



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104410582 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201410751537. 1

(22) 申请日 2014. 12. 10

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 南京南瑞集团公司

南京南瑞信息通信科技有限公司

江苏省电力公司

江苏省电力公司信息通信分公司

(72) 发明人 刘嘉华 王琪 陈龙 张亚风

唐海荣 夏飞 袁国泉

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林 许婉静

(51) Int. Cl.

H04L 12/803(2013. 01)

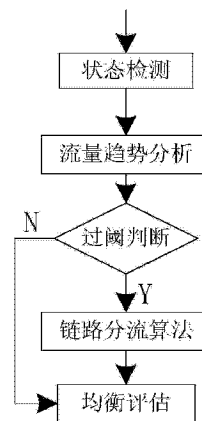
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,首先对节点链路状态进行探测,获取节点流量数据,并设置节点的负载阈值,其次通过对某时刻流量数据的状态分析,预测未来某一段时间流量,同时判断是否有过载可能,对于预测到可能超过阈值的链路进行链路分流处理,最后对全网的负载均衡度进行动态的统计和调整,确保全网运行在最优化的状态。本发明方法可以合理的限制节点流量,大大提高了链路运行效率,通过对全网均衡度的分析,控制节点阈值的选择,使数据流的分发向适合网络整体最优化的方法发展。



1. 一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 提取链路状态信息,形成链路负载映射表,并设置链路的负载阈值;

2) 对链路进行流量趋势分析;

3) 根据流量趋势分析,判断下一时刻的估计流量是否超过链路的负载阈值,若超过,则对过阈链路进行链路分流算法,判断流量是否需要回退或重定路由操作;

4) 计算全网负载均衡度;

5) 利用均衡度修正链路的负载阈值。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 1) 中链路状态信息包括节点之间链路总流量,链路出入流量,源端口 IP 流量,链路负载率。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 1) 链路负载映射表包括链路编号,链路负载值,链路设定负载阈值。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 1) 中负载阈值为带宽利用阈值,设置默认负载阈值为带宽的 80%。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 2) 中的流量趋势分析包括以下步骤:

2-1) 剔除链路流量信息所选取时间段的峰值及谷值点,作为电力通信网中受事件库中事件影响的节点流量值;

2-2) 采样在某一段时间流入所选链路的流量数据集  $F_i(S_{t-4\Delta t}, S_{t-3\Delta t}, S_{t-2\Delta t}, S_{t-\Delta t})$ , 计算  $t$  时刻链路相邻 3 个采样时间点最大变化率:

$$\bar{S} = \max((S_{t-\Delta t} - S_{t-2\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-2\Delta t} - S_{t-3\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-3\Delta t} - S_{t-4\Delta t}) / \Delta t),$$

其中, $S$  表示所选链路的流量, $i$  为与该链路流入节点相邻链路的第  $i$  条, $t$  为选定的时刻, $\Delta t$  为采样周期;

2-3) 通过采样链路流量得到链路  $t$  时刻的估计流量  $\hat{s}$ :  $\hat{s} = S_{t-\Delta t} + \bar{S}\Delta t$ ,

其中, $S_{t-\Delta t}$  表示在  $t-\Delta t$  时刻链路的流量。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 3) 中的链路分流算法是指:如果下一时刻的估计流量  $\hat{s}$  占带宽比超过链路的负载阈值,根据路由信息查找节点携带数据包到目标节点的链路负载映射表,根据路由路径信息选择轻负载的链路组成可用链路,同时对可用链路的负载能力进行判断,当所选择路径中链路的负载能力没有超过 50% 的路由存在时,则发送 ECHO 消息对源 IP 的数据进行抑制;当可用链路有一条以上具有负载能力的路由时,则根据链路负载能力的大小对流量进行比例分配,所述负载能力为剩余带宽所占比。

7. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,其特征在于:所述步骤 4) 中,全网负载均衡度的计算包括以下步骤:

4-1) 计算各链路的负载均衡度  $P(S(i, j))$ :  $P(S(i, j)) = D_i/D$ ;

4-2) 计算全网负载均衡度  $B_p$ :  $B_p = \sqrt{\sum_{i,j(i < j)} (P(S(i, j)) - \sum P(S(i, j))/N)^2} / N$ ,

其中,  $D_i$  为链路已用带宽,  $D$  为链路带宽,  $S(i, j)$  为节点  $i, j$  之间的链路,  $N$  为链路总数。

8. 根据权利要求 1 所述的一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法, 其特征在于: 所述步骤 5) 中, 全网负载均衡度超过某一阈值时, 查找链路负载均衡度大于全网负载均衡度的链路, 选择其中几个链路负载均衡度值最高的链路, 通过降低链路默认的负载阈值使得全网整体负载率趋于均衡。

## 一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于网络流量管理领域,具体说是一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法。

### 背景技术

[0002] 电力通信网是电力系统中第二张实体网络,其可用性和稳定性直接影响着电网的运行效率及安全。电力网络流量管理可以快速准确地分析网络流量趋势,预测网络可能发生的阻塞空闲状况,减低网络的负载均衡度。随着网络规模的扩大与网络环境的日益复杂,网络上承载的业务和应用也日益丰富,与之相应的对信息网络的管理效率也提出了更高的要求。因此,加强网络管理建设是电网监控急需解决的问题。新一代网络管理的核心包括网络业务管理、优化网络配置和流量工程、有效提高网络运行速度和利用率,其中网络流量预测是业务管理的关键问题。传统的网络流量预测方法并不适用于电网流量的预测要求。因此,网络流量预测的精确性、实时性直接关系到业务管理的效率和性能。除了网络预测的大量工作之外,对网络的分流处理也影响到网络运行的系统效率,通过预测的流量状况发生可能的过阈条件时,节点分流算法可通过回退或者重定路由保证流量传输的低延时,分配空闲的网络资源减少网络发生阻塞的可能,尤其对于实时性要求较高的电网数据具有实际的应用。网络负载均衡的判断是一个非常重要的网络模型评估方法,保证网络的链路运行状态均衡,同时可以延长网络的使用寿命,保证网络的负载均衡主要在于保证各链路之间的低负载率。

[0003] 结合基于流量预测和基于流量均衡的网络管理方法作为网络链路管理的一个核心发展方向,其功能强弱对整个网络的性能、可靠性、可用性和服务质量有直接的影响。但是随着网络规模的不断扩展,现有的技术难以满足网络流量管理的需求。现有的大多数网络管理方法采用路由选择方式,难以保证路由的时机及网络的均衡。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,利用流量预测方法来判断网络的可能出现的拥塞问题,并设计了基于重定路由的网络节点分流传输算法,实现了全网链路的最优均衡度。

[0005] 一种基于流量预测的电力通信网流量均衡方法,包括以下步骤:

[0006] 1) 提取链路状态信息,形成链路负载映射表,并设置链路的负载阈值;

[0007] 2) 对链路进行流量趋势分析;

[0008] 3) 根据流量趋势分析,判断下一时刻的估计流量是否超过链路的负载阈值,若超过,则对过阈链路进行链路分流算法,判断流量是否需要回退或重定路由操作;

[0009] 4) 计算全网负载均衡度;

[0010] 5) 利用均衡度修正链路的负载阈值。

[0011] 前述的步骤 1) 中链路状态信息包括节点之间链路总流量,链路出入流量,源端口

IP 流量, 链路负载率。

[0012] 前述的步骤 1) 链路负载映射表包括链路编号, 链路负载值, 链路设定负载阈值。

[0013] 前述的步骤 1) 中负载阈值为带宽利用阈值, 设置默认负载阈值为带宽的 80%。

[0014] 前述的步骤 2) 中的流量趋势分析包括以下步骤:

[0015] 2-1) 剔除链路流量信息所选取时间段的峰值及谷值点, 作为电力通信网中受事件库中事件影响的节点流量值;

[0016] 2-2) 采样在某一时间段流入所选链路的流量数据集合  $F_i(S_{t-4\Delta t}, S_{t-3\Delta t}, S_{t-2\Delta t}, S_{t-\Delta t})$ , 计算  $t$  时刻链路相邻 3 个采样时间点最大变化率:

$$[0017] \quad \bar{S} = \max((S_{t-\Delta t} - S_{t-2\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-2\Delta t} - S_{t-3\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-3\Delta t} - S_{t-4\Delta t}) / \Delta t),$$

[0018] 其中,  $S$  表示所选链路的流量,  $i$  为与该链路流入节点相邻链路的第  $i$  条,  $t$  为选定的时刻,  $\Delta t$  为采样周期;

[0019] 2-3) 通过采样链路流量得到链路  $t$  时刻的估计流量  $\hat{s}$ :  $\hat{s} = S_{t-\Delta t} + \bar{S}\Delta t$ ,

[0020] 其中,  $S_{t-\Delta t}$  表示在  $t - \Delta t$  时刻链路的流量。

[0021] 前述的步骤 3) 中的链路分流算法是指: 如果下一时刻的估计流量  $\hat{s}$  占带宽比超过链路的负载阈值, 根据路由信息查找节点携带数据包到目标节点的链路负载映射表, 根据路由路径信息选择轻负载的链路组成可用链路, 同时对可用链路的负载能力进行判断, 当所选择路径中链路的负载能力没有超过 50% 的路由存在时, 则发送 ECHO 消息对源 IP 的数据进行抑制; 当可用链路有一条以上具有负载能力的路由时, 则根据链路负载能力的大小对流量进行比例分配, 所述负载能力为剩余带宽所占比。

[0022] 前述的步骤 4) 中, 全网负载均衡度的计算包括以下步骤:

[0023] 4-1) 计算各链路的负载均衡度  $P(S(i, j))$ :  $P(S(i, j)) = D_i / D$ ;

[0024] 4-2) 计算全网负载均衡度  $B_p$ :  $B_p = \sqrt{\sum_{i,j(i < j)} (P(S(i, j)) - \sum P(S(i, j)) / N)^2} / N$ ,

[0025] 其中,  $D_i$  为链路已用带宽,  $D$  为链路带宽,  $S(i, j)$  为节点  $i, j$  之间的链路,  $N$  为链路总数。

[0026] 前述的步骤 5) 中, 全网负载均衡度超过某一阈值时, 查找链路负载均衡度大于全网负载均衡度的链路, 选择其中几个链路负载均衡度值最高的链路, 通过降低链路默认的负载阈值使得全网整体负载率趋于均衡。

[0027] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0028] 1. 本发明方法通过流量趋势分析, 预测未来某一时候流量的状况, 同时判断是否有过载可能, 对于预测到可能超过阈值的链路进行节点分流处理, 提前排除了网络链路的隐患。

[0029] 2. 本发明方法提出了过阈的链路采用动态流量转移, 利用了周围链路中的空闲链路资源, 提高网络资源的利用率, 减低个别链路的高负载率。

[0030] 3. 本发明方法实现了半动态更新链路负载映射表, 计算全网负载均衡度, 若该值偏大则通过调节链路的负载阈值进行链路均衡化。

## 附图说明

- [0031] 图 1 为本发明方法流程图；  
 [0032] 图 2 为本发明链路分流算法流程图；  
 [0033] 图 3 为本发明实施例中链路及节点示意图。

## 具体实施方式

[0034] 本发明的基于流量预测的电力通信网流量均衡方法首先对网络链路节点的状态进行探测,提取流量信息并设置阈值范围。然后采用流量趋势分析方法综合相邻链路上的流量样本对节点下一时刻的流量进行分析。当判断到预测的流量值可能超过设定的阈值范围时,采用节点分流算法实现回退或者重定路由等操作,同时半动态更新链路负载映射表。计算全网负载均衡度,若该值偏大则链路的负载率不够均衡,可通过调节链路阈值进行链路均衡化。

[0035] 如图 1 所示,本发明方法的实现具体如下:

[0036] 1、提取链路状态信息,形成链路负载映射表

[0037] 对网络中各个链路的带宽使用率进行统计,同时对每条链路上传输不同类型业务的流量和流向进行分析和统计,并设置链路的负载阈值。链路状态信息主要包括节点之间链路总流量,链路出入流量,端口出入流量,源端口 IP 流量,链路负载率。链路负载映射表包括链路编号,链路负载值,链路设定负载阈值。负载阈值指的是带宽利用阈值,默认设置负载阈值为带宽的 80%。

[0038] 2、对节点链路进行流量趋势分析

[0039] 进行流量趋势分析包括以下步骤:

[0040] 1) 剔除链路流量信息所选取时间段的峰值及谷值点,作为电力通信网中受事件库中事件影响的节点流量值;由于某些突发事件,导致网络流量激增,且这种状况是不可持续的。因为这种突发事件会影响流量趋势预测算法的准确性,所以需要剔除;

[0041] 2) 采样在某一段时间流入所选链路的流量数据集  $F_i(S_{t-4\Delta t}, S_{t-3\Delta t}, S_{t-2\Delta t}, S_{t-\Delta t})$ , 计算  $t$  时刻链路相邻 3 个采样时间点最大变化率:

$$[0042] \quad \bar{S} = \max((S_{t-\Delta t} - S_{t-2\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-2\Delta t} - S_{t-3\Delta t}) / \Delta t, (S_{t-3\Delta t} - S_{t-4\Delta t}) / \Delta t),$$

[0043] 其中,  $S$  表示所选链路的流量,  $i$  为与该链路流入节点相邻链路的第  $i$  条, 每条链路与两个节点相连, 一个是流入节点, 一个是流出节点,  $t$  为选定的时刻,  $\Delta t$  为采样周期;

[0044] 3) 通过采样链路流量得到链路  $t$  时刻的估计流量  $\hat{s}$ :  $\hat{s} = S_{t-\Delta t} + \bar{S}\Delta t$ ,

[0045] 其中,  $S_{t-\Delta t}$  表示在  $t-\Delta t$  时刻链路的流量。

[0046] 3、根据流量趋势分析,判断下一时刻的链路估计流量是否超过链路的负载阈值,若超过,则对过阈节点进行链路分流算法,判断流量是否需要回退或重定路由操作。

[0047] 如图 2 所示,链路分流算法是指:如果下一时刻的估计流量  $\hat{s}$  占带宽比超过链路的负载阈值,根据路由信息查找节点携带数据包到目标节点的链路负载映射表,根据路由路径信息选择轻负载的链路组成可用链路,同时对可用链路的负载能力进行判断,当所选择路径中链路的负载能力没有超过 50% 的路由存在时,则发送 ECHO 消息对源 IP 的数据进行抑制;当可用链路有一条以上具有负载能力的路由时,则根据链路负载能力的大小对流量

进行比例分配。比例分配即根据链路负载能力的大小对流量进行等比分配,负载能力大的链路可承受流量较多。其中,负载能力即为剩余带宽所占比。

[0048] 4、计算全网负载均衡度

[0049] 动态更新链路负载均衡映射表,计算全网负载均衡度,若该值偏大则链路的负载率不够均衡,可通过调节链路负载阈值进行链路均衡化。

[0050] 均衡评估方法主要在于定期刷新链路的负载映射表,通过统计平均化计算全网负载均衡度。均衡度越小表示网络处于最佳工作性能。其算法主要包括以下步骤:

[0051] 1) 计算各链路的负载均衡度  $P(S(i, j))$ :  $P(S(i, j)) = D_i/D$ ;

[0052] 2) 计算全网负载均衡度  $B_p$ :  $B_p = \sqrt{\sum_{i,j(i<j)} (P(S(i, j)) - \sum P(S(i, j))/N)^2} / N$ 。

[0053] 其中,  $D_i$  为链路已用带宽,  $D$  为链路带宽,  $S(i, j)$  为节点  $i, j$  之间的链路,  $N$  为链路总数。

[0054] 链路的负载均衡度  $P(S(i, j))$  描述了链路已用带宽所占比即链路负载率,链路负载能力为  $1-P(S(i, j))$ ;全网负载均衡度描述了当前全网负载的均匀程度,若该值偏大则表示部分链路的负载率较高。

[0055] 5、利用全网负载均衡度修正链路负载阈值

[0056] 在理想的状态下全网负载均衡度越小表明链路负载处于很均匀的状态,各链路资源都能够很少的利用起来,如果计算得到的链路负载均衡度过高时,表明存在着局部链路处于重负载状态,而导致资源得不到充分的利用。因此当全网负载均衡度过高时,通过降低负载度偏高的链路负载阈值,使得其具有较高的过阈度,促使网络流量进行重新分配,从而导致网络整体负载率趋于均衡。本发明中选取全网负载均衡度大于 50% 为全网负载均衡度过高。

[0057] 通过手动设置默认链路负载阈值的方式,使得链路负载提前达到阈值,从而实现了半动态更新链路负载映射表的功能。

[0058] 实施例

[0059] 如图 3 所示的节点构成的链路,其链路负载映射表如表 1 所示。

[0060] 表 1 链路负载映射表

[0061]

链路	链路负载	链路负载阈值
$S_{12}$	50%	80%
$S_{13}$	60%	80%
$S_{23}$	20%	80%
$S_{24}$	20%	80%
$S_{34}$	30%	80%

S <sub>35</sub>	85%	80%
S <sub>45</sub>	20%	80%

[0062] 表中可见链路 S<sub>35</sub> 中的流量负载超过了阈值设定值,对节点 3 进行分流算法操作,其中可用链路为 S23 → S24 → S45 及 S34 → S45,链路 S<sub>23</sub>、S<sub>34</sub> 的负载率分别为 P<sub>23</sub> = 20%、P<sub>34</sub> = 30%,均未超过阈值,则选择将 S<sub>35</sub> 中部分流量分配至 S<sub>23</sub>、S<sub>34</sub>,使得 S<sub>35</sub> 中的负载趋于全网平均负载率。具体方法如下:

[0063] 当  $(P_{23}, P_{34}) < \bar{P}$ , 则链路 S<sub>23</sub> 及 S<sub>34</sub> 可承受的额外负载为  $(\bar{P} - P_{23}, \bar{P} - P_{34})$ , 其中  $\bar{P}$  为全网平均负载率,  $\bar{P} = \sum P_i / n$ , n 为链路条数。当额外负载不足以分摊过阈的负载或者链路负载均已超出全网平均负载率时,不适宜选择其他链路进行负载分流,则发送反馈消息 ECHO 至源 IP 节点 1,抑制其发送至节点 3 的流量速度。其中,  $(P_{23}, P_{34})$  表示 S<sub>23</sub>、S<sub>34</sub> 两条链路的负载率。 $(P_{23}, P_{34}) < \bar{P}$  即  $P_{23} < \bar{P}$  且  $P_{34} < \bar{P}$ 。



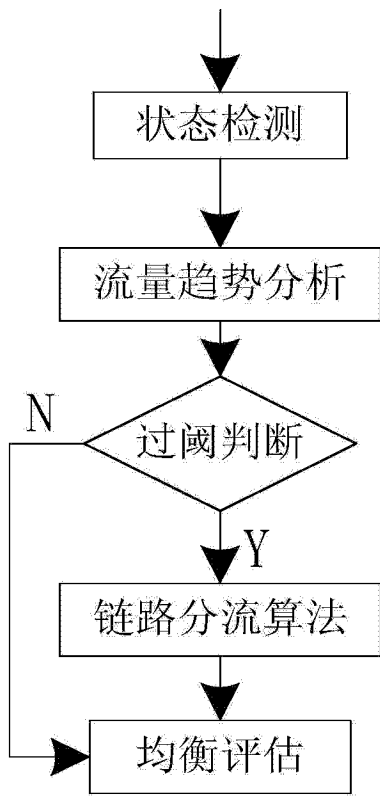


图 1

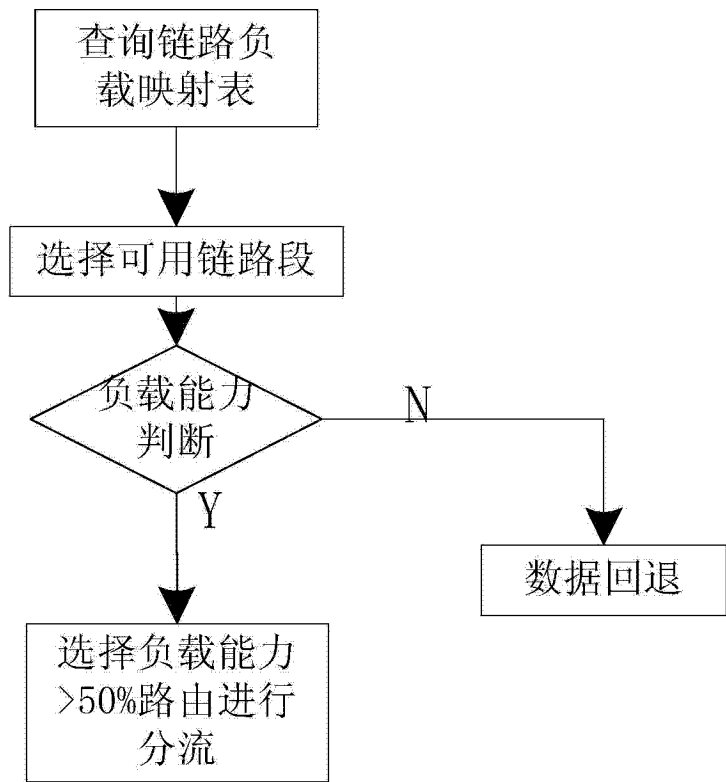


图 2

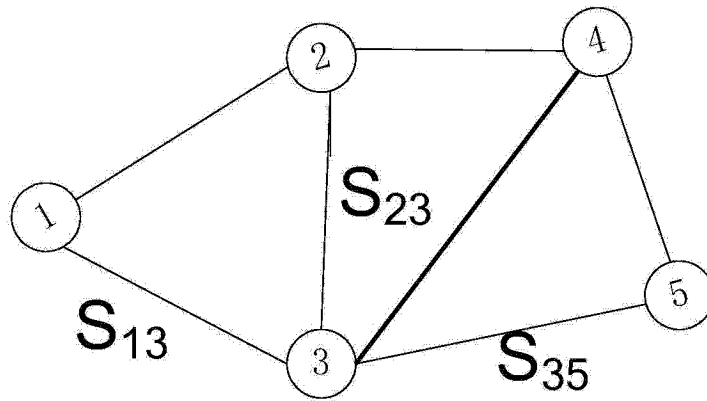


图 3