

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012年12月27日 (27.12.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/174934 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 12/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/074199
- (22) 国际申请日: 2012年4月17日 (17.04.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110167382.3 2011年6月21日 (21.06.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **姜龙 (JIANG, Long)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: **北京派特恩知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY**

OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: ADAPTIVE METHOD AND DEVICE FOR HEARTBEAT PERIOD

(54) 发明名称: 一种心跳周期的自适应方法和装置

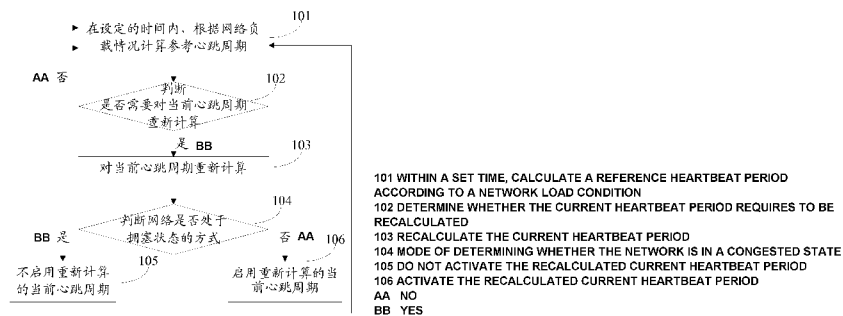


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: Disclosed is an adaptive method and device for a heartbeat period. Within a set time, a reference heartbeat period is calculated according to a network load condition; based on an offset condition of the reference heartbeat period and an offset condition between the reference heartbeat period and the current heartbeat period, it is determined whether the current heartbeat period requires to be recalculated; and after the current heartbeat period is recalculated, when the network is no longer in a congested state, the recalculated current heartbeat period is activated. The present invention implements dynamic adjustment of the period of sending a heartbeat message, so as to prevent important services from being affected due to inappropriate setting of the period of sending a heartbeat message in the case of excessively high network load for a network management or network element. Meanwhile, the waste of bandwidth and system resources and impacts on the network management performance as the heartbeat period fails to adapt to the network condition are avoided.

(57) 摘要: 本发明公开了一种心跳周期的自适应方法和装置, 在设定的时间内, 根据网络负载情况计算参考心跳周期; 基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算; 对当前心跳周期重新计算后, 当网络不处于拥塞状态时, 启用重新计算的当前心跳周期。本发明实现动态调整心跳报文的发送周期, 避免网管或网元在网络负载过大的情况下由于心跳报文发送周期设置不合适而导致重要业务受到影响。同时, 避免心跳周期不适应网络状况时导致的带宽与系统资源浪费, 以及对网管性能带来的冲击。

WO 2012/174934 A1

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种心跳周期的自适应方法和装置

技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种心跳周期的自适应方法和装置。

5 背景技术

在网络管理系统中，网管服务器（简称网管）与其所管理的网元设备（简称网元）之间，可以通过网管轮询检查网元、或者网元定期向网管发送心跳报文的方式进行通信链路检测。如图 1 所示，如果网管通过心跳报文进行周期性的信息交流，在网元工作正常的情况下，网元向网管发送心跳报文，该心跳报文中标明当前该网元处于就绪状态，网管接收到该心跳
10 报文则认为网管与网元之间的链路正常；若由于网元异常或者链路异常导致心跳报文发送错误，比如网管在限定的周期内未收到网元上报的心跳报文，则表明网元与网管之间的通信链路发生故障。

现有的收发心跳报文的网络连接方式多借助于以太网方式，现有心跳
15 探测主要存在以下问题。

1、心跳周期难以设定

心跳周期的长度一般采用人工预先设置，但这个周期往往很难满足各种不同的应用场景。如果网络管理系统采用固定的心跳周期，有可能弱化网络管理系统的可用性。

20 2、心跳报文给网管的性能带来冲击

当网管下连接的网元数量众多时，所有网元同时上报心跳报文给网管，会给网管的性能带来极大的冲击。如果需要及时发现链路异常等故障，就要提高心跳报文的发送频率，网管需要频繁处理心跳报文数据，影响了网

管的效率，且发送心跳报文的频率过高还会造成网络负担加重，严重的会造成网络瘫痪。

发明内容

本发明要解决的技术问题是，提供一种心跳周期的自适应方法和装置，
5 自适应动态调整心跳报文的发送周期，避免对网管性能带来的冲击。

本发明采用的技术方案是，所述心跳周期的自适应方法，包括：

在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期；

基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算；

10 对当前心跳周期重新计算后，当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

进一步的，所述在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期，具体包括：

在设定的时间内，对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考心跳周期，设参考心跳周期为 T_1 ，当前心跳周期为 T ，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, \text{ a、b 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

与网元的负载状况的数值， a' 、 b' 分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a, b, a', b' \leq 1$ ， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ 。

20 进一步的，所述基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算，具体包括：

假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期， n 个参考心跳周期互相

之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件，n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件；

判断第一条件和第二条件是否同时满足，若是，则确定需要对当前心跳周期重新计算；否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。

5 进一步的，所述对当前心跳周期重新计算的公式如下：

$$T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta$$

其中，T 为当前心跳周期，T' 是重新计算的当前心跳周期，T₃ 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值；α、β 为超调量，取值范围为 0.8 ≤ α、β ≤
10 1.2，θ 为网络调整值，0 ≤ θ ≤ 1。

进一步的，判断网络是否处于拥塞状态的方式，包括：

判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值，若是，则网络处于拥塞状态，否则网络不处于拥塞状态。

15 基于上述方法，本发明还提供一种心跳周期的自适应装置，包括：

参考心跳周期计算模块，用于在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期；

判断模块，用于基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算；

20 当前心跳周期计算模块，用于当所述判断模块判断出需要对当前心跳周期重新计算时，重新计算当前心跳周期；

当前心跳周期启用模块，用于当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

进一步的，所述参考心跳周期计算模块，具体用于：在设定的时间内，
25 对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考

心跳周期，设参考心跳周期为 T_1 ，当前心跳周期为 T ，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, \text{ a、b 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

与网元的负载状况的数值， a' 、 b' 分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a$ 、 b 、 a' 、 $b' \leq 1$ ， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ 。

5 进一步的，所述判断模块，具体用于：

假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期， n 个参考心跳周期互相之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件， n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件；

10 判断第一条件和第二条件是否同时满足，若是，则确定需要对当前心跳周期重新计算；否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。

进一步的，所述当前心跳周期计算模块对当前心跳周期重新计算时，采用的公式如下：

$$T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta$$

15 其中， T 为当前心跳周期， T' 是重新计算的当前心跳周期， T_3 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值； α 、 β 为超调量，取值范围为 $0.8 \leq \alpha$ 、 $\beta \leq 1.2$ ， θ 为网络调整值， $0 \leq \theta \leq 1$ 。

进一步的，所述当前心跳周期启用模块，具体包括：

20 拥塞状态判断子模块，用于判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值，若是，则网络处于拥塞状态，否则网络不处于拥塞状态；

心跳周期启用子模块，用于当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

采用上述技术方案，本发明至少具有下列优点：

本发明所述心跳周期的自适应方法和装置，实现动态调整心跳报文的

发送周期，避免网管或网元在网络负载过大的情况下由于心跳报文发送周期过短或者过长而导致重要业务受到影响。同时，避免心跳周期不适应网络状况时导致的带宽与系统资源浪费，以及对网管性能带来的冲击。

附图说明

- 5 图 1 为网元向网元间心跳机制示意图；
 图 2 为本发明第一实施例心跳周期的自适应方法流程示意图；
 图 3 为本发明第二实施例心跳周期的自适应装置结构示意图；
 图 4 为本发明心跳报文的数据格式示意图。

具体实施方式

- 10 为更进一步阐述本发明为达成预定目的所采取的技术手段及功效，以下结合附图及较佳实施例，对本发明进行详细说明如后。

本发明第一实施例，一种心跳周期的自适应方法，如图 2 所示，包括以下具体步骤：

步骤 101，在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期。

- 15 具体的，在设定的时间内，对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考心跳周期，设参考心跳周期为 T_1 ，当前心跳周期为 T ，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, \text{ a、b 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

- 20 与网元的负载状况的数值， a' 、 b' 分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a$ 、 b 、 a' 、 $b' \leq 1$ ，网管的负载状况的数值为网管侧的实际网络流量除以最大可用网络流量，网元的负载状况的数值为网元侧的实际网络流量除以最大可用网络流量， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ ， λ 的取值依据服务器性能来设定，服务器性能越高， λ 的取值越低。

若将设定的时间看成一个执行周期，本方法可以在一个设定的时间执行完成后，紧接着进入下一个执行周期。

步骤 102, 基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算, 若是, 则执行步骤 103, 否则执行步骤 101。当前心跳周期可以是网元默认配置的, 也可以是网管与网元建链成功后, 网管基于 SNMP (Simple Network Management Protocol, 简单网络管理协议) 报文为网元配置的。

具体的, 假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期, n 个参考心跳周期互相之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件, n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件;

判断第一条件和第二条件是否同时满足, 若是, 则确定需要对当前心跳周期重新计算; 否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。

步骤 103, 对当前心跳周期重新计算, 采用的计算的公式如下:

$$T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta$$

其中, T 为当前心跳周期, T' 是重新计算的当前心跳周期, T_3 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值; α 、 β 为超调量, 取值范围为 $0.8 \leq \alpha$ 、 $\beta \leq 1.2$, 依据网络规模设定, 当网络规模大时适当增加 α 的值, 反之, 网络规模较小时适当增加 β 的值, θ 为网络调整值, 根据当前实际计算效果进行微调, $0 \leq \theta \leq 1$ 。

步骤 104, 根据心跳报文的丢包率判断网络是否处于拥塞状态的方式, 若是, 则表明重新计算的当前心跳周期并不准确, 执行步骤 105; 否则表明重新计算的当前心跳周期是准确的, 执行步骤 106。

具体的, 根据心跳报文的丢包率判断网络是否处于拥塞状态的方式, 包括: 判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值, 若是, 则网络处

于拥塞状态，执行步骤 105，否则网络不处于拥塞状态，执行步骤 106。

步骤 105，不启用重新计算的当前心跳周期，即维持当前心跳周期不变，执行步骤 101；

步骤 106，启用重新计算的当前心跳周期，即网元按照重新计算的当前心跳周期向网管发送心跳报文，执行步骤 101。

本发明第二实施例，一种心跳周期的自适应装置，如图 3 所示，包括如下组成部分：

参考心跳周期计算模块 10，用于在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期。

10 具体的，参考心跳周期计算模块 10 在设定的时间内，对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考心跳周期，设参考心跳周期为 T_1 ，当前心跳周期为 T ，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, a, b \text{ 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

与网元的负载状况的数值， a' 、 b' 分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a, b, a', b' \leq 1$ ，网管的负载状况的数值为网管侧的实际网络流量除以最大可用网络流量，网元的负载状况的数值为网元侧的实际网络流量除以最大可用网络流量， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ ， λ 的取值依据服务器性能来设定，服务器性能越高， λ 的取值越低。

20 判断模块 20，用于基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算。

具体的，假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期， n 个参考心跳周期互相之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件， n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件。

判断模块 20 判断第一条件和第二条件是否同时满足，若是，则确定需

要对当前心跳周期重新计算；否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。

当前心跳周期计算模块 30, 用于当判断模块 20 判断出需要对当前心跳周期重新计算时, 重新计算当前心跳周期, 采用的公式如下:

$$T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta$$

- 5 其中, T 为当前心跳周期, T' 是重新计算的当前心跳周期, T_3 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值; α 、 β 为超调量, 取值范围为 $0.8 \leq \alpha$ 、 $\beta \leq 1.2$, 依据网络规模设定, 当网络规模大时适当增加 α 的值, 反之, 网络规模较小时适当增加 β 的值, θ 为网络调整值, 根据当前实际计算效果进行微
- 10 调, $0 \leq \theta \leq 1$ 。

当前心跳周期启用模块 40, 用于当网络不处于拥塞状态时, 启用重新计算的当前心跳周期。当前心跳周期启用模块 40, 具体包括:

拥塞状态判断子模块 41, 用于判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值, 若是, 则网络处于拥塞状态, 否则网络不处于拥塞状态;

- 15 心跳周期启用子模块 42, 用于当网络不处于拥塞状态时, 启用重新计算的当前心跳周期。

本发明第三实施例, 本实施是在第一、二实施例的基础上, 结合网络管理系统中网管与网元之间握手和心跳探测的实例, 详细介绍一下心跳周期的自适应的过程, 具体如下:

- 20 一、网管与网元之间的握手流程, 包括如下步骤:

步骤 A1、网管基于 TCP (Transmission Control Protocol, 传输控制协议) 发起建链命令, 主动查询网元。

- 步骤 A2、判断网元是否可以正常使用, 若可以正常使用, 则网元会对建链命令进行反馈, 并基于 UDP (User Datagram Protocol, 用户数据包协
- 25 议) 开始发送心跳报文, 进入步骤 A6, 若不可以正常使用, 则进入步骤

A3;

心跳报文的数据格式如图 4 所示，包括：操作码、标示码和心跳信息，可选的，心跳报文还包括 ID（Identity，身份标识）码，用于唯一标识该心跳报文，可以保证心跳信息的唯一性，在具体分析链路故障时起到作用。

- 5 操作码用于表示该报文的类型是心跳报文，以区别于链路中的其他报文；标示码用于记录网元发出的心跳报文个数，比如：一个网元第一次发出的心跳报文的标示码为 2，从第二次发出的心跳报文开始标示码以 1 为步进递增；心跳信息中可以包含网元负载情况。

10 步骤 A3、网管没有收到网元的任何响应，判定网元断链，更新链路状态的信息。

步骤 A4、网管重置接收码为 0，重置当前心跳周期为默认值，如 5 秒；网管对每个网元分别设置一个接收码，初值为 0，网管每次接收到一个网元发来的心跳报文后，将对应该网元的接收码加 1。

15 步骤 A5、轮询建链失败的所有网元，再次发起建链操作。这个轮询时间间隔可以设置为 5 分钟。

步骤 A6、接收到第一个网元的建立命令反馈时进入步骤 A7。

步骤 A7、网管启动心跳报文处理线程池，等待接受处理心跳报文，之后会进入心跳报文处理流程。采用线程池的多线程机制来批量处理心跳报文，能更好的避免造成对网管的冲击。

20 二、网管侧的心跳报文处理流程，包括如下步骤：

步骤 B1、网管收到心跳报文，进入步骤 B2；

25 步骤 B2、启动心跳报文线程处理该心跳报文，获得该心跳报文的操作码、标示码以及网元负载情况，根据网元负载情况和网管负载情况计算参考心跳周期 T_1 ，并缓存此次参考心跳周期 T_1 ，如果步骤 B1 中是网元首次上报的心跳报文，记录该次心跳报文的标示码作为首次上报心跳报文的标

识码，并置接收码为 0，之后每次递增 1；

步骤 B3、设定 n 为周期震荡阈值，这里可以取值 10，如果连续 n 次 T_1 之前的偏差在偏移量 m 以内， m 可以取值 2，且与当前心跳周期 T 之差在偏移量 k 之外， k 值可以取 1，则进入步骤 B4，否则令 $T'=T$ ，进入步骤
5 B5；

步骤 B4、计算心跳周期 T' ，如 $T'=T+\sqrt[3]{T^2-T_3^2}$ ，其中， T 为当前心跳周期， T' 是重新计算的当前心跳周期， T_3 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值；

10 步骤 B5、更新链路状态为链路可用；

步骤 B6、判断网络是否存在拥塞，具体判断方法是：如果当前接收到的心跳报文的标示码减去接收码再减去首次上报心跳报文的标示码得到的数值大于设定的阈值，则认为因为网络拥塞导致收到非连续编号的心跳报文即丢包率超过可容忍的限度，此时置接收码为 0，并记录当前接收到的心跳报文的标示码作为首次上报心跳报文的标识码，且设置网络拥塞标志位
15 为 True；如果当前接收到的心跳报文的标示码减去接收码再减去首次上报心跳报文的标示码得到的数值未达到设定的阈值，则保持网络拥塞标志位为 False；

步骤 B7、如果网络拥塞标志位为 True，则说明计算的心跳周期 T' 不准确，故不修改当前心跳周期 T ，设置网络拥塞标志位为 False；如果网络拥塞标志位为 True，则说明计算的心跳周期 T' 是准确的，进入步骤 B8；
20

步骤 B8、判断 T 与 T' 的值是否相同，若不同，则改变当前心跳周期，进入步骤 B9；若相同，则不动作，流程结束；

步骤 B9、重置心跳周期 T 为 T' ，并基于 SNMP 报文下发重置后的当前心跳周期 T 到网元，流程结束。
25

本发明所述心跳周期的自适应方法和装置，实现动态调整心跳报文的发送周期，避免网管或网元在网络负载过大的情况下由于心跳报文发送周期过短或者过长而导致重要业务受到影响。同时，避免心跳周期不适应网络状况时导致的带宽与系统资源浪费，以及对网管性能带来的冲击。

- 5 通过具体实施方式的说明，应当可对本发明为达成预定目的所采取的技术手段及功效得以更加深入且具体的了解，然而所附图示仅是提供参考与说明之用，并非用来对本发明加以限制。

权利要求书

1、一种心跳周期的自适应方法，其特征在于，包括：

在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期；

5 基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算；

对当前心跳周期重新计算后，当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期，具体包括：

10 在设定的时间内，对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考心跳周期，设参考心跳周期为 T_1 ，当前心跳周期为 T ，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, \text{ a、b 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

15 与网元的负载状况的数值， a' 、 b' 分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a、b、a'、b' \leq 1$ ， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ 。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算，具体包括：

20 假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期， n 个参考心跳周期互相之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件， n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件；

判断第一条件和第二条件是否同时满足，若是，则确定需要对当前心跳周期重新计算；否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述对当前心跳周期重新计算的公式如下：

$$T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta,$$

其中，T 为当前心跳周期，T' 是重新计算的当前心跳周期，T₃ 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值； α 、 β 为超调量，取值范围为 $0.8 \leq \alpha$ 、 $\beta \leq 1.2$ ， θ 为网络调整值， $0 \leq \theta \leq 1$ 。

5、根据权利要求 1 至 4 任一所述的方法，其特征在于，判断网络是否处于拥塞状态的方式，包括：

10 判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值，若是，则网络处于拥塞状态，否则网络不处于拥塞状态。

6、一种心跳周期的自适应装置，其特征在于，包括：

参考心跳周期计算模块，用于在设定的时间内，根据网络负载情况计算参考心跳周期；

15 判断模块，用于基于参考心跳周期自身的偏差情况以及参考心跳周期与当前心跳周期的偏差情况确定是否需要当前心跳周期重新计算；

当前心跳周期计算模块，用于当所述判断模块判断出需要对当前心跳周期重新计算时，重新计算当前心跳周期；

20 当前心跳周期启用模块，用于当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

7、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述参考心跳周期计算模块，具体用于：在设定的时间内，对每个心跳报文中携带的网元负载情况结合网管负载情况，计算一个参考心跳周期，设参考心跳周期为 T₁，当前心跳周期为 T，计算方法如下：

$$T_1 = \begin{cases} 0.1T, \delta < 0.1 \\ \delta T, 0.1 \leq \delta \leq 10, \text{ 其中 } \delta = \sqrt[3]{(\lambda a + b)^2 / (\lambda a' + b')^2}, \text{ a、b 分别表示当前网管} \\ 10T, \delta > 10 \end{cases}$$

与网元的负载状况的数值，a'、b'分别表示上次心跳报文接收时网管与网元的负载状况的数值， $0 \leq a、b、a'、b' \leq 1$ ， λ 为服务器权值， $1 \leq \lambda \leq 10$ 。

8、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述判断模块，具体用
5 于：

假设在设定的时间内计算出 n 个参考心跳周期，n 个参考心跳周期互相之间的偏差超过设定的第一阈值为第一条件，n 个参考心跳周期的平均值与当前心跳周期之间的偏差超过设定的第二阈值为第二条件；

判断第一条件和第二条件是否同时满足，若是，则确定需要对当前心跳周期重新计算；否则确定不需要对当前心跳周期重新计算。
10

9、根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述当前心跳周期计算模块对当前心跳周期重新计算时，采用的公式如下： $T' = T + \sqrt[3]{\alpha T^2 - \beta T_3^2} + \theta$ ，

其中，T 为当前心跳周期，T'是重新计算的当前心跳周期， T_3 为在设定的时间内最后一个计算出的参考心跳周期、或者在设定的时间内计算出的所有参考心跳周期的平均值； $\alpha、\beta$ 为超调量，取值范围为 $0.8 \leq \alpha、\beta \leq 1.2$ ， θ 为网络调整值， $0 \leq \theta \leq 1$ 。
15

10、根据权利要求 6 至 9 任一所述的装置，其特征在于，所述当前心跳周期启用模块，具体包括：

拥塞状态判断子模块，用于判断心跳报文的丢包率是否大于设定的第三阈值，若是，则网络处于拥塞状态，否则网络不处于拥塞状态；
20

心跳周期启用子模块，用于当网络不处于拥塞状态时，启用重新计算的当前心跳周期。

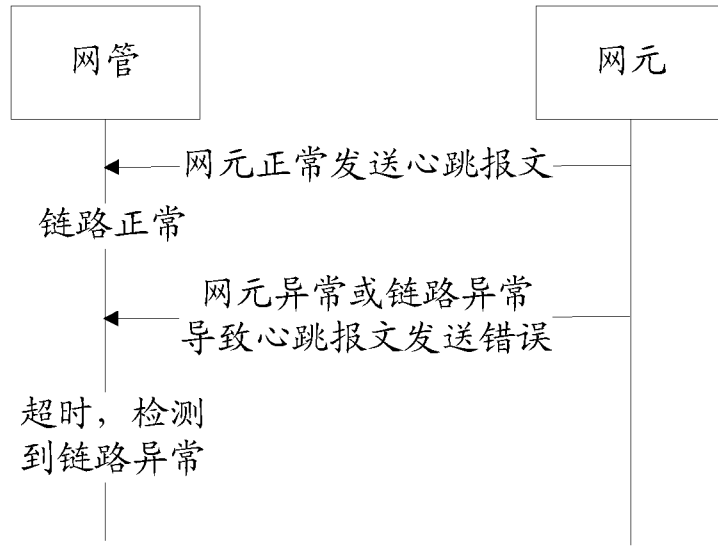


图 1

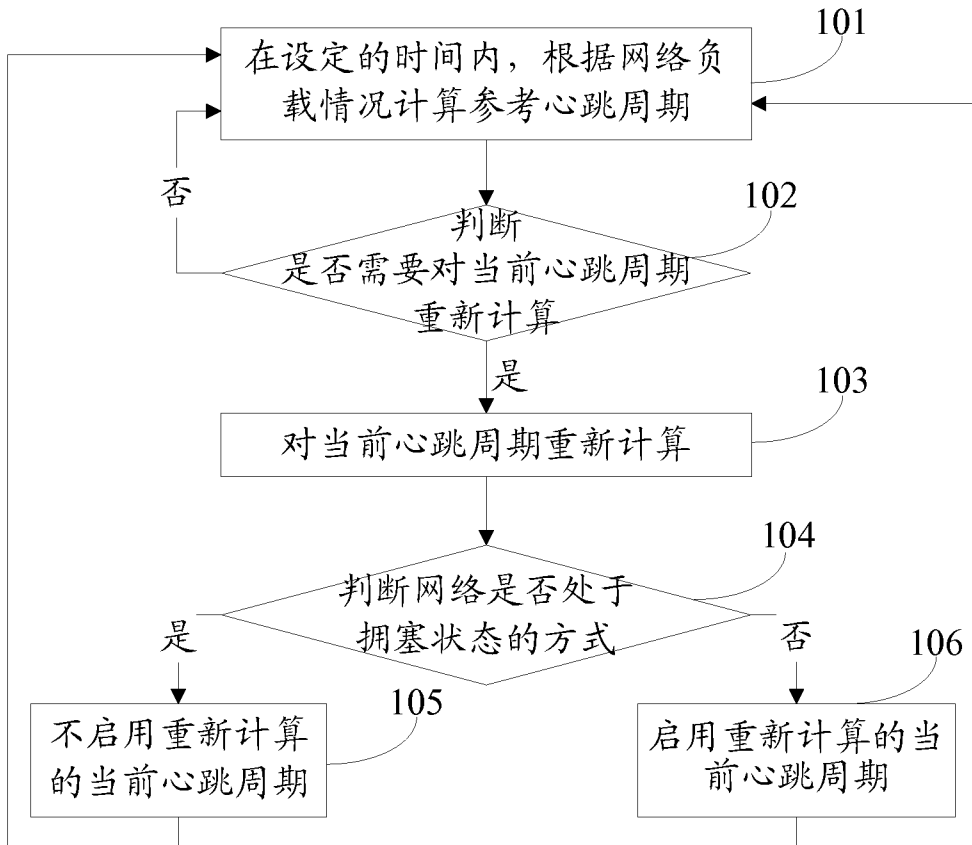


图 2

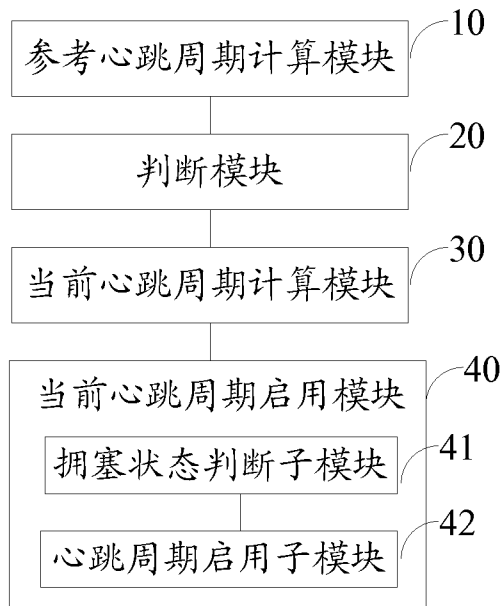


图 3

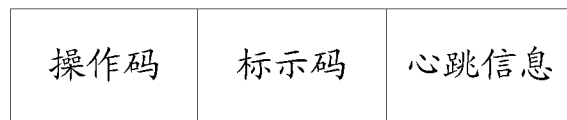


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/074199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04L, H04Q, H04W, G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRSABS, CNKI: heartbeat cycle calculate adjust self-adaption interval judge determine whether

DWPI: heartbeat period cycle interval heart beat calculat+ adjust+ chang+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1661968 A (LENOVO (BEIJING) CO., LTD.), 31 August 2005 (31.08.2005), description, page 5	1-10
A	US 2008165796 A1 (INT BUSINESS MACHINES CORP.), 10 July 2008 (10.07.2008), the whole document	1-10
A	CAI, Jingping et al.: An Adaptable Failure Detection Method for High Reliable Distributed Computing Systems, TRANSACTIONS OF BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY, January 2006, vol. 26, no. 1, pages 49-52	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">12 July 2012 (12.07.2012)</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">26 July 2012 (26.07.2012)</p>
<p>Name and mailing address of the ISA/CN:</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">WANG, Zhiwei</p> <p>Telephone No.: (86-10) 62411285</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/074199

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1661968 A	31.08.2005	CN 100367714 C	06.02.2008
US 2008165796 A1	10.07.2008	None	

A. 主题的分类		
H04L12/24 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: H04L, H04Q, H04W, G06F		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
CPRSABS, CNKI: 心跳 周期 计算 调整 自适应 间隔 判断 确定 是否 DWPI: heartbeat period cycle interval heart beat calculat+ adjust+ chang+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN1661968 A (联想(北京)有限公司) 31.8月2005(31.08.2005)说明书第5页	1-10
A	US2008165796 A1 (INT BUSINESS MACHINES CORP.) 10.7月2008(10.07.2008)全文	1-10
A	蔡京平等: 一种高可靠分布计算系统的适应性故障侦测方法, 北京理工大学学报, 2006年1月, 第26卷, 第1期, 第49-52页	1-10
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
国际检索实际完成的日期 12.7月2012(12.07.2012)		国际检索报告邮寄日期 26.7月2012(26.07.2012)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号100088 传真号: (86-10)62019451		授权官员 王志伟 电话号码: (86-10) 62411285

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/074199

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1661968 A	31.08.2005	CN100367714C	06.02.2008
US2008165796 A1	10.07.2008	无	