

基于边缘策略网络拥塞控制的设计与实现

毛 凯^{1,2}

(1 重庆大学 计算机学院, 重庆 400044; 2 重庆工商大学 计算机科学与信息工程学院, 重庆 400067)

摘 要: 设计了一种新型的基于边缘策略的拥塞代价控制功能, 实现了网络中速率分配的公平性. 此方案在目前实际的 IP 网络中加以应用, 并通过网络仿真工具 NS2 对其性能进行了评估. 仿真结果表明, 控制机制简单高效, 同时能够有效地控制网络系统中数据流速率的变化, 从而使网络系统保持良好的传输效率和稳当性.

关键词: 边缘策略; 拥塞代价; 实现机制

中图分类号: TP1393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)09-0104-04

A Novel Congestion Pricing Function Implementation in IP Networks

MAO Kai^{1,2}

(1 College of Computer, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2 College of Computer Science and Information Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: We propose a new congestion-sensitive pricing framework edge to edge capacity contracting (EECC), which is able to provide a range of fairness in rate allocation by using pricing as a tool. We develop a pricing scheme within the EECC framework and investigate several issues such as optimality of prices, fairness of rate allocation and stability. Then, we adapt EECC in current IP networks and evaluate it by extensive simulation.

Keywords: congestion pricing; EECC; control function

1 引言

现阶段在因特网上关于网络拥塞代价信息的实时反馈是很难实现的. 相关的文献[1-2]已经验证了如果网络拥塞代价信息改变的时间超过了40RTTs(roundtrip-times), 则相关的控制机制不能够完成, 这就意味着为了能够实现基于网络拥塞代价的控制机制, 拥塞代价信息的改变必须迅速、高效地完成. 同时, 在网络的相关设备如路由器等没有进行大规模升级的情况下, 网络拥塞简洁高效的判断机制同样也难以实现.

文中提出了一种新的基于网络边缘策略的解决方案功能模型, 如图1所示. 在该模型中, 针对不同的数据传输要求, 定义了相关的数据传输单元代价 P_v , 最大传输数据总量 $V_{\max}$ 以及传输总时长 T , 其模型的数学表达式为:

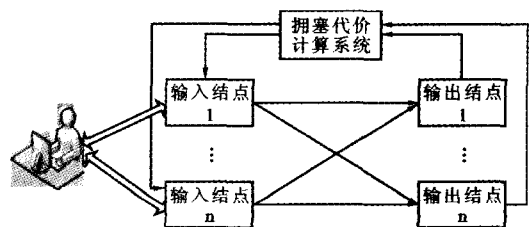


图1 基于网络边缘策略控制功能的结构示意图

$$\text{Model} = F(P_v, V_{\max}, T) \quad (1)$$

一般的网络用户可通过设置在边缘路由器上的方案控制传输数据, 按照式(1), 该方案控制功能针对每一位网络用户设定了相应的数据传输代价模型. 同时, 该机制从中心路由器或者其它边缘路由器获取相关的网络拥塞信息. 需要注意的是, 获取相关网络拥塞信息的时间频率间隔应小于数据传输代价模型执行的时间, 从而保证网络拥塞代价信息的更新能够及时反映在数据传输代价模型中.

文中所提出的基于边缘策略的网络拥塞代价控制功能是一种动态控制方式,由于其具有简洁高效的控制功能机制,可以在很短的时间内完成拥塞代价的更新,从而保证了整个网络系统传输的稳定性和公平性。

2 基于网络边缘策略控制功能的设计

基于网络边缘策略控制功能是专门为各种不同环境、不同要求的网络而设计的一种拥塞代价控制功能。由于网络中边缘路由器能够完成一些复杂的计算,从而可以确定其网络拥塞代价,在基于网络边缘策略的控制功能中边缘路由器被看作是一个用户的控制中心。这个控制中心可用于与其它的管理控制中心进行信息、数据的交换和本地网络拥塞代价的计算。

2.1 输入结点

输入结点主要完成传输预算和传输容量计算,分别由传输预算计算子系统和传输容量计算子系统完成。在输入结点保存着网络当前的拥塞代价向量 P , P 是由若干个输入结点 i 到输出结点 j 的拥塞代价 P_{ij} 所组成。作为控制中心的边缘路由器以此 P_{ij} 为参考数据与用户协商相应的传输预算。另外,输入结点利用每次所估算的网络传输总容量来计算每次所能够传输数据的总量, $V_{\max} = C * T$, 其中 $V_{\max}$ 为网络所能够传输数据总量的最大值, C 为所估算的网络传输总容量, T 为网络传输的时长。

2.1.1 传输预算计算子系统

根据当前的网络拥塞代价向量 P , 可以对每条链路数据流计算其传输预算 b_{ij} , 设 f_{ij} 为数据流 f_{ij} 的当前拥塞代价, x_{ij} 为单位时间内数据流 f_{ij} 所传送的数据包总数, 则数据流 f_{ij} 传输预算 $b_{ij} = x_{ij} p_{ij}$, 注意到有个别少量的数据包在传输过程中丢失, 这就使得数据流传输预算的计算应在输入结点上而不是在输出结点上完成。

2.1.2 传输容量计算子系统

传输容量计算子系统用于计算由输入结点 i 到输出结点 j 中每条链路所需要的传输容量, 并以此数据作为拥塞代价计算的参数之一。

2.2 输出结点

输出结点主要完成网络拥塞检测和基于拥塞的容量计算等, 分别由网络拥塞检测子系统和基于拥塞的容量计算子系统完成。基于边缘策略网络拥塞代价功能控制机制是基于传输预算分配传输容量, 对于高预算的传输数据流分配更多的传输容量, 所

以输出结点能够通过增加或降低传输预算从而控制数据的传输速率。

2.2.1 网络拥塞检测子系统

网络拥塞检测子系统用于实现对网络拥塞状态的判定功能, 目前对网络拥塞判定可以有多种实现方式。例如在网络的核心路由器上如果本地队列超出了规定的最大门限值则可标注网络拥塞, 在输出结点上通过观测是否标注了网络拥塞标志从而确定网络是否拥塞。

在本系统中, 通过对输出结点的数据速率测量来判定网络拥塞。具体实现是在网络的输出结点上设置了两个门限参数用于测试网络的拥塞状态: $\max_thresh$ 和 $\min_thresh$, 同时对每一条数据流设置了拥塞标志位。当输出结点上数据流速率超过了最大门限值参数 $\max_thresh$, 则对流经该结点的相关数据流拥塞标志位设置为拥塞状态; 当数据流速率介于最大门限值参数 $\max_thresh$ 和最小门限值参数 $\min_thresh$ 之间, 则对流经该结点的相关数据流拥塞标志位不做修改; 当数据流速率低于最小门限值参数 $\min_thresh$, 则对流经该结点的相关数据流拥塞标志位设置为正常状态。同时将网络拥塞信息传递给输出结点的容量计算子系统, 该系统据此信息进行相应的传输链路容量计算和调整。

2.2.2 基于拥塞的容量计算子系统

基于拥塞的容量计算是对每条流入输出结点的链路计算可用的传输容量 c_{ij} , 通过从网络拥塞检测子系统得到的网络拥塞状态和实际的网络流速计算出每条链路的 c_{ij} , 其最主要的作用在于当网络处于拥塞状态时则降低链路的传输容量反之则增加传输容量, 这样使网络的传输代价能够根据网络拥塞的状态而改变, 从而完成相应的网络拥塞控制功能。在计算过程中, 每隔一个间隔时隙根据网络拥塞检测所得知的网络状态对数据的传输容量进行相应的调整。

$$c_{ij} = \begin{cases} \beta \cdot \mu_{ij}(t) & \text{拥塞} \\ c_{ij}(t-1) + \Delta c & \text{非拥塞} \end{cases} \quad (2)$$

其中, $\beta \in (0, 1)$, μ_{ij} 为在间隔时隙所测得的由输入结点 i 到输出结点 j 的数据传输速率, Δc 为算法预先定义的速率增量参数。

2.3 拥塞代价计算系统

在拥塞代价的计算中, 对每一条数据流, 根据该数据流在网络中可用的传输容量 c_{ij} 和传输容量预算 b_{ij} , 可以计算出该数据流的拥塞代价 p_{ij} :

$$p_{ij} = \frac{b_{ij}}{c_{ij}} \tag{3}$$

同时拥塞代价计算系统根据所计算出的每条链路的网络拥塞代价进行传输公平性调节. 目前公平性调节所采用的调节策略主要有: 最大最小公平性算法和比例公平性算法等. 最大最小公平性算法对所有的数据流平等地分配传输带宽, 而比例公平性算法则根据数据流所经过的瓶颈路径的数量来确定所分配的传输带宽的大小, 即所经过瓶颈路径越多的数据流则分配的传输带宽越小. 具体采用的公平性调节策略可根据网络的实际情况来确定. 在基于边缘策略网络拥塞代价控制的设计中, 针对网络传输公平性调节采用了一种参数调节算法.

$$\begin{aligned} r_{ij}(t) &= f(r_{ij}(t-1), \alpha, \beta_{\min}) \\ &= \frac{r_{ij}(t-1)}{p_{\min} + (p_{ij}(t) - b_{\min})\alpha} \end{aligned} \tag{4}$$

其中, $r_{ij}(t)$ 为输入结点 i 到输出结点 j 数据流经公平性调节后的速率, r_{ij} 为数据流 f_{ij} 的估算速率, $p_{ij}(t)$ 为数据流的拥塞代价, $p_{\min}$ 为数据流的最小传输拥塞代价, α 为公平因子. 当 α 为 0 时, 该参数调节算法变为最大最小公平性算法, 当 α 逐渐增大时, 该参数调节算法又趋近于比例公平性算法.

3 实验仿真

实验采用网络仿真工具 NS2 对基于网络边缘策略的拥塞代价控制在 IP 网络中的应用加以仿真,

其目标在于验证该网络控制机制的公平性和稳定性, 其中对稳态来说主要包括网络结点缓冲区队列的长度和数据流的传输速率.

3.1 实验配置

仿真实验的网络拓扑结构包括一条传输瓶颈链路, 在该链路的两端各有 3 个输入和输出结点以及 3 个用户. 瓶颈链路的传输容量为 10 Mb/s, 其他链路的传输容量为 15 Mb/s. 每条链路的传输时延为 5ms, 用户使用 UDP 方式发送数据, 平均数据包的长度为 1000 Byte. 为简便起见, 设置每个不同的输入结点对应一个不同的输出结点, 中间结点缓冲区队列的长度为 30 个数据包.

3.2 实验结果

在仿真实验中, 网络传输速率是一项非常重要的性能指标. 设定 3 个用户所使用的 3 条链路的传输容量要求分别为 30、20、10, 仿真实验的时长设置为 15000 s, 最初时刻只有用户 1 处于活动状态, 发送数据, 5000 s 过后用户 2 也转入活动状态, 发送数据, 再过 5000 s 后用户 3 也转入活动状态, 发送数据. 在输入和输出结点上缓冲区队列长度超过 200 数据包则标注网络链路处于拥塞状态. 仿真结果如图 2 所示.

仿真实验结果显示出了 3 条链路的传输速率, 如图 2(a)所示. 其在瓶颈链路上传输速率基本按其传输容量的要求进行比例分配. 图 2(b)显示了基

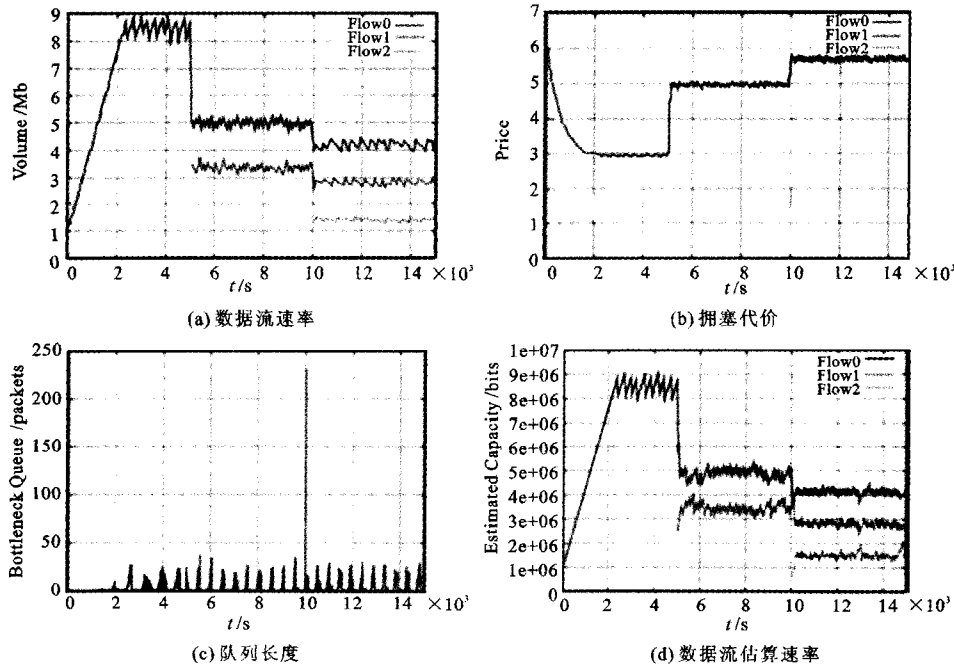


图 2 仿真结果

于网络拥塞代价对数据传输的管理,随着网络中新用户的加入,网络拥塞代价也随之不断增加以平衡对传输容量的要求.图2(c)显示了瓶颈链路结点缓冲区队列的长度,可以观察到当有新用户发送数据时,瓶颈链路结点缓冲区队列的长度瞬时会发生比较大的波动而后又趋于平稳,这是由于基于边缘策略网络拥塞代价控制机制对数据传输管理控制的严格性而使系统总体处于稳定状态.图2(d)显示了基于边缘策略网络拥塞代价控制机制对数据传输速率的估算,其在瓶颈链路上的传输速率的估算值基本按其传输容量的要求进行比例分配,随着新用户的到来,各链路传输速率的估算值平稳下降,系统总体仍处于稳定状态.

4 结束语

基于边缘策略拥塞代价控制功能能够较好协调用户在网络中的不同传输要求.同时由于是基于边缘策略,控制机制简单高效,使得可以在短时间内得以完成,能够满足网络系统拥塞代价的快速动态更新以适应网络传输不断变化的需要.实验结果表明,这种控制功能在当前实际的网络中简单易行,能够

有效地控制网络系统中数据流速率的变化,从而使网络系统保持稳当性,所采用的参数公平性算法又使系统中各数据流在传输过程中公平性得以有效地保证.未来的工作可以针对不同类型用户的传输要求设置不同的传输代价算法,建立一个各局部统一的调度中心协调各种类型的传输请求,最终完成各用户的传输任务.

参考文献:

- [1] Bouch A, Sasse M A. Why value is everything? A user-centered approach to Internet quality of service and pricing[C]// Proceedings of the IEEE/IFIP International Workshop on Quality of Service (IWQoS). Germany, Karlsruhe, 2001.
- [2] Yuksel M, Kalyanaraman S, Sikdar B. Effect of pricing intervals on congestion-sensitivity of network service prices[J]. Business and Economics, 1993, 28(1): 79-99.

作者简介:

毛凯男,(1968-),博士.研究方向为计算机网络和数据库系统.

(上接第103页)

将 WCHNN 与 CHNN 用于对图像处理领域的一些常用测试图像进行边缘检测,对比可以看出, WCHNN 得到的边缘检测结果更加清晰细腻.

5 结束语

文中针对 CHNN 的不足进行了改进, WCHNN 方法对于边缘检测灵敏度以及噪声敏感度的可调节,使得检测结果明晰可辨,简单且易实现. WCHNN 需要训练样例的输入输出,使用优化方法优化参数选择,但神经网络的训练是一次训练无限次使用,因此对算法效率的影响还在可接受范围内.

参考文献:

- [1] Chang Chuan Yu, Contextual-based hopfield neural network for medical image edge detection[J]. Optical Engineering, 2009, 45(3): 1906-1915.
- [2] Alper Bastürk, Enis Günay. Efficient edge detection in digital images using a cellular neural network optimized by differential evolutionary algorithm, 2009, 36(2): 2645

-2650.

- [3] 张小琳. 图像边缘检测技术综述[J]. 高能量密度物理, 2007, 3(1): 37-40.
- [4] Yan Zhu, Hong Yan. Computerized tumor boundary detection using a hopfield neural network[J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2009, 16(1): 55-67.
- [5] Tamar Peli, David Malah. A study of edge detection algorithms[J]. Computer Graphics and Image Processing, 2009, 20(1): 1-21.
- [6] Yuksel M E. Edge detection in noisy images by neuro-fuzzy processing[J]. International Journal of Electronics and Communications, 2008, 61(2): 82-89.
- [7] 张宇伟, 王耀明, 蒋慧钧. 一种结合 sobel 算子和小波变换的图像边缘检测方法[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(9): 133-134.
- [8] 李敏. 基于腐蚀算法的图像边缘检测的研究与实现[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(2): 82-84.

作者简介:

刘双强男,(1972-),讲师.研究方向为图像处理、智能算法、网络安全.