

基于神经网络的计算机网络性能评价

梁 靛, 黄玉清, 张晓琴

(西南科技大学信息工程学院, 绵阳 621010)

摘要: 为多媒体网络定义一个合理有效的性能分析模型, 以描述基于神经网络的计算机网络性能评价过程, 其中包括评价指标测量值的预处理、神经网络结构设计、评价仿真以及仿真结果分析 4 个部分。仿真实验结果表明, 基于神经网络的评价方法无须建立复杂的数学模型, 能够对多个网络性能指标进行综合考虑, 从而实现在给定输入负载下的网络性能判定。

关键词: 多媒体网络; 网络性能; 神经网络; 评价方法

Computer Network Performance Evaluation Based on Neural Network

LIANG Liang, HUANG Yu-qing, ZHANG Xiao-qin

(College of Information Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010)

【Abstract】 A rational and effective performance analysis model is defined for multimedia network, which is used to describe the computer network performance evaluation process based on neural network. It includes measuring value pretreatment of evaluation metrics, neural network architecture design, evaluation simulation and simulation result analysis. Simulation experimental results show that the evaluation method based on neural network without math model can consider many metrics, and realize the judgment of network performance under the given input overload.

【Key words】 multimedia network; network performance; neural network; evaluation method

计算机网络性能包含有效性和公平性 2 个方面^[1]。从用户角度看, 有效性是指端到端时延、时延抖动、丢包率等服务质量问题; 从系统的角度看, 有效性是指吞吐率、接入的用户数等服务数量问题。本文针对多媒体网络的有效性, 从用户角度对服务质量进行评价^[2]。

1 评价模型的建立

为完成网络性能评价, 本文建立一个整体评价模型, 见图 1。

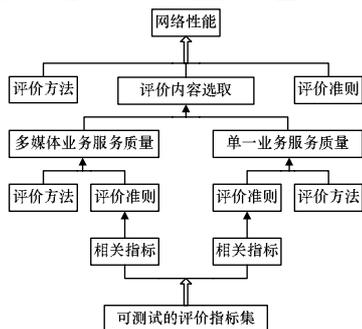


图 1 评价模型

其主要思想为: 将综合评价目标即网络性能作为评价模型的最高层; 然后针对评价目标的实际情况提出一些能切实反映评价目标的评价内容, 将每一层评价内容层层分解, 直至产生可精确定义和可精确测试的评价指标; 这些评价指标是可操作的, 它们构成评价模型的最底层。在该评价模型中, 最关键的三要素是: 相关指标, 评价准则和评价方法。

(1) 相关指标的选取: 1) 若网络中为单一的数据业务, 则与之相关的指标选取为丢包率和可用带宽。2) 若网络中是以音频和视频为主的多媒体业务, 与音频质量相关的评价指标选取为延时、延时抖动和丢包率; 与视频服务质量相关的指

标选取为延时抖动、丢包率和可用带宽。

(2) 评价准则的制定: 本文依据一个总的的评价准则, 当可用带宽越大, 延时、延时抖动和丢包率越小时, 认为网络性能越好。设某项服务质量指标的目标值为 ψ , 在时刻 t 获得的实际值为 $\psi(t)$ ^[1]。

定义 1 如果 $\psi(t)$ 的值越大, 则代表该项服务质量越好。

定义规格化服务质量函数为

$$\varphi(t) = \frac{\psi(t)}{\psi} \quad (1)$$

定义 2 如果 $\psi(t)$ 的值越小代表该项服务质量越好(比如时延和丢包率), 则定义规格化服务质量函数为

$$\varphi(t) = \frac{\psi^{-1}(t)}{\psi^{-1}} \quad (2)$$

对于 n 项服务质量指标, 有:

$$\varphi(t) = \sum_{k=1}^n w_k \times \varphi_k(t) \quad (3)$$

其中, w_k 为服务质量指标函数 φ_k 的权重, 且有 $\sum_{k=1}^n w_k = 1$ 。

(3) 评价方法的使用

将智能方法引入到评价模型中, 采用神经网络方法分别对评价内容进行评价。

2 基于神经网络的网络性能评价

视频、音频为多媒体网络中的主要业务, 作为评价方法

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2005AA887001); 西南科技大学青年基金资助项目(2007004019)

作者简介: 梁 靛(1981-), 女, 硕士, 主研方向: 网络测试, 智能控制; 黄玉清, 教授; 张晓琴, 讲师

收稿日期: 2009-11-30 E-mail: liangliang_327@163.com

的讨论，主要评价视频业务的服务质量。

2.1 测量值的预处理

链路带宽限制在 2 Mb/s, 1 Mb/s 和 512 Kb/s, 选用可用带宽、视频丢包率、延时抖动作为评价指标。

作为神经网络的输入量，将测量数据组数记为 n ，每组数据包含的指标数目记为 p ，则所有测量数据构成矩阵 X ：

$$X = [x_{ij}]_{n \times p} \quad (4)$$

$$z_{i1} = \frac{x_{i1}}{\max(x_{i1})} \times 0.99 \quad z_{i2} = \frac{x_{i2}}{\max(x_{i2})} \times 0.99 \quad (5)$$

延时抖动、可用带宽都需要按式(5)进行归一化处理，处理结果分别为 z_{i1} , z_{i2} 。丢包率本身为一个百分数，将其转化为相等的小数，记为 z_{i3} 。

2.2 神经网络结构设计

采用三层 BP 网络，用 Rprop(Resilient backpropagation) 算法^[3]对网络进行训练。输入层含 3 个神经元，分别是 3 项指标归一化值 z_{i1} , z_{i2} , z_{i3} 的入口；输出层含 1 个神经元；隐层采用试凑法确定神经元个数为 5 个；隐层传递函数选用非线性性的 Sigmoid 函数，输出层选用比例系数为 k 的线性函数。

2.3 评价仿真

预处理后的测试数据大部分作为神经网络的训练数据，如表 1 所示；另一部分作为测试数据用于神经网络的验证，如表 2 所示。同时参考我国广播电视电影行业标准《数字电视图像质量主观评价方法》的有关规定^[4]，给出视频质量的目标输出，以作为评定服务等级的依据。进行评价仿真时，网络初始权值为(-1,1)之间的随机数；期望误差值选取 0.001；训练次数为 500 次。通过训练，得到表 2 所示的仿真结果。

表 1 训练数据

序号	z_{i1}	z_{i2}	z_{i3}	目标输出	序号	z_{i1}	z_{i2}	z_{i3}	目标输出
1	0.002	0.990	6	0.00	19	0.133	0.036	4	0.50
2	0.002	0.680	1	0.00	20	0.002	0.954	1	0.00
3	0.004	0.542	3	0.00	21	0.005	0.711	3	0.00
4	0.004	0.311	3	0.00	22	0.002	0.453	8	0.00
5	0.005	0.123	7	0.00	23	0.198	0.295	0	0.00
6	0.002	0.022	2	0.00	24	0.164	0.201	0	0.00
7	0.001	0.038	5	0.38	25	0.120	0.039	3	0.13
8	0.007	0.000	0	0.38	26	0.990	0.682	7	0.00
9	0.000	0.840	3	0.00	27	0.392	0.451	8	0.00
10	0.001	0.327	6	0.00	28	0.280	0.216	5	0.00
11	0.002	0.050	7	0.00	29	0.166	0.041	4	0.13
12	0.012	0.015	4	0.38	30	0.990	0.114	5	0.00
13	0.019	0.000	0	0.25	31	0.372	0.062	8	0.00
14	0.020	0.000	0	0.62	32	0.210	0.041	0	0.38
15	0.021	0.000	0	0.63	33	0.935	0.046	9	0.37
16	0.002	0.375	5	0.00	34	0.002	0.340	8	0.00
17	0.006	0.182	6	0.00	35	0.041	0.000	0	0.25
18	0.015	0.015	7	0.25	—	—	—	—	—

表 2 验证数据的输出结果

z_{i1}	z_{i2}	z_{i3}	目标输出	仿真结果
0.004	0.581	0	0.00	0.83
0.004	0.232	5	0.00	0.54
0.280	0.216	5	0.00	0.50
0.166	0.041	4	0.13	0.16
0.990	0.114	5	0.00	0.40
0.372	0.062	8	0.00	0.30
0.002	0.500	8	0.00	0.75
0.210	0.037	2	0.38	0.10
				0.079

2.4 评价结果分析

将视频业务的服务质量分为“很好、较好、一般、较差、很差”5个等级。其中，

(1)很好(仿真结果为 $0.8 < e < 1.0$)：图像质量极佳，可以适当增加视频业务量。

(2)较好(仿真结果为 $0.6 < d < 0.8$)：图像质量好，可以适当增加数据业务量。

(3)一般(仿真结果为 $0.4 < c < 0.6$)：图像质量一般，可以保持当前业务量。

(4)较差(仿真结果为 $0.2 < b < 0.4$)：图像质量差，已出现部分停滞现象，可以适当减少当前业务量。

(5)很差(对应输出为 $0.0 < a < 0.2$)：图像质量低劣，需要立即减少业务量。

由于网络具有不确定性，因此不能单独依据某一组测量值来评估服务质量，需要将短时间内多组测量值的输出结果进行平均，并以该均值来评定服务等级。

3 结束语

本文针对用户可感知的网络服务质量，采用神经网络对网络性能进行评价。与传统方法相比，运用智能方法不需要建立复杂的数学模型，且能对多个网络性能指标进行综合考虑，使评价结果更加合理有效。今后还需要引入新的智能方法，以体现更好的评价能力。

参考文献

- [1] 林 闯, 单志广, 任丰原. 计算机网络的服务质量(QoS)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 林 闯. 计算机网络和计算机系统的性能评价[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [3] Riedmiller M. A Direct Adaptive Method for Faster Backpropagation Learning: The RPROP Algorithm[C]//Proc. of IEEE International Conference on Neural Networks. San Francisco, California, USA: IEEE Press, 1993.
- [4] 章文辉, 王世平. 数字视频测量技术[M]. 北京: 北京广播学院出版社, 2003.

编辑 陈 文

(上接第 104 页)

参考文献

- [1] Hu Jiangqiang, Feng Xingzhi, Zhang Zhiwei, et al. A Rapid Algorithm to Find Replacement Services for K-shortest Path Problem with QoS Constraints[C]//Proc. of IFIP International Conference on Network and Parallel Computing. Washington D. C., USA: IEEE Computer Society, 2007: 710-715.
- [2] 赵有健, 张铁蕾, 崔 勇. 多约束服务质量路由中的路径压缩算法[J]. 计算机学报, 2007, 30(12): 209-210.
- [3] 李腊元, 李 春, 林 多. QoS 约束的多播路由协议[J]. 软件学报, 2004, 15(2): 286-291.
- [4] 郭得科. 一种 QoS 有保障的 Web 服务分布式发现模型[J]. 软件学报, 2006, 17(11): 1324-1334.

- [5] 杨 挺, 孙雨耕, 胡华东, 等. QoS 供应体系中的新型网络改进算法[J]. 软件学报, 2005, 16(7): 1352-1358.
- [6] 万本庭, 陈 明, 鲁 强. 一种 QoS Min-Min 异构分布式系统任务调度策略[J]. 计算机工程, 2007, 33(11): 50-52.
- [7] 胡迎松, 高国强. 改进的分布式 QoS 路由算法[J]. 计算机工程, 2007, 33(22): 50-52.
- [8] 胡志刚, 胡周君. 基于多 QoS 目标的工作流任务调度算法[J]. 计算机工程, 2008, 34(10): 126-128.
- [9] Gong Yue, Wang Yuzhuo. The Task Distribution and Scheduling of the Parallel Delivery System[C]//Proc. of IFIP International Conference on Network and Parallel Computing. Washington D. C., USA: IEEE Computer Society, 2007: 941-946.

编辑 陆燕菲