时,所产生的信元丢弃率差别很大。从文献[3]的仿真结果可以看到,这一差别可达 3 个数量级以上。取其上限实际上是考虑了最坏的丢弃率情况,虽然可靠性高,但对于提高网络利用率和降低呼损率是不利的。另外,在每个测量区间的统计过程中,呼叫总数可能发生变化,这也给结果带来了一些不准确性。

本文提出了一种基于模糊贝叶斯理论、动态推测信元丢弃率分布的方法,以此作为 CAC 的决策依据。

1 方法

贝叶斯理论是根据先验概率和似然概率来推算后验概率,实质上是描述了一种如何利用采样信息来修正和改进现有概率分布的规律,因而体现了一种逐步学习、逐步认识客观实际的过程。

设链路容量为 $C(\text{Mb/s})$, 业务流量为 $D(\text{Mb/s})$, 则业务量强度为 $\rho = D/C$ 。

当接入呼叫总数发生变化,已接入各业务源整体的统计特性可以从业务量强度 ρ 上体现出来,因此可取 ρ 的平均值 $\bar{\rho}$ 及其方差 ρ^2 作为统计参量。另外,采用一个归一化参数,链路繁忙率 BL 来表示链路流量(或负荷)的大小及变化情况。文献[4] BL 的值越大,意味着平均流量越大,或流量变化率越大。故 BL 应是 ρ 和 ρ^2 的函数,且按其大小分为 L 类,其中第 i 类的典型值记为 BL_i , $BL_i \in [0, 1]$, $i = 1, 2, \dots, L$, 且有 $BL_i < BL_{i+1}$ 。

将信元丢弃率范围 $[0, 1]$ 分成 K 个区间, P_j 表示第 j 个区间信元丢弃率的典型值, $j=1, 2, \dots, K$,有 $P_j < P_{j+1}$ 。则当链路繁忙率为第 i 类时,产生的信元丢弃率位于第 j 个区间内的概率为 $P(A_{ij})$ 有

$$\sum_{j=1}^K P(A_{ij}) = 1 \quad i = 1, 2, \dots, L$$

将 $P(A_{ij})$ 视为先验概率。

测量每个节点输出缓存器的流量及丢弃信元数,每隔 T 时间统计一次。设统计的到达信元数为 M ,丢弃信元数为 m 。将丢弃信元数 m 考虑为二项式分布,那么在假定信元丢弃率 P_j 条件下的似然概率为

$$P\left(\frac{B}{A_{ij}}\right) = \binom{M}{m} P_j^m (1 - P_j)^{M-m}$$

可求得后验概率

$$P\left(\frac{A_{ij}}{B}\right) = [P\left(\frac{B}{A_{ij}}\right)P(A_{ij})] / \sum_{j=1}^K P\left(\frac{B}{A_{ij}}\right)P(A_{ij})$$

将 $P\left(\frac{A_{ij}}{B}\right)$ 简记为 P_{ij} 。进一步可得到信元丢弃率 p 高于门限值 p_s 的概率为 $p_i(p \geq p_s) = \sum_{j=r}^K p_{ij}$,其中, $p_r \geq p_s > p_{r-1}$, $i=1, 2, \dots, L$ 。 $r=1, 2, \dots, K$ 。每次求得的后验概率又作为下一次统计的先验概率,从而不断地重复测量与统计过程。

2 讨 论

描述链路流量状况的归一化参数链路繁忙率 BL 与 ρ , ρ^2 的关系很难用一个确定模型来表示,但可以采用模糊估算与分类的方法,并利用模糊优化来改进估算与分类的合理性。图1是表述这一过程的方框图。

输入 ρ , ρ^2 与输出 BL (由 BL 可确定分类序号 i)之间的模糊推理规则和隶属函数参数可先根据专家经验设定。显然,当 ρ , ρ^2 增大, BL 也应增大;即链路负荷增大,则分类序号 i 值增大,信元丢弃率的概率分布应向大的方向移动,满足

$$p_{i+1}(p \geq p_s) \geq p_i(p \geq p_s) \quad 1 > p_s > 0 \quad (1)$$

反之亦然。根据这一规律,可对原设定的模糊推理规则和隶属函数参数进行修正和优化。

用矩 $P\left(\frac{A}{B}\right)$ 表示整体后验概率。显然,这是一个 $L \times K$ 矩阵,其中,每个元素为 P_{ij} 。进而可以求得它的分布函数矩阵 $F\left(\frac{A}{B}\right)$,即 $L \times K$ 矩阵,其中每个元素为 F_{ij} ,因此有 $F_{ij} = \sum_{l=1}^j P_{il}$, $\sum_{j=1}^K P_{ij} = 1$, $1 \geq F_{ij} \geq F_{i,j-1} \geq 0$ 。由式(1)可知应有

$$F_{ij} \leq F_{i-1,j} \quad (2)$$

利用模糊逻辑由链路参数估算链路繁忙率的方法,在文献[4]中已有介绍。本文提出一种利用后验概率分布函数矩阵 $F\left(\frac{A}{B}\right)$ 优化其推理规则和隶属函数参数的方法,其原理为:将实测 ρ , ρ^2 值与模糊推理得出的分类序号 i 作为入/出样本集,同时根据相应的后验概率计算出各自的分布函数,然后检查这些样本是否满足式(2)。对于不满足式(2)的样本,其中的输出值 i 应作增大或减小的调整,从而得到新的修改样本集。将修改样本集和满足式(2)的正常样本集一起作为学习样本对模糊估算与分类子系统进行训练,利用模糊神经网络的优化方法^[5],可以得到更合理的推理规则和隶属函数参数,从而使 BL 更合理地反映链路的负荷情况。

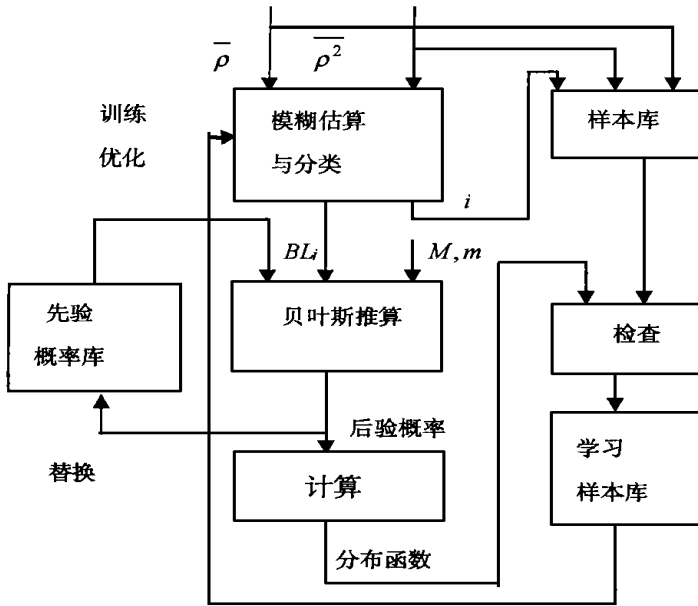


图 1 概率计算与模糊优化方框图

3 结 论

本文根据贝叶斯理论提出的推测 ATM 网络中信元丢失率分布的方法,是建立在模糊估算与分类和动态实时测量的基础上,实际上是利用概率论与模糊逻辑为链路流量状况及其 QoS 建立了一个特殊的数学模型。此模型的输入与输出之间的关系既不能用明确的公式表示,也不是某一种已知的随机过程,而是根据以往的经验 and 现时的测量和计算综合而成,并能不断地进行实时调整。利用模糊神经网络的学习功能,可以对此模型进行优化,使其能更好地反映实际情况。这种方法测量简单,计算量不大,可以实现实时处理,且符合实际。如何完善这种方法以及如何利用仿

真来研究这种方法的性能指标还有待进一步的深入研究。

参 考 文 献

- 1 Mark Brian L, Ramamurthy Gopalakrishnan. Real-time traffic characterization for quality-of-service control in ATM networks. IEICE Trans Commun, 1998 (5): 832 ~ 839
- 2 Saito Hiroshi, Shiomoto Kohei. Dynamic call admission control in ATM networks. IEEE JSAC, 1991, 9 (7): 982 ~ 989
- 3 Uehara Kiyohiko, Hirota Kaoru. Fuzzy connection admission control for ATM networks based on possibility distribution of cell loss ratio. IEEE JSAC, 1997, 15(2): 179 ~ 190
- 4 Shen Weici, Shark Lik kwan, Phil Holifield. A fuzzy decision strategy for integrating connection admission control and routing in ATM networks. 电路与系统学报, 1999, 4(1): 97 ~ 101
- 5 Lin Chin teng, Lee George C S. Neural-network-based fuzzy logic control and decision system. IEEE Trans on Computers 1991, 40(12): 1 320 ~ 1 336

A Method for Inferring Distribution of Cell Loss Ratio in ATM Networks Based on Fuzzy Bayes Theory

Shen Weici

(Faculty of Information Engineering, Shenzhen University Shenzhen 518060)

Abstract This paper presents a new method for inferring the probability distribution of cell loss ratio in ATM networks based on Bayes theory. The principle using fuzzy neural networks to optimize the fuzzy estimation and classification subsystem is also discussed.

Key words ATM networks; cell loss ratio; Bayes theory; fuzzy logic