



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101651600 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200810118416. 8

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008. 08. 14

CN 1472924 A, 2004. 02. 04, 全文.

CN 1863135 A, 2006. 11. 15, 全文.

(73) 专利权人 中国移动通信集团设计院有限公司

CN 1736064 A, 2006. 02. 15, 全文.

地址 100080 北京市海淀区丹棱街甲 16 号

审查员 肖瑜

(72) 发明人 刘涛 高鹏 吴兴耀 张晨
陈彦名

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 魏杉

(51) Int. Cl.

H04L 12/56 (2006. 01)

H04L 29/08 (2006. 01)

G06F 9/46 (2006. 01)

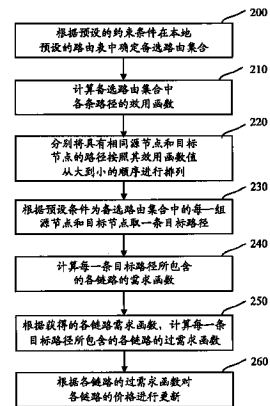
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 3 页

(54) 发明名称

网络网络中更新链路代价的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种在网格网络中更新链路代价的方法,该方法包括:计算源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载业务所需要的链路传输资源的数量;根据所述每一条链路的第一参量确定其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与当前链路传输资源的数量的差值;根据各链路的第二参量对相应链路的当前代价进行更新。这样,便可以根据网格网络内的各条链路的链路负载,对其代价进行相应调整,并引导业务流从网格网络中代价高的链路向代价低的链路转移,从而实现了整个网络网络的负载均衡,在很大程度上提升了用户体验。本发明同时公开了一种调整装置。



1. 一种在网格网络中更新链路代价的方法,其特征在於,包括步骤:

确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;

根据所述每一条链路的第一参量确定其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;

根据各链路的第二参量对相应链路的当前链路代价进行更新。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在於,采用公式 $d_i(\vec{p}) = \sum_{\alpha \in A} \Phi_i^\alpha(\vec{p})$ 定义所述第一参量;其中, $\Phi_i^\alpha(\vec{p})$ 用于表示一条包含链路 i 的目标网络路径承载业务流所需要的带宽大小, A 用于表示包含的链路 i 的目标网络路径的集合。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在於,采用公式 $Z_i(\vec{p}) = d_i(\vec{p}) / L_i - S_i$ 定义所述第二参量,其中, L_i 用于表示链路 i 在单位时间内传输业务流的数量, S_i 用于表示链路 i 当前剩余的通过 L_i 归一化的链路吞吐量。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在於,所述确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,包括:

确定所述源网络节点和目标网络节点之间符合第一预设条件的各网络路径;

计算所述各网络路径的第三参量,该第三参量用于表示一条网络路径相对的业务承载能力;

根据所述各网络路径的第三参量对其进行排序;

根据第二预设条件对排序后的各网络路径进行筛选,并根据筛选结果确定出所述源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在於,根据公式 $B(\vec{p}) = \{X_n: \sum P_n X_n \leq \omega\}$ 定义所述第一预设条件,其中, P_n 表示设定的路由表中一条网络路径包含的序号为 n 的链路的代价, X_n 表示设定的路由表中一条网络路径包含的序号为 n 的链路, $\sum P_n X_n$ 表示一条网络路径包含的各条链路的代价之和, ω 表示一条网络路径的源网络节点包含的预设代价。

6. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在於,采用公式 $U = \text{Min}_{i \in P_\alpha} ((T_i/T) \cdot (C/C_i))$ 定义所述第三参量,其中, T 用于表示全网平均吞吐量、C 用于表示全网平均链路代价, T_i 表示链路 i 当前的吞吐量, C_i 是链路 i 当前的代价, P_α 用于表示备选路由集合中的一条网络路径。

7. 如权利要求 1-6 任一项所述的方法,其特征在於,按照预设的固定步长对所述各链路的代价进行更新;或者,按照各链路的第二参量的绝对值获得针对各链路的变化步长,并根据各变化步长对相应链路的代价进行更新。

8. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在於,按照设定次数针对权利要求 1 所述的方法进行迭代,并确定整网第三参量总和最大的一次迭代,以及将该次迭代中确定的源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,和该目标网络路径包含的每一条链路的更新代价作为最终的迭代结果;其中,所述整网第三参量总和用于表示网格网络中各目标网络路径的

第三参量之和。

9. 一种调整装置,其特征在于,包括:

第一处理单元,用于确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;

第二处理单元,用于根据所述每一条链路的第一参量确定其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;

更新单元,用于根据各链路的第二参量对相应链路的当前链路代价进行更新。

10. 如权利要求 9 所述的调整装置,其特征在于,包括:所述第一处理单元确定所述源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径时,先确定所述源网络节点和目标网络节点之间符合第一预设条件的各网络路径,并计算所述各网络路径的第三参量,该第三参量用于表示一条网络路径相对的业务承载能力,再根据所述各网络路径的第三参量对其进行排序,并根据第二预设条件对排序后的各网络路径进行筛选,以及据筛选结果确定出所述源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径。

11. 如权利要求 9 所述的调整装置,其特征在于,所述更新单元按照预设的固定步长对所述各链路的代价进行更新;或者,也可以按照各链路的第二参量的绝对值获得针对各链路的变化步长,并根据各变化步长对相应链路的代价进行更新。

12. 一种在网格网络内进行网络流量控制的方法,其特征在于,包括步骤:

通过如权利要求 1 所述的方法对网格网络内各链路的代价进行更新;

根据各链路更新后的链路代价对网格网络内的各业务流的传输路径进行调整。

13. 一种流量控制装置,其特征在于,包括:

调整装置,用于确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,并根据所述每一条链路的第一参量计算其各自的第二参量,再根据各链路的第二参量对相应链路的链路代价进行更新,其中,所述第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;所述第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;

控制单元,用于根据经过所述调整装置更新的各链路的链路代价对网格网络中各业务流的传输路径进行调整。

网格网络中更新链路代价的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,特别涉及一种在网格(GIRD)网络中更新链路代价的方法和装置。

背景技术

[0002] 网格技术是一种能有效、安全地管理和共享连接到网络上的各种资源,并提供相应服务的技术。网格技术的提出始于1998年,目前,构成其基础结构的焦点内容和核心组成部分仍在研究之中。采用网格技术,可以在连通计算机和网络的基础上,将各种信息资源(如数据库、软件以及各种信息获取设备)都连接成一个整体,使整个网络如同一台巨大的计算机,向每个用户提供一体化的透明服务,如计算能力、数据存储能力以及各种应用工具等。网格技术强调的是基于标准的应用/资源共享结构,全面透明地为异构系统中的用户提供应用共享、计算和存储资源服务。

[0003] 目前,针对网格网络流量控制的研究多是借鉴Internet网络流量控制的思想,即在进行流量控制时,从单个业务、单条链路的角度出发制定流量控制策略。这样做可以令网格网络的局部流量控制达到最优,但是,由于没有兼顾整个网络网格,因此,优化的结果虽然能实现局部最优,但却难以实现全局最优(即全网负载均衡);而且在部分场景下容量导致瞬时大量业务流的往返迁移,如,造成A链路拥塞的大量业务从A链路迁移到B链路,从而引起B链路的拥塞,接着大量业务又从B链路迁移回A链路。显然,无法实现整个网格网络的负载均衡会在很大程度上降低网格网络的服务质量,从而严重影响用户体验。

[0004] 发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种在网格网络中更新链路代价的方法和装置,用以实现网格网络的负载均衡。

[0006] 本发明实施例提供的具体技术方案如下:

[0007] 一种在网格网络中更新链路代价的方法,包括:

[0008] 确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;

[0009] 根据所述每一条链路的第一参量确定其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;

[0010] 根据各链路的第二参量对相应链路的当前链路代价进行更新。

[0011] 一种调整装置,包括:

[0012] 第一处理单元,用于确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;

[0013] 第二处理单元,用于根据所述每一条链路的第一参量确定其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;

- [0014] 更新单元,用于根据各链路的第二参量对相应链路的当前链路代价进行更新。
- [0015] 一种在网格网络内进行网络流量控制的方法,包括步骤:
- [0016] 通过上述在网格网络中更新链路代价的方法对网格网络内各链路的代价进行更新;
- [0017] 根据各链路更新后的链路代价对网格网络内的各业务流的传输路径进行调整。
- [0018] 一种流量控制装置,包括:
- [0019] 调整装置,用于确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算所述目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,并根据所述每一条链路的第一参量计算其各自的第二参量,再根据各链路的第二参量对相应链路的链路代价进行更新,其中,所述第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;所述第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;
- [0020] 控制单元,用于根据经过所述调整装置更新的各链路的链路代价对网格网络中各业务流的传输路径进行调整。
- [0021] 本发明实施例中,调整装置确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,并计算该目标网络路径包含的每一条链路的需求函数,以及根据所述每一条链路的需求函数计算其各自的过需求函数,并根据各链路的过需求函数对相应链路的代价进行更新。这样,便可以通过各链路当前的代价反映了各链路的业务需求与传输能力的相互关系,从而可以根据各链路当前的链路代价调整各条链路的业务需求,使整个网络网格实现负载均衡,进而提高网格网络中各条链路的稳定性和鲁棒性,保障了网格网络的服务,在很大程度上提升了用户体验。

附图说明

- [0022] 图 1A 为本发明实施例中调整装置功能结构图;
- [0023] 图 1B 为本发明实施例中流量控制装置功能结构图;
- [0024] 图 2 为本发明实施例中调整装置对网格网络中各链路的价格进行更新流程图;
- [0025] 图 3 为本发明实施例中第一种网络结构示意图;
- [0026] 图 4 为本发明实施例中第二种网络结构示意图。

具体实施方式

[0027] 在实际应用中,网格网络内每一条网络路径包含的各链路都具有自身的使用代价,用户通过网格网络共享网络资源时,需要根据所占用链路的链路代价支付相应数目的费用,因此,本实施例提供的技术方案为:先根据各链路的负载状况对其链路代价进行更新,再根据更新后的链路代价对业务流进行相应调整,以实现网格网络的负载均衡。其中,对链路代价进行更新时,为了兼顾系统内的多个业务和多条链路,本发明实施例中,先确定源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径,计算该目标网络路径所包含的每一条链路的第一参量,该第一参量用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量;并根据所述每一条链路的第一参量计算其各自的第二参量,该第二参量用于表示所述第一参量与该链路中当前可用链路传输资源的数量的差值;最后,再根据各链路的第二参量对相应链路的代价进行更新;这样,便可以根据网格网络内的各条链路的负载状况,对其代价进行相

应调整,并根据调整后的各链路的代价对各业务流的传输路径进行调整,如,引导业务流从代价高的链路向代价低的链路转移,从而起到均衡网格网络中各条链路负载的作用,达到网络流量控制的目的。

[0028] 在上述技术方案中,确定所述源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径时,先确定所述源网络节点和目标网络节点之间符合第一预设条件的各网络路径,并计算所述各网络路径的第三参量,该第三参量用于表示一条网络路径相对的业务承载能力,再根据所述各网络路径的第三参量对其进行排序,并根据第二预设条件对排序后的各网络路径进行筛选,以及据筛选结果确定出所述源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径。

[0029] 在实际应用中,链路的代价可以采用多种参量进行表征,例如,可以用链路的真实使用价格来表征链路的代价,或者,用虚拟的网络货币来表征链路的代价,或者用一个其它的相对参量来表征链路的代价。本实施例中,以链路的真实使用价格来表征链路的代价进行相应描述。

[0030] 下面结合附图对本发明优选的实施方式进行详细说明。

[0031] 本发明实施例中,为了更好地描述网格网络的各种状态,将第一参量定义为需求函数,将第二参量定义为过需求函数,将第三参量定义为效用函数,同时还定义了整网效用函数;其中,

[0032] 需求函数:用于表示承载当前业务所需的链路传输资源的数量。

[0033] 过需求函数:用于表示承载当前业务所需要的链路传输资源的数量(即需求函数)与当前链路传输资源的数量的差值。该差值可以用链路的传输能力进行归一化处理,此时的过需求函数的值域为0到1;所谓链路的传输能力,即表示一条链路在单位时间内可以传输的业务流的数量,单位为兆比特每秒(Mbytes),以下内容均以传输能力进行描述,将不再赘述。

[0034] 效用函数:用于表示网络路径或网络路径包含的链路的业务承载能力,所谓业务承载能力即是一条网络路径或一条链路能够承载的业务流的数量;其中,链路的业务承载能力越强其效用函数值越大,反之其效用函数值越小;而网络路径的效用函数值为该路径上各条链路的效用函数的最小值。

[0035] 整网效用函数:用来表示整个网格网络的业务承载能力,即网格网络能够承载的业务流的数量,数值上等于各目标网络路径的效用函数值之和。

[0036] 参阅图1A所示,本发明实施例中,对网络流量进行控制的调整装置包括第一处理单元10、第二处理单元11、和更新单元12;其中,

[0037] 第一处理单元10,用于计算源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径所包含的每一条链路的需求函数;

[0038] 第二处理单元11,用于根据所述每一条链路的需求函数确定其各自的过需求函数;

[0039] 更新单元12,用于根据各链路的过需求函数对相应链路的当前链路价格进行更新。

[0040] 基于上述调整装置,参阅图1B所示,本发明调整装置和控制单元13共同组成了流量控制装置,其中,

[0041] 调整装置,用于计算源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径所包含的每一条链路的需求函数,并根据所述每一条链路的需求函数计算其各自的过需求函数,再根据

各链路的过需求函数对相应链路的当前链路价格进行更新；

[0042] 控制单元 13, 用于根据经过所述调整装置更新的各链路的链路价格对网格网络中各业务流的传输路径进行调整。

[0043] 基于上述调整装置和流量控制装置, 参阅图 2 所示, 本发明实施例中, 对网格网络中各链路的链路价格 (以下简称为价格) 进行更新的详细流程如下:

[0044] 步骤 200: 根据预设的约束条件在本地设定的路由表中确定备选路由集合, 该备选路由集合包含符合所述约束条件的所有网络路径 (以下简称路径), 每条路径至少包含两个网络节点。

[0045] $B(\vec{p}) = \{X_n: \sum P_n X_n \leq \omega\}$ 公式 1

[0046] 本实施例中, 采用公式 1 (即预设的约束条件) 来确定备选路由集合。其中, \vec{p} 表示一条网络路径包含的各链路的价格, P_n 表示设定的路由表中一条网络路径包含的序号为 n 的链路的价格, X_n 表示设定的路由表中一条网络路包含的序号为 n 的链路, $\sum P_n X_n$ 表示一条网络路径包含的各条链路的价格之和, ω 表示一条网络路径的源网络节点的预设代价, 在本实施例中, 预设代价表示该源网络节点可以支付的最大费用。当然, 公式 1 仅为举例, 管理人员可以根据具体应用环境自行设置适合的公式来确定备选路由集合, 同理, 以下各公式均为举例, 不再赘述。

[0047] 步骤 210: 计算备选路由集合中各条路径的效用函数。

[0048] $U = \text{Min}_{i \in P_\alpha} ((T_i/T) \cdot (C/C_i))$ 公式 2

[0049] 本实施例中, 采用公式 2 计算各条路径的效用函数, 其中, T 和 C 分别表示全网平均吞吐量和全网平均链路价格, T_i 表示链路 i 当前的吞吐量, 也称为链路 i 当前剩余的传输能力, C_i 是链路 i 当前的价格, P_α 表示节点 α 的备选路由集合 $B(\vec{p})$ 当中的一条路径, U 表示 P_α 的效用函数; 其中, 所述链路剩余的传输能力是指链路承载了一定数量的业务后所剩余的当前的传输能力, 例如, 一条链路未承载任何业务时传输能力是 100Mbps, 承载了 60Mbps 的业务后, 剩余的传输能力是 100Mbps-60Mbps = 40Mbps。

[0050] 步骤 220: 分别将具有相同源节点和目标节点的路径按照其效用函数值从大到小的顺序进行排列。

[0051] 本实施例中, 采用公式 3 对一组源节点和目标节点之间的多条路径进行排序

[0052] $\vec{U} = \{U(x_1) \geq U(x_2) \geq \dots \geq U(x_K)\}, x_i \in B(\vec{p})$ 公式 3

[0053] 步骤 230: 根据预设条件为每一组源节点和目标节点选取一条目标路径。

[0054] 例如, 本实施例中, 为一组源节点和目标节点选取目标路径时, 采用以下算法:

[0055] 定义一个常数 ξ (假设 ξ 为一个小于 0.5 的非负数值, 如 0, 0.1 或 0.2);

[0056] 循环次数 $\text{loop} = K$;

[0057] $\text{loop} \geq 2$ 时执行循环; $\text{loop} = \text{loop} - 1$;

[0058] 随机产生 $[0, 1]$ 间的随机数 temp ; 如果 $\text{temp} \geq \xi$;

[0059] $X_{(K-\text{loop})}$ 被选为最后的路径; 循环中断;

[0060] 否则, 如果 $\text{loop} = 0$ 而且 $\text{temp} \leq \xi$;

[0061] X_1 被选为最后的路径；

[0062] end

[0063] 采用上述算法,可以保证最终确定的目标路径,相较于归属于同一组源节点和目标节点的其他路径,传输能力相对较强,并且也可以避免多个用户同时选中一条目标路径。

[0064] 步骤 240:确定目标路径后,采用公式 4 计算每一条目标路径所包含的各链路的需求函数 $d_i(\vec{p})$,其中, $\Phi_i^\alpha(\vec{p})$ 表示每一条包含链路 i 的目标路径的承载业务流所需要的带宽大小; A 表示包含链路 i 的目标路径的集合。

$$[0065] \quad d_i(\vec{p}) = \sum_{\alpha \in A} \Phi_i^\alpha(\vec{p}) \quad \text{公式 4}$$

[0066] 步骤 250:根据获得的需求函数 $d_i(\vec{p})$,采用公式 5 计算每一条目标路径所包含的各链路的过需求函数 $Z_i(\vec{p})$,其中, L_i 是链路 i 的链路传输能力, S_i 是链路 i 当前剩余的通过 L_i 归一化的链路吞吐量。

$$[0067] \quad Z_i(\vec{p}) = d_i(\vec{p}) / L_i - S_i \quad \text{公式 5}$$

[0068] 步骤 260:根据各链路的过需求函数对各链路的价格进行更新。

[0069] 参阅公式 5,该公式可以准确地体现链路价格的波动变化趋势,例如,当 $Z_i(\vec{p}) < 0$ 时,则表示各链路的传输能力大于各链路的负载需求,此时,各链路的价格将下降;而当 $Z_i(\vec{p}) > 0$ 时,则表示各链路的传输能力小于各链路的负载需求,此时,各链路的价格将上升。链路的价格可以按照单一的固定步长上升或下降,也可以按照各链路的过需求函数 $Z_i(\vec{p})$ 绝对值确定针对各链路的变化步长,并按照获得的变化步长将相应链路的价格上升或下降。

[0070] 下面以一个具体的实施例对上述流程进行详细说明。

[0071] 参阅图 3 所示,本实施例中,网络网络内存在四个网络节点,分别为节点 A、节点 B、节点 C 和节点 D,任意两个网络节点之间的带有箭头的线段,表示这两个网络节点之间的链路,每条链路上的数字表示该链路的标号,其中,在线段起点处(即无箭头端)的网络节点为一条链路的源节点,而在线段终点处(即有箭头端)的网络节点为一条链路的目的节点。参阅表 1 所示,图 3 所描述的网络拓扑结构也可以通过表 1 的形容来记录。

[0072] 表 1

[0073]

	A	B	C	D
A	00	01	02	03
B	07	00	04	05
C	08	09	00	06
D	10	11	12	00

[0074] 参阅表 2-表 7 所记载的内容,假设各网络节点的初始拥有资金(由网络管理人员预设)如表 2 所示;而各条链路上的业务需求(即承载的业务流的数量)和业务带宽需求

(即承载业务流所需要的带宽大小) 分别如表 3 和表 4 所示; 以及各条链路的传输能力、负载状况(即各链路已承载的业务流的数量与各链路的传输能力的比值)和初始价格分别如表 5、表 6 和表 7 所示。

[0075] 表 2

[0076]

节点	A	B	C	D
资金	1000	800	600	1500

[0077] 表 3

[0078]

业务需求	A	B	C	D
A	00	445.6495	410.7036	460.9065
B	115.5693	00	222.3517	369.1036
C	303.4213	228.2338	00	88.1331
D	242.9912	9.2518	395.9685	00

[0079] 表 4

[0080]

业务带宽需求	A	B	C	D
A	00	26.7885	50.2784	88.9345
B	275.9023	00	68.8019	67.6561
C	128.9784	245.8183	00	14.4294
D	269.1584	12.8598	185.0998	00

[0081] 表 5

[0082]

链路	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
传输能力	500	1000	500	800	1000	1000	500	1000	500	800	1000	1000

[0083] 表 6

[0084]

链路	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
负载状况	0.4451	0.9318	0.4660	0.4186	0.8462	0.5252	0.4451	0.9318	0.4660	0.4186	0.8462	0.5252

[0085] 表 7

[0086]

链路	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
价格	0.9451	1.8636	0.9660	0.9186	1.6924	1.0503	0.9451	1.8636	0.9660	0.9186	1.6924	1.0503

[0087] 另一方面,本实施例中,假设采用的路由选择算法为:每一对节点(源节点、目的节点)之间的可选路由包括直达路径和只有一个中继节点的路径。那么节点A、节点B、节

点 C 和节点 D 之间的所有可选路径集合如表 8 所示。

[0088] 表 8

[0089]

源节点	目的节点	中继节点	路径价格	效用函数	第一条链路	第二条链路
A	B	C	2.8296	-1	2	9
A	B	D	2.6584	-1	3	11
A	B	0	0.9451	1.2794	1	0
A	C	0	1.8636	0.1594	2	0
A	C	D	2.0163	0.5771	3	12
A	C	B	1.8637	0.6488	1	4
A	D	B	2.6375	-1	1	5
A	D	C	2.9139	-1	2	6
A	D	0	0.966	1.2045	3	0
B	A	C	2.7823	0.1068	4	8
B	A	D	2.6111	0.2567	5	10
B	A	0	0.9451	1.2794	7	0
B	C	A	2.8087	0.1058	7	2
B	C	D	2.7427	0.2443	5	12
B	C	0	0.9186	2.2063	4	0
B	D	0	1.6924	0.396	5	0
B	D	A	1.9111	0.6089	7	3
B	D	C	1.969	1.0294	4	6
C	A	0	1.8636	0.1594	8	0
C	A	B	1.9111	0.6089	9	7
C	A	D	1.969	1.0294	6	10

C	B	A	2.8087	-1	8	1
C	B	D	2.7427	-1	6	11
C	B	0	0.966	1.2045	9	0
C	D	A	2.8296	0.105	8	3
C	D	B	2.6584	0.2521	9	5
C	D	0	1.0503	1.9702	6	0
D	A	C	2.9139	0.102	12	8
D	A	B	2.6375	0.2541	11	7
D	A	0	0.9186	2.2063	10	0
D	B	0	1.6924	0.396	11	0
D	B	C	2.0163	0.5771	12	9
D	B	A	1.8637	0.6488	10	1
D	C	A	2.7823	0.1068	10	2
D	C	B	2.6111	0.2567	11	4
D	C	0	1.0503	1.9702	12	0

[0090] 如表 8 所示,首先,使用步骤 200 中的公式 1 对可选路由集合中的各条路径进行筛选,被排除的路径在表 8 的效用函数表项内用“-1”表示,各条路径的路径价格等于路径包含的各条链路的价格的和。例如,计算节点 A(源节点)经节点 C(中继节点)到节点 B(目的节点)的路径的价格,其中,节点 A 和节点 C 之间的链路 2 的价格为 1.8636,而节点 C 和节点 B 之间的链路 9 的价格为 0.9660,则路径 A- > C- > B 的价格为 $1.8636+0.9660 = 2.8296$;那么,假设作为目的节点的节点 B 需承载的业务流为:传输大小为 445.6495Mbytes 的文件,则需要的资金为 $2.8296 \times 445.6495 = 1261$,而作为源节点的节点 A 拥有的资金是 1000,根据公式 1 可知,节点 A 的资金不足以支付 A- > C- > B 这条路径所需的资金,显然, A- > C- > B 这条路径不能入选备选路由集合,因此,将 A- > C- > B 这条路径在表 8 中的效用函数表项下的取值标为 -1。如表 8 所示,通过步骤 200 从备选路由集合中筛选出一定数目的路径作为备选路由集合后,再通过步骤 210 计算出备选路由集合中各条路由的效用函数。

[0091] 接着,再通过步骤 220 和步骤 230 为每一组源节点和目的节点选定一条目标路径,选择结果如表 9 所示:

[0092] 表 9

[0093]

源节点	目的节点	中继节点	路径价格	效用函数	第一条链路	第二条链路
A	B	0	0.9451	1.2794	1	0
A	C	B	1.8637	0.6488	1	4
A	D	0	0.966	1.2045	3	0
B	A	0	0.9451	1.2794	7	0
B	C	0	0.9186	2.2063	4	0
B	D	C	1.969	1.0294	4	6
C	A	D	1.969	1.0294	6	10
C	B	0	0.966	1.2045	9	0
C	D	0	1.0503	1.9702	6	0
D	A	0	0.9186	2.2063	10	0
D	B	A	1.8637	0.6488	10	1
D	C	0	1.0503	1.9702	12	0

[0094] 然后,再通过步骤 240 计算各条链路的需求函数,例如,参阅表 9 所示,路径 A- > B 中包含了链路 1,路径 A- > B- > C 中包含了链路 1 和链路 4,而路径 D- > A- > B 中包含了链路 10 和链路 1,显然,共有 3 条路径包含了链路 1,因此链路 1 的需求函数等于这 3 条路径的业务带宽需求之和 $(26.7885+50.2784+12.8598) = 89.9267$ 。以此类推,通过上述方法可以计算出链路 1- 链路 12 中每一条链路的需求函数。

[0095] 接着,再通过步骤 250 计算各条链路的过需求函数,本实施例中,公式 5 可以解释为:过需求函数 = (链路需求函数 / 链路能力) - (链路剩余吞吐量 / 链路能力),其中链路剩余吞吐量 / 链路能力 = 1 - 链路现有负载。例如,链路 1 的过需求函数 = $89.9267/500 - (1 - 0.4451) = -0.375$ 。以此类推,通过上述方法可以计算出链路 1- 链路 12 中每一条链路的过需求函数。

[0096] 最后,便可以根据计算出的各链路的过需求函数对各链路的价格进行更新。例如,链路 1 的现有价格是 0.9451,而链路 1 当前的过需求函数为 -0.375,说明需要提升链路 1 的价格,假设本实施例中采用单一固定步长进行链路价格更新,固定步长 = 0.1,则链路 1 的更新后的价格为: $0.9451 - 0.1 = 0.8451$ 。以此类推,其他链路的价格均可按照上述方法进行相应更新。

[0097] 基于上述实施例,为了使更新后的链路价格更为准确,本实施例中,需要进一步

按照设定次数对更新后的链路价格进行迭代,所谓迭代即是按照设定次数重复执行步骤 200- 步骤 250,并保存每一次的执行结果,该执行结果包含每一次执行步骤 200- 步骤 250 后,确定的每一组源节点和目标节点之间的目标路径,以及各目标路径中包含的各链路的更新价格;其中,每一次执行步骤 200- 步骤 250 对当前的链路价格进行更新时,当前的链路价格为上一次执行 200- 步骤 250 后更新的链路价格,

[0098] 重复执行步骤 200- 步骤 250 达到预设的次数后,确定整网效用函数最大的那次迭代,并将在这次迭代中确定的每一组源节点和目标节点之间的目标路径,以及各目标路径中包含的各链路的当前价格作为最终的计算结果;其中,在每一次迭代时,将得到的各目标路径的效用函数相加,获得的结果便是此次迭代中得到的整网效用函数。例如:参阅表 9 所示,将各目标路径的效用函数相加,可以得到此次迭代后得到的整网效用函数为:16.6772。

[0099] 那么,假设预设的迭代次数为 50 次,而重复执行 50 次步骤 200- 步骤 250 后,确定第 1 次执行步骤 200- 步骤 250 时,得到的整网效用函数的数值最大,则选择第 1 次得到的每一组源节点和目的节点之间的目标路径,以及各目标路径包含的各链路的当前价格,作为最终的路径分配结果和最终的链路价格。其结果如表 10 和表 11 所示。

[0100] 表 10

[0101]

源节点	目的节点	中继节点
A	B	0
A	C	B
A	D	0
B	A	0
B	C	0
B	D	C
C	A	D
C	B	0
C	D	0
D	A	0
D	B	A
D	C	0

[0102] 表 11

[0103]

链路	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
价格	0.9451	1.8636	0.9660	0.9186	1.6924	1.0503	0.9451	1.8636	0.9660	0.9186	1.6924	1.0503

[0104] 基于上述实施例,参阅图4所示,在另一种情况下,若网络中仅存在两个网络节点,即节点A和节点B,则无需计算节点A和节点B之间的两条路径的效用函数,可以直接将A→B和B→A这两条路径确认为目标路径,如图4所示,两条目标路径包含链路分别为链路1和链路7,接着,便可以计算链路1和链路7的需求函数,并根据该需求函数计算链路1和链路7的过需求函数,最后,再根据链路1和链路7的过需求函数,分别对链路1和链路7的价格进行调整;当然,也可以根据设定次数执行迭代处理后确定链路1和链路7的最终价格,在此不再赘述。

[0105] 本发明实施例中,调整装置先计算源网络节点和目标网络节点之间的目标网络路径所包含的每一条链路的需求函数,再根据所述每一条链路的需求函数计算其各自的过需求函数,以及根据各链路的过需求函数对相应链路的当前链路价格进行更新。这样,便可以通过各链路当前的价格反映了各链路的业务需求与传输能力的相互关系,从而可以根据各链路当前的链路价格调整各条链路的业务需求,即根据网格网络内的各条链路的链路负载,对其价格进行相应调整,并引导业务流从网格网络中价格高的链路向价格低的转链路转移,从而起到均衡网格网络中各条链路负载的作用,达到了业务流量控制的目的。

[0106] 对业务流进行了有效控制,便实现了整个网络网络的负载均衡,进而提高网格网络中各条链路的稳定性和鲁棒性,保障了网格网络的服务,大大提升了用户体验。

[0107] 显然,本领域的技术人员可以对本发明中的实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明实施例中的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明中的实施例也意图包含这些改动和变型在内。

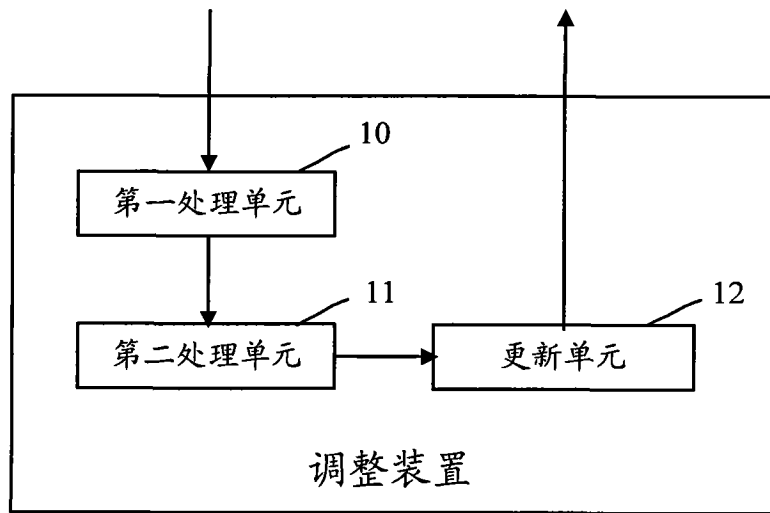


图 1A

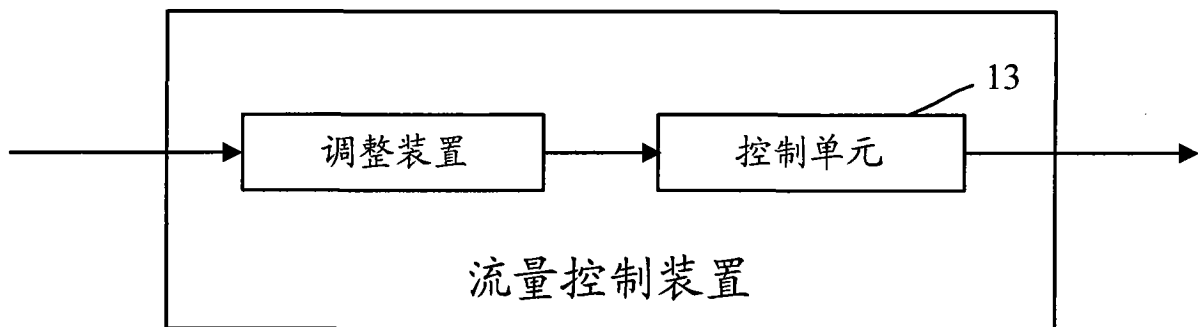


图 1B

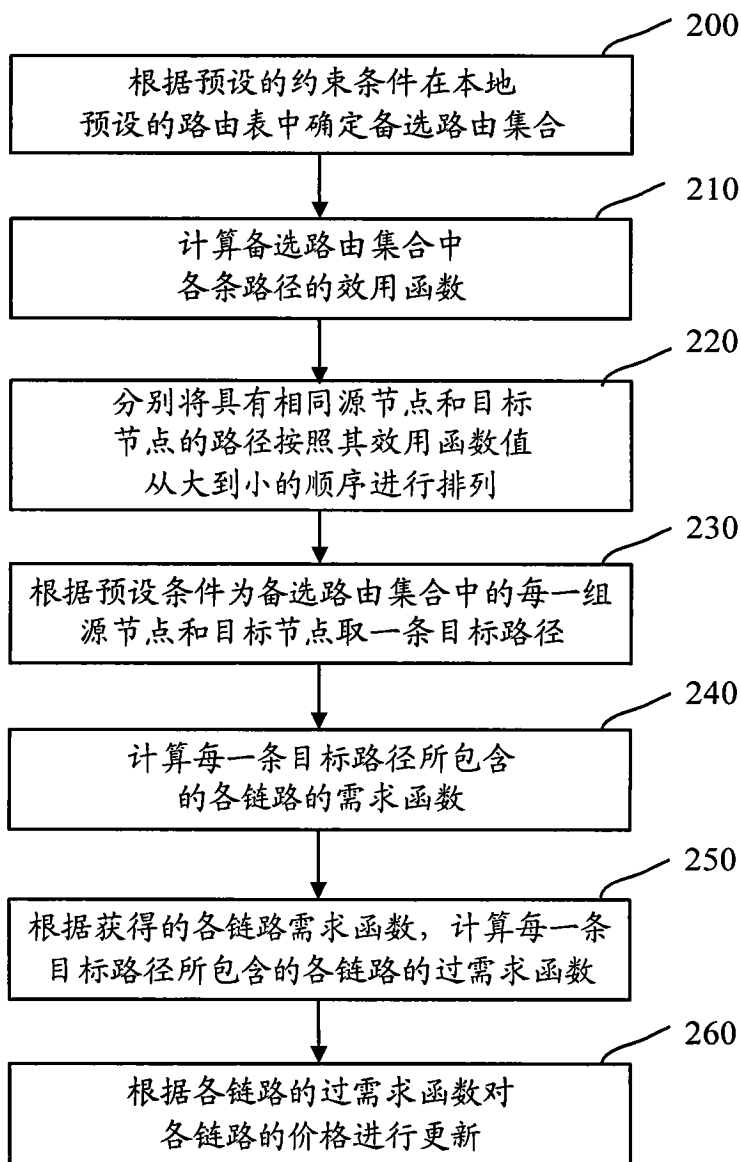


图 2

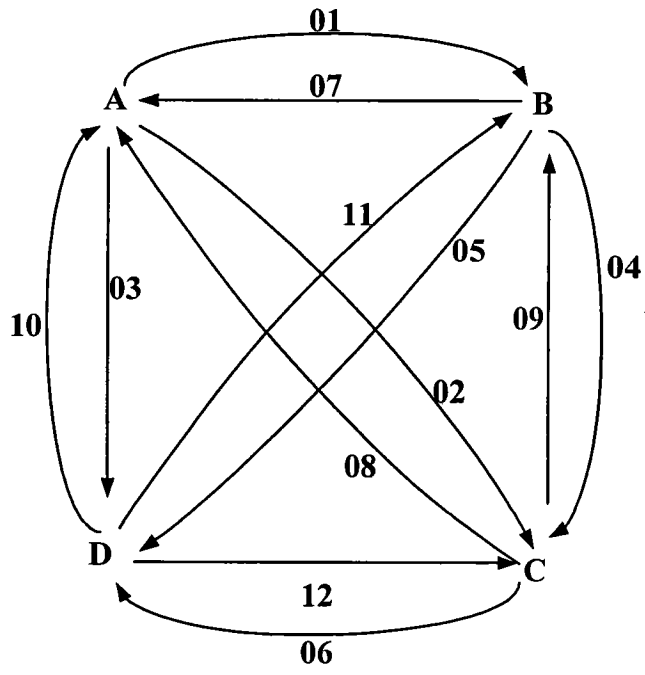


图 3

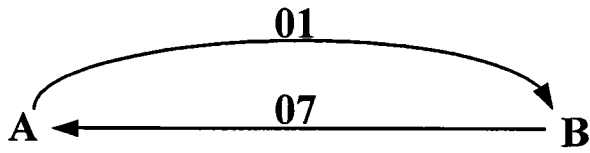


图 4