



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105743818 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201610076682.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.02.03

H04L 12/917(2013.01)

(71)申请人 国网智能电网研究院

地址 102211 北京市昌平区小汤山镇大东流村路270号(未来科技城)

申请人 国网江苏省电力公司  
国网河南省电力公司  
国家电网公司

(72)发明人 刘世栋 郭经红 陈志刚 金逸

王攀 王瑶 吴晨光 申京  
李炳林 卜宪德

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

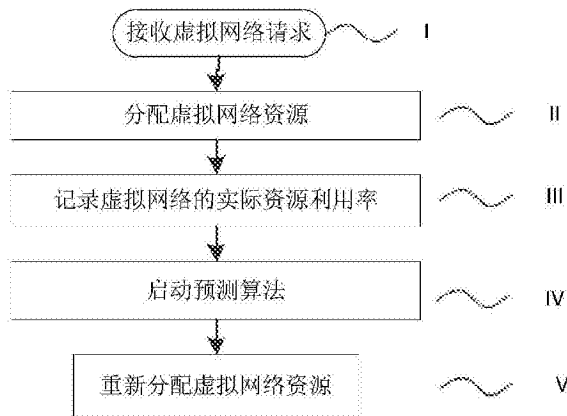
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种分配方法

(57)摘要

本发明涉及一种分配方法,所述分配方法包括:步骤I、接收虚拟网络资源请求;步骤II、分配虚拟网络资源;步骤III、记录虚拟网络的实际资源利用率;步骤IV、启动预测算法;步骤V、重新分配虚拟网络资源。本发明与传统的网络资源分配相比,采用二次指数平滑法,根据历史记录的数据,可较准确的预测出下一时间段各个虚拟节点和虚拟链路的资源需求,实现动态地为虚拟网络分配资源,不仅可以提高物理资源的利用率,同时也可提高虚拟网络资源的接收率。



1. 一种分配方法,其特征在于,所述分配方法包括:

步骤I、接收虚拟网络资源请求;

步骤II、分配虚拟网络资源;

步骤III、记录虚拟网络的实际资源利用率;

步骤IV、启动预测算法;

步骤V、重新分配虚拟网络资源。

2. 如权利要求1所述的分配方法,其特征在于,所述步骤II包括:用按需分配的方法对接收的虚拟网络资源请求分配底层物理网络资源。

3. 如权利要求1所述的分配方法,其特征在于,所述步骤III包括实时记录虚拟网络对分配资源的实际利用率。

4. 如权利要求1所述的分配方法,其特征在于,所述步骤IV包括:用周期性的启动预测算法,预测各个虚拟节点和虚拟链路下一时间段的资源需求。

5. 如权利要求1所述的分配方法,其特征在于,所述步骤V包括:用预测算法得出的下一时间段的资源需求,调整虚拟网络资源分配量。

6. 如权利要求2所述的分配方法,其特征在于,所述底层物理网络资源 $G_S$ 如下式所示:

$$G_S = (N_S, L_S, A_{N_S}, A_{L_S}) \quad (1)$$

其中, $N_S$ 代表物理节点的集合, $L_S$ 表示物理链路的集合, $A_{N_S}$ 代表物理节点的属性, $A_{L_S}$ 代表物理链路的属性;

所述物理节点的属性包括:操作系统类型、位置、CPU容量和节点资源的价格;

所述物理链路的属性包括带宽和带宽价格;

所述虚拟网络 $G_V$ 如下式所示:

$$G_V = (N_V, L_V, A_{N_V}, A_{L_V}) \quad (2)$$

其中, $N_V$ 代表虚拟节点的集合, $L_V$ 代表虚拟链路的集合, $A_{N_V}$ 代表虚拟节点的需求, $A_{L_V}$ 代表虚拟链路的需求;

所述虚拟节点的需求包括对操作系统、位置和CPU能力的要求;

所述虚拟链路的要求包括对链路带宽、延迟和抖动的要求。

7. 如权利要求3所述的分配方法,其特征在于,用常规的静态映射算法计算虚拟网络映射。

8. 如权利要求4所述的分配方法,其特征在于,所述预测算法的计算方法如下式所示:

$$l_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(l_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$T_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (4)$$

其中, $l_{t-1}$ 和 $l_t$ 分别表示在 $t-1$ 和 $t$ 时刻虚拟节点利用的物理资源数量的估计值, $T_{t-1}$ 和 $T_t$ 分别表示在 $t-1$ 和 $t$ 时刻时间序列数据的斜率, $y_t$ ( $t=1, 2, \dots, n$ )是在 $t$ 时刻观察到的虚拟节点对物理资源的实际利用率, $\alpha$ 和 $\beta$ 是算法平滑参数,其参数直接给出,或通过计算得出;

第 $m$ 段时间的预测值 $y'_{t+m}$ 如下式所示:

$$y'_{t+m} = l_t + mT_t \quad (5)$$

9. 如权利要求8所述的分配方法,其特征在于,所述 $\alpha$ 和 $\beta$ 的计算步骤包括:

初始化估计值 $l_1$ 和趋势的估计值 $T_1$ 如下式所示:

$$l_1 = y_1 \quad (6)$$

$$T_1 = ((y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + (y_4 - y_3)) / 3 \quad (7)$$

每个时间段的预测公式如下式所示：

$$\begin{aligned} y'_{t+1}(\alpha, \beta) &= l_t + T_t \\ &= (y_t - l_{t-1} - T_{t-1})\alpha + (l_t - l_{t-1} - T_{t-1})\beta + l_{t-1} + 2T_{t-1} \quad (8); \end{aligned}$$

建立函数F如下式所示：

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i=3}^n f_i^2(\alpha, \beta) = \sum_{i=3}^n (y_i - y'_i(\alpha, \beta))^2 \quad (9)$$

用非线性最优化方法计算得出 $\alpha$ 和 $\beta$ 的值。

## 一种分配方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种分配方法,具体讲涉及一种虚拟网络资源分配方法。

### 背景技术

[0002] 虚拟化网络技术其核心目的是在一个物理网络基础设施上同时运行多个互不干扰的逻辑网络,这些网络可以有自己特定的拓扑和路由算法,并允许各逻辑网络(或称为虚拟子网)采用完全不同的体系结构,从而允许虚拟子网中实现充分实验、完全创新、各具特色的网络技术,为此,网络虚拟化技术是解决当前因特网僵化问题的一种有效手段。底层物理网络由基础设施提供商InP(Infrastructure Provider)负责管理和运营。服务提供商SP(Service Provider)从InP租赁网络资源构建虚拟网络,以满足客户的需求。在实际环境中,底层物理网络资源是有限的,虚拟网络的资源需求又是随时间变化的。SP为了匹配虚拟网络对资源需求的峰值,会为虚拟网络购买过多的资源,这会引入网络资源的浪费。

[0003] 虚拟网络映射是网络虚拟化的重要内容,成功地映射虚拟网络,是指将虚拟网络的节点和链路映射到合适的物理节点和链路上。许多虚拟网络对网络资源的需求是动态变化的,不是一成不变。在已有的许多虚拟网络映射算法中,大都是为虚拟网络分配固定的资源,也有部分根据聚类结果,在下一时间阶段对虚拟网络重新进行映射,直至虚拟资源分配的过程结束。

[0004] 例如申请号201310117735.8,名称为“一种基于非线性降维的虚拟网络资源动态自适应调节方法”的发明专利申请,公开了一种基于非线性降维的虚拟网络资源动态自适应调节方法,包括:步骤1)、采集底层物理网络的数据,得到所述底层物理网络中的节点或链路在多个相邻时间点的关于实时剩余资源的数据;步骤2)、对步骤1)所采集的数据做降维处理,得到所述底层物理网络中的节点或链路的二维关系分布图;步骤3)、根据步骤2)所得到的二维关系分布图对所述底层物理网络中的节点或链路进行聚类;步骤4)、根据步骤3)的聚类结果,在下一时间阶段对虚拟网络重新进行映射,在重新映射的过程中,优先选择所述底层物理网络中利用率低的节点簇或链路簇来进行虚拟资源的映射;步骤5)、在运行一定时间后重新执行步骤1),直至虚拟资源分配的过程结束。该申请是通过不断地采集底层物理网络的数据,得到底层物理网络中的节点或链路的二维关系分布图;再根据分布图对底层物理网络中的节点或链路进行聚类;根据聚类结果,在下一时间阶段对虚拟网络重新进行映射,直至虚拟资源分配的过程结束。该申请是基于网络拓扑关系和聚类方法实现的,所以对聚类结果的准确性要求很高,而现有技术的聚类结果精确度往往不高。

[0005] 为此,寻找一种虚拟网络资源分配方法,使得其可较准确的预测出下一时间段各个虚拟节点和虚拟链路的资源需求,进而完成虚拟网络的资源分配,避免网络资源的浪费,成为本领域技术人员迫切需要解决的问题。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中所存在的上述不足,本发明提供一种基于预测的虚拟网络资

源分配方法。

[0007] 本发明提供的技术方案是：所述分配方法包括：

[0008] 步骤I、接收虚拟网络资源请求；

[0009] 步骤II、分配虚拟网络资源；

[0010] 步骤III、记录虚拟网络的实际资源利用率；

[0011] 步骤IV、启动预测算法；

[0012] 步骤V、重新分配虚拟网络资源。

[0013] 优选的，所述步骤II包括：用按需分配的方法对接收的虚拟网络资源请求分配底层物理网络资源。

[0014] 优选的，所述步骤III包括实时记录虚拟网络对分配资源的实际利用率。

[0015] 优选的，所述步骤IV包括：用周期性的启动预测算法，预测各个虚拟节点和虚拟链路下一时间段的资源需求。

[0016] 优选的，所述步骤V包括：用预测算法得出的下一时间段的资源需求，调整虚拟网络资源分配量。

[0017] 优选的，所述底层物理网络资源如下式所示：

$$[0018] \quad G_S = (N_S, L_S, A_{N_S}, A_{L_S}) \quad (1)$$

[0019] 其中， $N_S$ 代表物理节点的集合， $L_S$ 表示物理链路的集合， $A_{N_S}$ 代表物理节点的属性， $A_{L_S}$ 代表物理链路的属性；

[0020] 所述物理节点的属性包括操作系统类型、位置、CPU容量和节点资源的价格；

[0021] 所述物理链路的属性包括带宽、带宽价格；

[0022] 所述虚拟网络如下式所示：

$$[0023] \quad G_V = (N_V, L_V, A_{N_V}, A_{L_V}) \quad (2)$$

[0024] 其中， $N_V$ 代表虚拟节点的集合， $L_V$ 代表虚拟链路的集合， $A_{N_V}$ 代表虚拟节点的需求， $A_{L_V}$ 代表虚拟链路的需求；

[0025] 所述虚拟节点的需求包括对操作系统、位置和CPU能力的要求；

[0026] 所述虚拟链路的要求包括对链路带宽、延迟和抖动的要求。

[0027] 优选的，用常规的静态映射算法计算虚拟网络映射。

[0028] 优选的，所述预测算法的计算方法如下式所示：

$$[0029] \quad l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$[0030] \quad T_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (4)$$

[0031] 其中， $l_{t-1}$ 和 $l_t$ 分别表示在 $t-1$ 和 $t$ 时刻虚拟节点利用的物理资源数量的估计值， $T_{t-1}$ 和 $T_t$ 分别表示在 $t-1$ 和 $t$ 时刻时间序列数据的斜率， $y_t$  ( $t=1, 2, \dots, n$ )是在 $t$ 时刻观察到的虚拟节点对物理资源的实际利用率， $\alpha$ 和 $\beta$ 是算法平滑参数，其参数直接给出，或通过计算得出；

[0032] 第 $m$ 段时间的预测值 $y'_{t+m}$ 如下式所示：

$$[0033] \quad y'_{t+m} = l_t + mT_t \quad (5);$$

[0034] 优选的，所述 $\alpha$ 和 $\beta$ 的计算步骤包括：

[0035] 初始化估计值 $l_1$ 和趋势的估计值 $T_1$ 如下式所示：

$$[0036] \quad l_1 = y_1 \quad (6)$$

$$[0037] \quad T_1 = ((y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + (y_4 - y_3)) / 3 \quad (7)$$

[0038] 每个时间段的预测公式如下式所示：

$$[0039] \quad y'_{t+1}(\alpha, \beta) = l_t + T_t = (y_t - l_{t-1} - T_{t-1})\alpha + (l_t - l_{t-1} - T_{t-1})\beta + l_{t-1} + 2T_{t-1} \quad (8);$$

[0040] 建立函数 $F$ 如下式所示：

$$[0041] \quad F(\alpha, \beta) = \sum_{t=3}^n f_t^2(\alpha, \beta) = \sum_{t=3}^n (y_t - y'_t(\alpha, \beta))^2 \quad (9)$$

[0042] 用非线性最优化方法计算得出 $\alpha$ 和 $\beta$ 的值。

[0043] 与现有技术相比，本发明的优益效果为：

[0044] 1、本发明周期性的启动预测算法的计算公式，根据历史纪录的数据，可较准确的预测出下一时间段各个虚拟节点和虚拟链路的资源需求。

[0045] 2、本发明根据预测出的下一时间段各个虚拟节点和虚拟链路的资源需求，动态地为虚拟网络分配资源，不仅可以提高物理网络资源的利用率，同时还提高虚拟网络的接收率，可有效的避免网络资源的浪费。

## 附图说明

[0046] 图1为现有技术结构示意图；

[0047] 图2为本发明的分配方法下虚拟网络资源分配流程图；

[0048] 图3为本发明的分配方法下虚拟网络接收率与静态方法下的虚拟网络接受率的示意图；

[0049] 图4为本发明的分配方法下虚拟网络资源利用率与传统方法下的虚拟网络资源利用率的示意图；

[0050] 图5为本发明的分配方法下虚拟网络资源均方差与传统方法下的均方差随时间的变化曲线示意图；

[0051] 图6为本发明的预测间隔对算法参数的影响曲线示意图。

[0052] 其中，1-本发明的分配方法下得到的变化曲线、2-传统方法下得到的变化曲线、3-预测间隔对算法参数的影响曲线。

## 具体实施方式

[0053] 为了更好地理解本发明，下面结合说明书附图和具体实施例对本发明的内容做进一步的说明。

[0054] 如图2所示的分配方法流程图，步骤I、接收虚拟网络资源请求；步骤II、分配虚拟网络资源；步骤III、记录虚拟网络的实际资源利用率；步骤IV、启动预测算法；步骤V、重新分配虚拟网络资源。

[0055] 其中，步骤II分配虚拟网络资源按需分配的方法对接收的虚拟网络资源请求分配底层物理网络资源；底层物理网络资源用 $G_s = (N_s, L_s, A_{N_s}, A_{L_s})$  (1)表示，式中， $N_s$ 代表物理节点的集合， $L_s$ 表示物理链路的集合， $A_{N_s}$ 代表物理节点的属性， $A_{L_s}$ 代表物理链路的属性；物理节点的属性包括操作系统类型、位置、CPU容量和节点资源的价格；物理链路的属性

包括带宽、带宽价格；

[0056] 虚拟网络用  $G_V = (N_V, L_V, A_{N_V}, A_{L_V})$  (2) 表示, 式中  $N_V$  代表虚拟节点的集合,  $L_V$  代表虚拟链路的集合,  $A_{N_V}$  代表虚拟节点的需求,  $A_{L_V}$  代表虚拟链路的需求。

[0057] 虚拟节点的需求包括对操作系统、位置、CPU能力的要求, 虚拟链路的要求包括对链路带宽、延迟、抖动的要求。

[0058] 步骤III是在虚拟网络成功映射之后, 实时的记录虚拟网络对分配给的资源实际利用率。

[0059] 步骤IV启动预测算法, 每个节点和链路均采用二次指数平滑法进行预测, 具体预测过程以一个虚拟节点的预测过程为例, 在指数平滑预测算法中, 假设时间序列的态势具有一定的稳定趋势或有规律可循, 所以时间序列往往可以被合理地顺势推延; 同时假设最近的过去态势, 在某种程度上会持续的未来, 所以, 给最近的数据设置较大的权值, 给历史比较久远的数据设置较小的权值。指数平滑法的优点是能够捕获数据整个的平均值和移动均值, 同时考虑历史数据, 但给予历史数据较小的权重。因此, 随着数据被不断地更新, 历史数据的权重渐渐趋于零, 不再对预测有影响。在算法中, 随着时间过去的越久, 历史数据的权重呈指数趋势减少。预测的过程由下面的公式实现:

$$[0060] \quad l_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(l_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$[0061] \quad T_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (4)$$

[0062] 其中,  $l_{t-1}$  和  $l_t$  分别表示在  $t-1$  和  $t$  时刻虚拟节点利用的物理资源数量的估计值,  $T_{t-1}$  和  $T_t$  分别表示在  $t-1$  和  $t$  时刻时间序列数据的斜率,  $y_t (t=1, 2, \dots, n)$  是在  $t$  时刻观察到的虚拟节点对物理资源的实际利用率,  $\alpha$  和  $\beta$  是算法平滑参数, 其参数直接给出, 或通过计算得出;

[0063] 所以, 在第  $m$  段时间的预测值是:

$$[0064] \quad y'_{t+m} = l_t + mT_t \quad (5)$$

[0065] 初始化估计值  $l_1$  和趋势的估计值  $T_1$ , 如下:

$$[0066] \quad l_1 = y_1 \quad (6)$$

$$[0067] \quad T_1 = ((y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + (y_4 - y_3)) / 3 \quad (7)$$

[0068] 之后将公式(3)和公式(4)带入到公式(5)中, 得到每个时间段的一个预测的迭代公式(8):

$$[0069] \quad y'_{t+1}(\alpha, \beta) = l_t + T_t$$

$$[0070] \quad = (y_t - l_{t-1} - T_{t-1})\alpha + (l_t - l_{t-1} - T_{t-1})\beta + l_{t-1} + 2T_{t-1} \quad (8)$$

[0071] 建立函数  $F$ :

$$[0072] \quad F(\alpha, \beta) = \sum_{t=3}^n f_t^2(\alpha, \beta) = \sum_{t=3}^n (y_t - y'_t(\alpha, \beta))^2 \quad (9)$$

[0073] 将公式(7)带入公式(3)和公式(4), 就可以得到  $l_t$  和  $T_t$ , 之后把  $l_t$  和  $T_t$  带入公式(8), 变成一个包含参数  $\alpha$  和  $\beta$  的非线性方程公式(9), 该方程可以用非线性最优化方法求解出  $\alpha$  和  $\beta$  的值。则  $t+1$  时刻的预测值  $y'_{t+1}$  即可求出。

[0074] 步骤V根据步骤IV的预测值, 为虚拟网络调整资源分配量。

[0075] 结合图3-6作进一步说明, 实施例利用GT-ITM软件生成底层物理网络拓扑, 底层物理网络拓扑的规模为100个物理节点, 物理节点间连接率为50%, 节点的单位价格服从1-

10的均匀分布。链路的价格也服从均匀分布，容量服从1500到3000。虚拟网络请求的虚拟节点数目服从5-15的均匀分布，每个虚拟节点的容量需求服从一个泊松分布。虚拟节点间连接率为50%，虚拟链路的带宽需求服从泊松分布。

[0076] 如图3所示，传统方法下虚拟网络接受率和本发明的分配方法下虚拟网络接受率进行对比，明显可以得出动态方法下虚拟网络接受率高，即本发明的分配方法得到的虚拟网络接受率高。

[0077] 如图4所示，传统方法下的网络资源利用率与本发明的分配方法下的网络资源利用率进行对比，可明显得出本发明的分配方法下的网络资源利用率在短时间内与传统方法下的网络资源利用率相似，随着时间的增加，本发明的分配方法下的网络资源利用率表现出明显的优势，其网络资源利用率远远高于传统方法下的网络资源利用率，即本发明提供的分配方法使得网络资源利用率明显提高。

[0078] 如图5所示，传统方法下的均方误差随时间的变化与本发明的分配方法下的均方误差随时间的变化，二者进行对比，本发明的分配方法下的均方误差始终低于传统方法下的均方误差，而且随着时间的增加，本发明的分配方法下的均方误差低于传统方法下的均方误差越明显，突出了本发明提供的分配方法，实现动态地为虚拟网络分配资源的优势。

[0079] 图6进一步探究了算法参数预测间隔的对算法的影响，在0-150之间随着预测间隔的增大对预测参数的影响越大，在150-250之间随着预测间隔的增大对预测参数的影响逐渐降低，之后趋于一个稳定值，为此我们对算法参数的预测间隔应该选择稳定值，这样能更好的实现动态的为虚拟网络分配资源。

[0080] 其中，图中的接受率和均方差定义如下：

$$[0081] \quad \text{接受率} = \frac{\text{成功映射的虚拟网络数目}}{\text{到达的虚拟网络数目}} \quad (10)$$

$$[0082] \quad \text{均方差} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{虚拟节点 (或链路) 的资源利用值} - \text{分配的资源值})^2}{n}} \quad (11)$$

[0083] 式中，n代表虚拟网络的节点数目和链路数据的总和。

[0084] 以上仅为本发明的实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均包含在申请待批的本发明的权利要求范围之内。



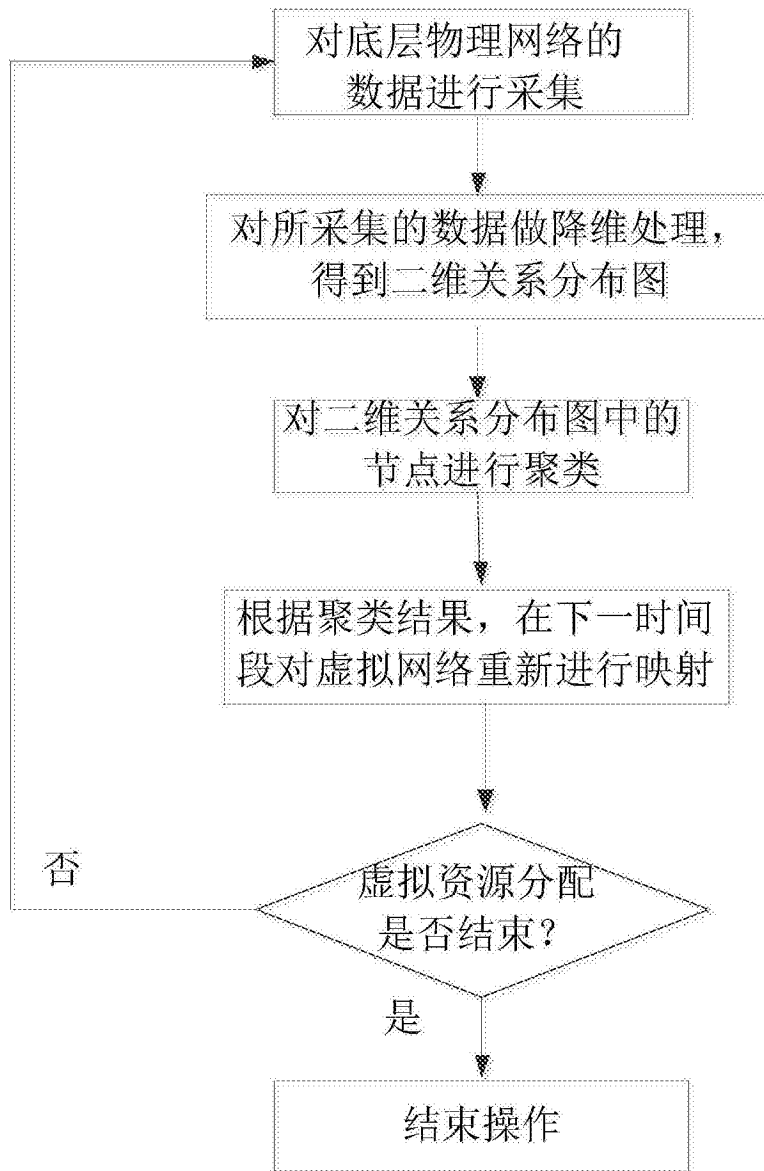


图1

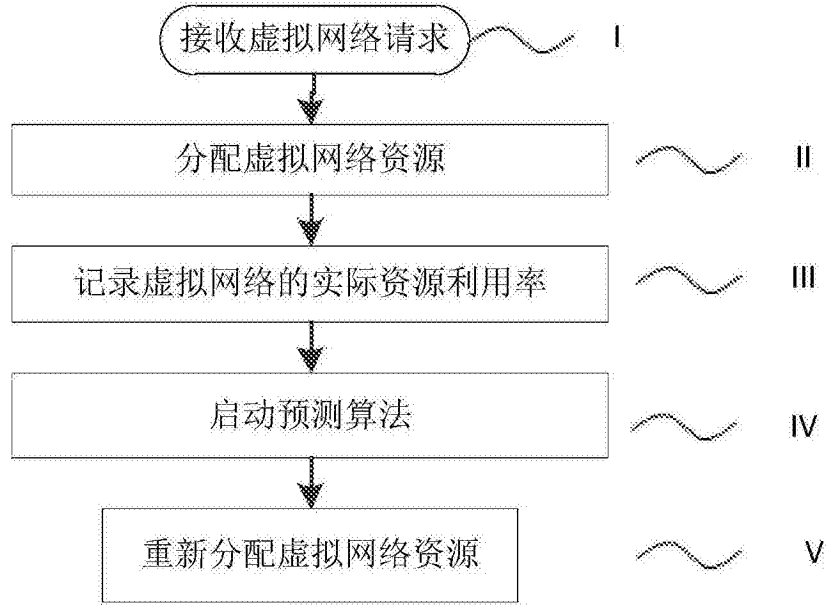


图2

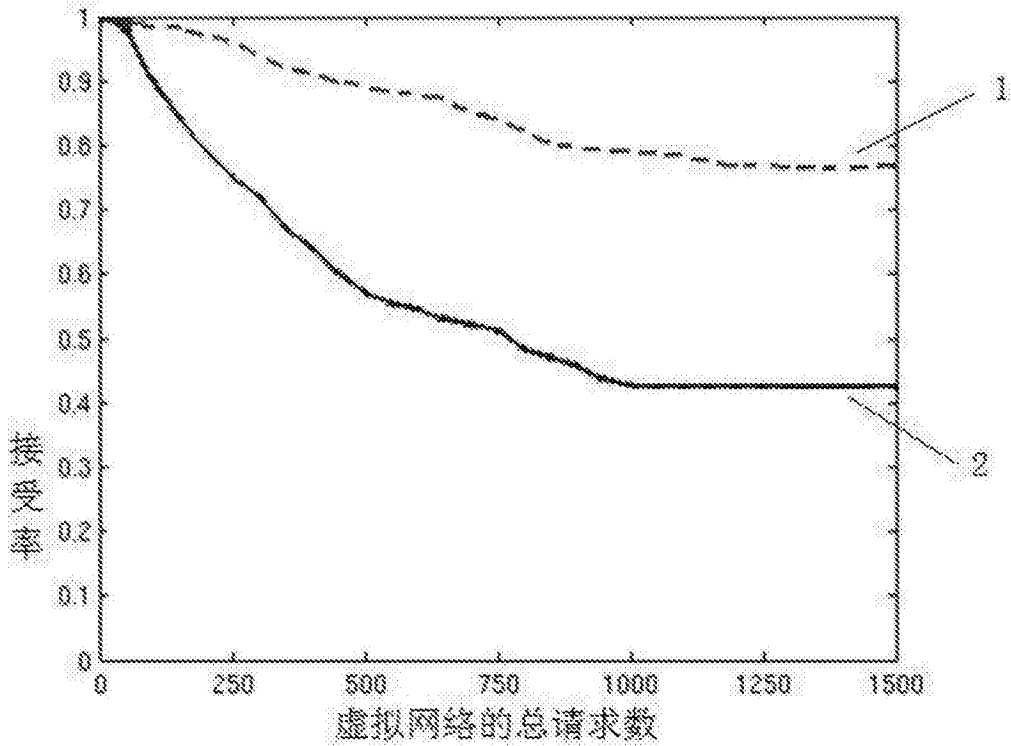


图3

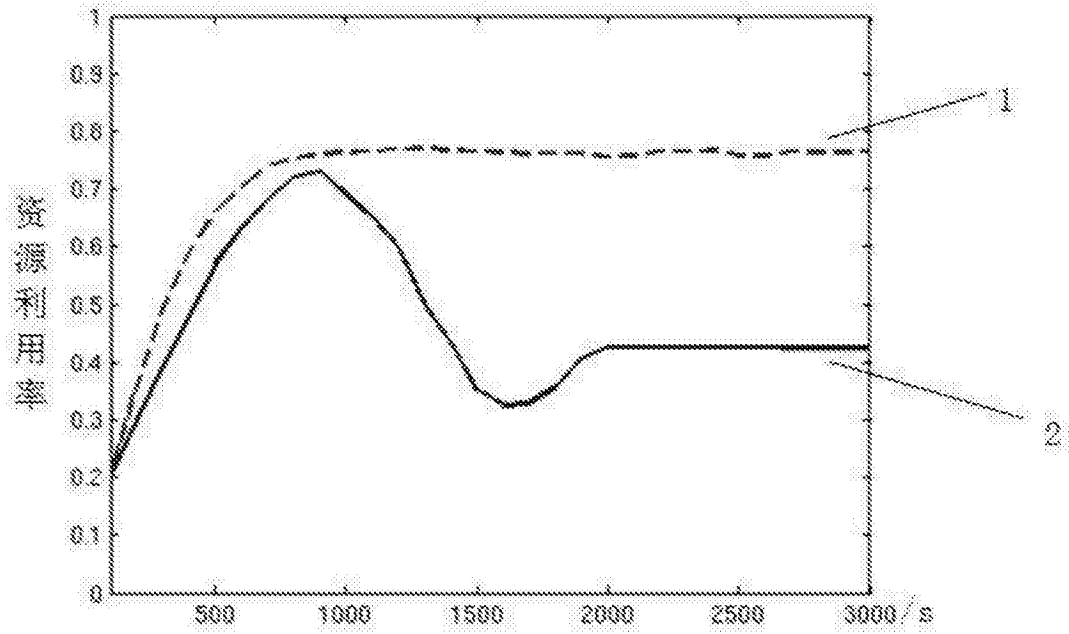


图4

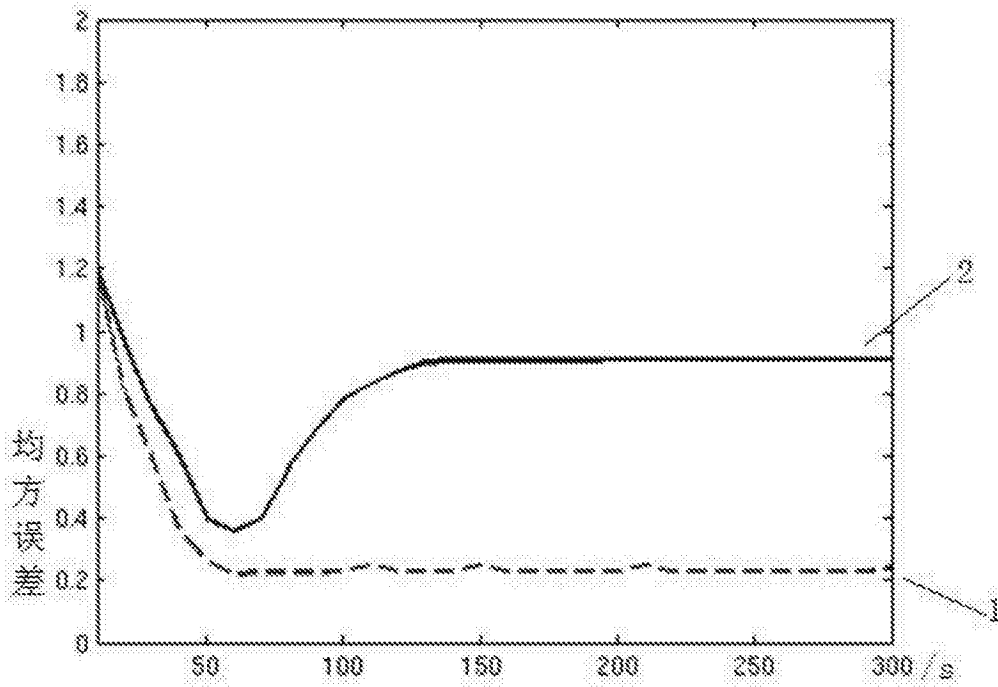


图5

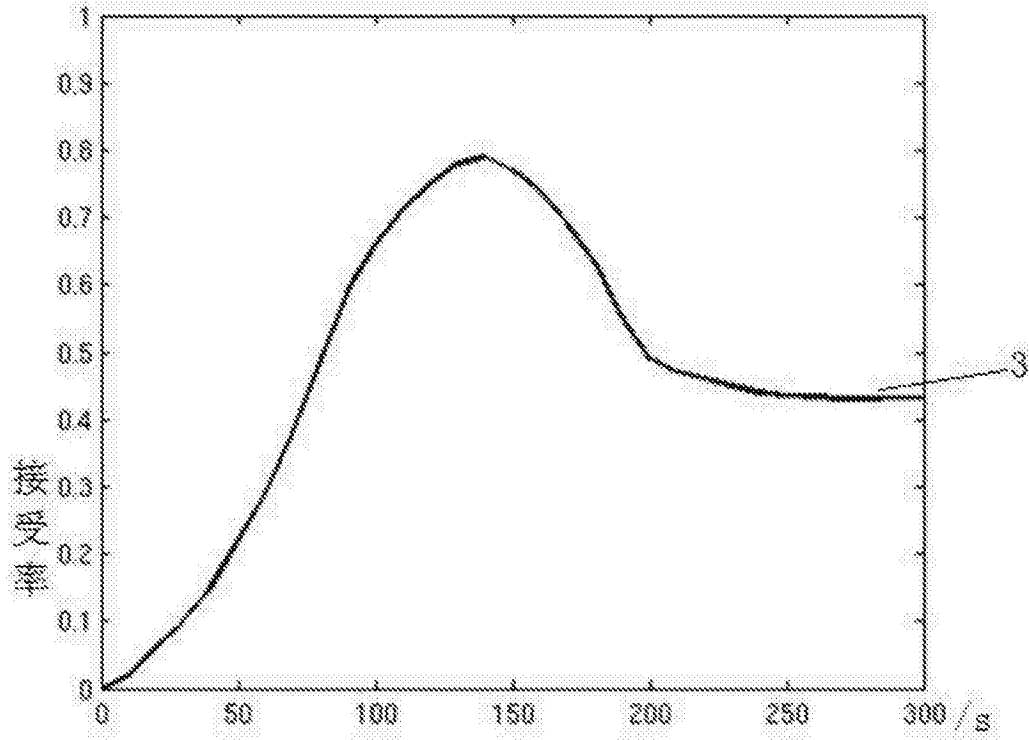


图6