

(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  
2017年1月5日 (05.01.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/000536 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H04L 12/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/070063
- (22) 国际申请日: 2016年1月4日 (04.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201510369358.6 2015年6月29日 (29.06.2015) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 伍湘平 (WU, Xiangping); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

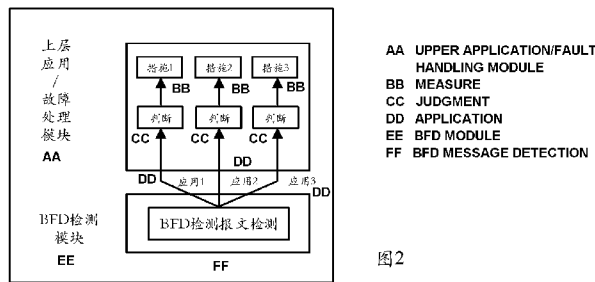
— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: BFD METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种 BFD 检测方法与装置



(57) Abstract: Embodiments of the present invention provide a BFD method, apparatus and system. When a first virtual machine receives a BFD message of a second virtual machine, a predictive time length and a predetermined number of sample time intervals are acquired; a characteristic value is obtained according to the predictive time length and the predetermined number of sample time intervals, the characteristic value being used for representing the possibility of fault occurrence of applications in the second virtual machine; and the characteristic value is compared with a pre-set fault criterion of an application which is running in the second virtual machine, and it is judged, according to a comparison result, whether there is a fault in the application. The present invention determines and handles a fault by comparing a characteristic value with pre-set fault criteria of different applications, such that BFD can meet requirements of different types of applications/services, and a unified fault criterion is no longer adopted for all applications/services, thus reducing fault misjudgment caused thereby.

(57) 摘要: 本发明实施例提供了一种 BFD 检测方法、装置与系统。第一虚拟机接收第二虚拟机的 BFD 检测报文时, 获取预测时长和预定数量个样本时间间隔; 根据预测时长以及预定数量个样本时间间隔得到特征值; 特征值用来表示第二虚拟机中应用出现故障的可能性; 针对第二虚拟机中正在运行的一个应用, 将特征值与该应用的预设故障判定标准进行对照, 并根据对照结果判定该应用是否发生故障。本发明通过将特征值与不同应用的预设故障判定标准进行比较, 进而进行故障判定和处理, 以使得 BFD 检测能够适应不同类型应用/业务的要求, 而不再对所有的应用/业务采用统一的故障判定标准, 减少由此带来的故障误判。

WO 2017/000536 A1

## 说明书

### 一种BFD检测方法装置

#### 技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种BFD检测方法装置。

#### 背景技术

在当前的虚拟化云环境中，故障检测通常采用虚拟机（可以等同于一个通信节点）间的心跳机制，这种心跳机制的基本原理下：以节点q监测节点p为例，节点p以固定的时间间隔 $\Delta_i$ 发送心跳报文给节点q，节点q则以固定的时间间隔 $\Delta_t$ 接收心跳报文，如果在规定的时间内（如三个 $\Delta_i$ ）没有接收到节点p发来的心跳报文，则判定节点p发生了故障；例如连续丢几个包，即若干个时间间隔节点q没有收到节点p的响应，则认为节点p故障。

这种心跳检测的时间通常都在秒级甚至分钟级，无法满足对实时性要求较高的电信业务的可靠性要求。尤其当数据速率到吉比特时，故障反馈时间长代表着大量数据的丢失。相邻节点间快速监测通信故障的需求日益增多，而且也显得越来越重要。于是就产生了一种在双向路由引擎之间建立一条路径的快速检测方法—双向转发检测机制BFD（Bidirectional Forwarding Detection）。BFD通过与上层路由协议联动，可以实现路由的快速收敛，可以实现链路的快速检测，提供毫秒级的检测。

BFD检测重点在于确定BFD的检测时间，在BFD的检测时间主要取决于下面三个参数：本端节点想要采用的最短 BFD检测报文发送周期DMTI（Desired Min Tx Interval）；本端节点能够支持的最短BFD检测报文接收周期RMRI（Required Min Rx Interval）；检测时间的倍数Detect Mult（Detect time multiplier）。首先，一个节点B接收到对端节点A发来的BFD检测报文后，将该检测报文携带的A端节点的RMRI 与B端本地的DMTI进行比较，取二者中的较大值作为B端节点发送BFD检测报文的速率。

BFD包含异步模式和查询模式，两种检测方式不同，因此检测时间也不同，一般通过使用不同的Detect Multi值来实现。

异步模式的检测时间 = 接收到的远端Detect Multi \* max (本地的RMRI, 接收到的DMTI) ;

查询模式的检测时间 = 本地的Detect Multi \* max (本地的RMRI, 接收到的DMTI) ;

DMTI、RMRI、Detect Multi在各个节点都是可以独立配置的，然而，DMTI、RMRI、Detect一旦配置完毕后，一个节点就会以固定的时间间隔接收另一个节点的BFD检测报文，如果在规定的时间内没有收到对方的检测报文则判定对方的应用/业务出现故障。

这在实际应用中存在一个问题，采用统一的固定检测时间间隔，无法针对不同应用类型的电信业务要求做出较为准确的故障判定。对所有应用采用单一的判定方式，使得不同应用的故障判定结果有失偏颇。例如，不同的应用对中断时间和检测速度的要求不同，如语音数据流要求中断时间不能超过200ms、信令要求不能超过500ms，但数据业务的实时性要求没有语音那么高，但统一设定一个检测时间间隔如300ms，将无法适用于不同的应用类型；并且可能引起相应的误判。如允许中断时间为200ms的语音应用，可能出现了故障，中断时间为250ms，却因为小于BFD的检测时间间隔300ms而没有被报错；再如允许中断时间为500ms的信令应用，可能还没有出现故障，中断时间为400ms，却因为大于BFD的检测时间间隔300ms而被误认为发生了故障。

## 发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供了一种BFD检测方法、装置和系统。

根据本发明实施例的第一方面，提供了一种双向转发检测机制BFD检测方法，该方法应用于第一虚拟机接收BFD检测报文的进程中， BFD检测报文来自第二

虚拟机，该方法包括：获取预测时长和预定数量个样本时间间隔；其中，上述预测时长为当前时刻距离上述第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔，上述样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔；根据上述预测时长以及上述预定数量个样本时间间隔得到特征值；其中，上述特征值用来表示第二虚拟机中应用出现故障的可能性；针对上述第二虚拟机中正在运行的一个应用，将上述特征值与上述一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定上述一个应用是否发生故障。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，上述根据上述预测时长以及上述预定数量个样本时间间隔得到特征值包括：根据上述预定数量个样本时间间隔得到上述样本时间间隔的均值和方差；根据上述样本时间间隔的均值和方差得到分布函数；将上述预测时长代入上述分布函数计算函数值；根据上述函数值得到上述特征值。

结合第一方面，或者结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，上述根据上述函数值得到特征值包括：对上述函数值取负对数，得到上述特征值。

结合第一方面，或者结合第一方面的上述任何一种可能的实现方式，在第一方面的第三种可能的实现方式中，上述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和一个故障取值区间；上述将上述特征值与上述一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定上述一个应用是否发生故障包括：判断上述特征值落在上述非故障取值区间和上述故障取值区间中的哪一个；若对照结果为上述特征值落在上述故障取值区间，判定上述一个应用发生故障；若对照结果为上述特征值落在上述非故障取值区间，判定上述一个应用未发生故障。

结合第一方面，或者结合第一方面的上述任何一种可能的实现方式，在第一

方面的第四种可能的实现方式中,在判定上述一个应用发生故障之后,上述方法还包括:对上述一个应用执行故障处理。

结合第一方面,或者结合第一方面的上述任何一种可能的实现方式,在第一方面的第五种可能的实现方式中,上述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和至少两个故障取值区间,每一个故障取值区间对应着一个不同的故障等级;上述将上述特征值与上述一个应用的预设故障判定标准进行对照,并根据对照结果判定上述一个应用是否发生故障包括:判断上述特征值落在上述非故障取值区间和上述至少两个故障取值区间中的哪一个;若对照结果为上述特征值落在一个故障取值区间,判定上述一个应用发生的故障等级为上述一个故障取值区间对应的故障等级;其中,上述一个故障取值区间为上述至少两个故障取值区间中的一个;若对照结果为上述特征值落在上述非故障取值区间,判定上述一个应用未发生故障。

结合第一方面,或者结合第一方面的上述任何一种可能的实现方式,在第一方面的第六种可能的实现方式中,每一个故障取值区间对应着一个不同的故障处理方式;在判定上述一个应用发生的故障等级为上述一个故障取值区间对应的故障等级之后,上述方法还包括:对上述一个应用执行上述一个故障取值区间对应的故障处理。

结合第一方面,或者结合第一方面的上述任何一种可能的实现方式,在第一方面的第七种可能的实现方式中,上述预定数量为M,上述M个样本时间间隔为从连续的M+1个BFD检测报文中获取到的,其中M为大于20的整数。

根据本发明实施例的第二方面,提供了一种双向转发检测机制BFD检测装置,该装置应用于第一虚拟机接收BFD检测报文的过程中,这些BFD检测报文来自第二虚拟机;该装置包括:获取模块,用于获取预测时长和预定数量个样本时间间

隔；其中，上述预测时长为当前时刻距离上述第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔，上述样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔；计算模块，用于根据上述获取模块获取的预测时长以及上述预定数量个样本时间间隔得到特征值；其中，上述特征值用来表示第二虚拟机中正在运行的应用出现故障的可能性；对照模块，用于针对上述第二虚拟机中正在运行的一个应用，将上述计算模块得到的特征值与上述一个应用的预设故障判定标准进行对照；判定模块，用于根据上述对照模块的对照结果判定上述一个应用是否发生故障。

结合第二方面，在第二方面的第一种可能的实现方式中，上述计算模块包括：第一计算单元，用于根据上述获取模块获取到的预定数量个样本时间间隔得到上述样本时间间隔的均值和方差；第二计算单元，用于根据上述第一计算单元得到的样本时间间隔的均值和方差得到分布函数；第三计算单元，用于将上述获取模块获取到的预测时长代入上述第二计算单元得到的分布函数计算函数值；第四计算单元，用于根据上述第三计算单元得到的函数值得到上述特征值。

结合第二方面，或者结合第二方面的第一种可能的实现方式，在第二方面的第二种可能的实现方式中，上述第四计算单元具体用于：对上述第三计算单元得到的函数值取负对数，得到上述特征值。

结合第二方面，或者结合第二方面的上述任何一种可能的实现方式，在第二方面的第三种可能的实现方式中，上述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和一个故障取值区间；上述对照模块具体用于判断上述计算模块得到的特征值落在上述非故障取值区间和上述故障取值区间中的哪一个；若上述对照模块的对照结果为上述特征值落在上述故障取值区间，上述判定模块判定上述一个应用发生故障；若上述对照模块的对照结果为上述特征值落在上述非故障取值区间，上述判定模块判定上述一个应用未发生故障。

结合第二方面，或者结合第二方面的上述任何一种可能的实现方式，在第二方面的第四种可能的实现方式中，上述装置还包括故障处理模块，上述故障处理模块用于在上述判定模块判定上述一个应用发生故障之后，对上述一个应用执行故障处理。

结合第二方面，或者结合第二方面的上述任何一种可能的实现方式，在第二方面的第五种可能的实现方式中，上述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和至少两个故障取值区间，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障等级；上述对照模块具体用于判断上述计算模块得到的特征值落在上述非故障取值区间和上述至少两个故障取值区间中的哪一个；若上述对照模块的对照结果为上述特征值落在一个故障取值区间，上述判定模块判定上述一个应用发生的故障等级为上述一个故障取值区间对应的故障等级；其中，上述一个故障取值区间为上述至少两个故障取值区间中的一个；若上述对照模块的对照结果为上述特征值落在上述非故障取值区间，上述判定模块判定上述一个应用未发生故障。

结合第二方面，或者结合第二方面的上述任何一种可能的实现方式，在第二方面的第六种可能的实现方式中，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障处理方式；上述装置还包括故障处理模块，上述故障处理模块用于在上述判定模块判定上述一个应用发生的故障等级为上述一个故障取值区间对应的故障等级之后，对上述一个应用执行上述一个故障取值区间对应的故障处理。

结合第二方面，或者结合第二方面的上述任何一种可能的实现方式，在第二方面的第七种可能的实现方式中，上述预定数量为M，上述M个样本时间间隔为从连续的M+1个BFD检测报文中获取到的，其中M为大于20的整数。

根据本发明实施例的第三方面，提供了一种双向转发检测机制BFD检测系统，该系统包括上述第一虚拟机、上述第二虚拟机以及上述任意一种BFD检测装置。

根据本发明实施例提供的技术方案，在虚拟化环境中引入BFD检测机制以实

现故障的快速检测,满足电信高实时性业务对可靠性的要求。获取预定数量个相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔;并根据上述时间间隔通过统计计算得到特征值,通过与不同应用的故障判定值进行比较,进而进行相应的故障判定和处理,以使得BFD检测的判定故障标准能够适应不同应用的要求,使每一种应用的故障判断更为精准,相比于传统BFD检测中的统一判别方式,大大减少了故障的误判。

## 附图说明

图1为现有技术中一种BFD检测架构示意图;

图2为本发明实施例中一种BFD检测架构示意图;

图3为本发明实施例中一种BFD检测的方法流程图;

图4为本发明实施例中一种连续报文的时间间隔示意图;

图5为本发明实施例中一种BFD检测方法中需要构造的分布函数图;

图6为本发明实施例中一种BFD判断应用是否出现故障的方法示意图;

图7为本发明实施例中一种BFD检测装置的示意图;

图8为本发明实施例中一种BFD检测装置中计算模块组成结构的示意图;

图9为本发明实施例中一种BFD检测设备结构示意图。

## 具体实施方式

本发明实施例提供了一种BFD检测方法、装置与系统。

下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分优选实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围;值得注意的是,由于词汇的使用习惯,在一些语境中,“BFD”与“BFD检测”表达的意思相同;

“BFD检测报文”有时可简称为“检测报文”或者“报文”;“应用”可以等价于通信“业务”。

在传统BFD的检测模块中，故障检测和故障判定两个功能是结合在一起的。比如BFD检测过程中在连续丢失3个BFD报文（可以表现为3个报文周期时间内没有收到报文）的情况下，就会判断与对方节点的通信连接发生中断，从而触发相应应用/业务的故障处理。请参阅图1，图1为现有技术中一种BFD检测架构示意图。传统的BFD检测模块只会输出一个确定的检测结果，即故障与否的布尔结果，然后将布尔结果告知给故障管理模块，由故障管理模块进行后续的故障处理。传统的BFD检测机制是不区分应用之间的差别的，无论什么类型的应用，都是统一设置一个检测时间作为检测标准，因此BFD检测仅通过单一的检测时间对对方节点中正在运行的各个应用进行故障判断，可能会对一些应用进行误判，这将无法适用于不同的应用类型。

为了解决上述技术问题，我们的方案中，将传统BFD检测模块中的故障检测和故障判定进行“功能分离”，进而对不同类型的应用采用不同的可靠性检测标准。即BFD不再提供是否故障的布尔结果，而是只负责对报文进行检测，并将检测结果上报给上层应用或专门的故障管理模块，由上层应用或专门的故障管理模块根据检测结果以及不同应用各自的故障标准做出故障与否的判断（下文中仅以故障管理模块进行举例，对于上层应用等基于相同原理对故障管理模块的进行的替换，都应属于本发明的保护范围内）。

请参阅图2，图2为本发明实施例中一种BFD检测架构示意图。BFD检测模块进行检测报文的检测，从报文中携带的信息中读取报文的到达时间或者直接记录报文的到达时间（报文的到达时间的就是对方节点的检测报文到达本端节点的时刻）；进而得到不同报文之间的到达时间间隔，并对若干个时间间隔进行一系列的数学运算得到一个和报文到达时间间隔有关的一个特征值 $\psi$ ；与此同时，BFD检测架构中还含有故障管理模块，各个应用根据各自的故障判定需求预先确定一个阈值（ $\Phi$ ）作为是否故障的判断标准，将其预先存储于故障管理模块中；如此一来，BFD检测模块对检测报文时间间隔进行处理得到特征值 $\psi$ ，上报给故障管理模块。故障管理模块会将这个 $\psi$ 值与各个应用预先存储的 $\Phi$ 值进行比较，根据比较结果判定对方节点中各个正在运行的应用是否出现故障，进而根据判定结果

对出现故障的应用采取故障管理措施。

请参阅图3，图3为本发明实施例中一种BFD检测的方法流程图。在具体实现过程中，第一虚拟机和第二虚拟机泛指虚拟化云环境中正在彼此通信的两台虚拟机，通常来讲两个虚拟机之间都会进行双向通信，第一虚拟机接收第二虚拟机BFD检测报文的同时，第二虚拟机也可以接收并检测第一虚拟机的BFD检测报文，因此每个虚拟机中的BFD检测机制都是类似的；第一虚拟机接收到第二虚拟机的BFD检测报文，也可以等价表述为第二虚拟机的BFD检测报文到达第一虚拟机。具体方法如下示例。

步骤101：第一虚拟机接收第二虚拟机的BFD检测报文时，双向转发检测机制BFD检测模块获取预测时长和预定数量个样本时间间隔；其中，预测时长为当前时刻距离第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔，样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔。

由于本发明中BFD检测机制更关心的是两个检测报文的时间间隔与报文接收成功的概率关系，所以该方法中获取的是相邻检测报文的到达时间间隔，尤其是连续的检测报文的到达时间间隔；例如有连续先后发来的100个检测报文，编号为从1至100，那么统计的是第1个和第2个、第2个和第3个、第3个和第4个……第99个和第100个检测报文之间的到达时间间隔，共99个。更为通用的情形请见图4，图4为本发明实施例中一种连续检测报文的时间间隔示意图，随着时间的先后，报文1、报文2……报文N为第一虚拟机接收到的源于第二虚拟机的一系列连续报文，该方法需要获取的报文到达时间间隔样本数据为  $(t_2-t_1)$ 、 $(t_3-t_2)$  ……  $(t_N-t_{N-1})$ ； $t_n$ 表示第n个报文的到达时间，n可以取遍任意正整数；其中 $t_N$ 一般为当前时刻之前接收的最新的的一个报文，即最近一次接收到的报文。

在具体实现的过程中，可能获取到的每一个样本时间间隔都会被用到，也可能不是每一个样本时间间隔都会被用到，比如选取其中的M个样本时间间隔进行统计计算，M的具体取值通常以样本统计方法的需求为准，有时也和报文能够在虚拟机中存储的数量有关，有时也和报文的时效性有关；其中M为正整数，为了

满足样本统计的经验需求，M一般大于20。

步骤102：BFD检测模块根据预测时长以及预定数量个样本时间间隔得到特征值；其中，该特征值用来表示第二虚拟机中应用出现故障的可能性。

在具体实现过程中，BFD检测模块可以采用数学统计方法对步骤101中得到的M个报文到达时间间隔进行统计计算，得到特征值，这个特征值可以描述第一虚拟机在成功接收到第二虚拟机发送的上一个BFD检测报文的基础上，在预测时长后能成功接收到第二虚拟机发送的下一个BFD检测报文的可能性。关于特征值后文会详细介绍。可见本方案与传统BFD检测单纯地输出检测时间是有区别的。

步骤103：针对第二虚拟机中正在运行的一个应用，将特征值与这一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定这一个应用是否发生故障。

本发明中步骤101-102所基于的原理是：当第一虚拟机发现一个检测报文丢失时，这时可能存在两种可能性，一是由于网络等原因导致检测报文晚到；二是第二虚拟机的应用真的发生了故障。所以此时就需要做一个判断，究竟是报文晚到还是第二虚拟机中的应用发生故障；而判定的依据就是基于对以往检测报文的到达时间间隔统计，根据当前时刻距离最近一次接收到报文的时间间隔来预测成功接收下一个报文的可能性。所以要实现这个功能，首先需要以往成功接收到的检测报文的到达时间间隔做一个统计。

在具体实现过程中，当检测报文到达第一虚拟机时，BFD检测模块会获取或记录每个检测报文的到达时间，并将到达时间存储到一个存储队列中。为了保证时间间隔的时效性，通常将到达时间存放在一个固定长度的存储队列中，存储方式采用堆栈方式，例如存储队列的固定长度为100个到达时间，当存储第101个到达时间时，将原本存储的第1个到达时间值溢出，保证这个存储队列一直是100个值。两个相邻检测报文的到达时间间隔因节点处理能力、网络传输能力等因素而不同，通常认为这种时间间隔的波动服从高斯分布；例如当网络中通信模块处于正常工作时，两个相邻的检测报文的到达第一虚拟机的时间间隔为1s，而由于网络中各个通信模块的性能波动，会带来检测报文到达时间间隔的波动，使得相

邻的检测报文的到达第一虚拟机的时间间隔在1s上下浮动，整体的报文到达时间间隔会呈现一个高斯分布。

在具体实现的过程中，可以根据检测报文到达时间间隔的高斯分布特性，相应地建立一个高斯分布函数进行统计。如图5所示，图5为本发明实施例中一种BFD检测方法中构造的分布函数，横坐标x表示预测时长，当前时刻由于下一个检测报文的不确定到达，使得x成为一个变量；G(x)表示当前时刻后能够成功接收下一个检测报文的概率，f(x)表示概率密度。从图中不难推断出，预测时长越短，能够成功接收下一个报文的概率越大，预测时长越长，接收到下一个报文的概率也就越来越小。分布函数f(x)由预定数量个样本时间间隔决定，即固定长度队列中的检测报文到达时间来确定，仍以固定长度队列为100个到达时间为例，由于f(x)需要统计的是相邻报文的到达时间间隔对报文接收成功概率的影响，因此100个连续检测报文的到达时间会产生99个样本时间间隔 $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ 、...、 $\Delta t_{99}$ ，此处的样本时间间隔指的是相邻的两个检测报文的到达时间间隔；对这99个样本时间间隔进行统计，计算出这99个样本时间间隔的均值 $\mu$ 和方差 $\sigma$ ，再由均值 $\mu$ 和方差 $\sigma$ 确定出分布函数，通用的公式如下：

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta t(j)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [\Delta t(j) - \mu]^2}$$

其中n代表样本时间间隔的个数， $\Delta t(j)$ 为时间间隔，j为整数，且 $j \in [1, n]$ ， $\mu$ 表示均值， $\sigma$ 表示方差。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

可见，每接收到新的检测报文，存储队列中的检测报文时间间隔就会有变化，虽然新的时间间隔不会对这个样本整体有很大的影响，但99个样本时间间隔统计出来的均值 $\mu$ 和方差 $\sigma$ 和分布函数f(x)都是实时更新的，这就能够保证对新的报文的检测和预测能够更接近目前网络通信的最新状况，从而保证一定的时效性和准确性。

进而我们可以得到，当前时刻第一虚拟机应该正常接收到报文的概率为：

$$F(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

当前时刻第一虚拟机还没有接收到报文的概率，即在当前时刻之后能够接收到报文的概率：

$$G(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{+\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

现在本方案关心的是：在 $t_{last}$ 时最新的一个检测报文成功到达，而当前时刻 $t_{now}$ 没有收到报文，则在当前时刻 $t_{now}$ 之后才收到报文的概率即为： $G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})$ ，其中 $\mu_{last}$ ， $\sigma_{last}$ 分别表示最新检测报文存储到固定长度的队列中时，对当前队列中的所有相邻检测报文的到达时间间隔进行统计得到的， $t_{now}-t_{last}$ 为最新的预测时长。

作为可选的， $G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})$ 可以作为特征值，相应地每一种应用也都设置各自对应的故障判定概率即可，例如对于第二虚拟机中正在运行的A应用来说，故障判定概率为0.2，这个故障判定概率预先存储于BFD检测模块中；如果 $G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})$ 小于0.2，则认为 $t_{now}$ 之后收到下一个检测报文的概率非常小，认为A应用发生故障；如果 $G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})$ 大于0.2，则认为 $t_{now}$ 之后还有很大的可能收到下一个报文，认为A应用还未发生故障。

作为另一种可选的， $G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})$ 表达的是概率，因此是一个小数，而且有时可能是一个较小的小数，对这样的小数直接进行比较可能会带来一定的误差和不确定性，因此为表达方便可以取其对数 $\log[G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})]$ ，又因为 $0 < G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last}) < 1$ ，故 $\log[G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})] < 0$ ，因此定义 $\psi = -\log[G(t_{now}-t_{last}; \mu_{last}, \sigma_{last})]$ ，这个 $\psi$ 就是步骤102提到的特征值；并且不难看出，随着报文的不断更新，特征值也在不断地更新。

值得注意的是，本发明中对样本时间间隔进行的统计和计算并不局限于上文所提到的数学方法，与高斯概率统计相关的类似、或衍生的统计数学模型都可以进行相应地统计计算，由于这些都是数学领域中公知的统计方法，因此本发明实施例中不进行一一的详细列举；包括后续对于概率值的变形处理，都是可以通过

基本的数学运算来实现的,因此通过任意常规的数学运算来对样本时间间隔进行统计处理最终得到特征值都应属于本发明的保护范围内。

步骤103在具体实现过程中,故障管理模块将 $\psi$ 值与第二虚拟机中正在运行的应用预先设定的故障判定标准进行对照,从而做出应用是否故障的判断。判断过程如图6所示,图6为本发明实施例中一种BFD判断应用是否出现故障的方法示意图。由于应用种类众多,各个应用的功能和可靠性的指标要求不同,因此在判断是否发生故障的时候也就有多样性。常见的有以下两种情况(以下提到的B应用和C应用均为第二虚拟机中正在运行的某一应用,并非特指具体哪一应用;B应用和C应用的故障判定值预先存储于BFD检测模块中)。

情形1:若B应用的故障判定值为单一阈值 $\Phi_1$ 时,则B应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间 $(0, \Phi_1)$ 和一个故障取值区间 $[\Phi_1, +\infty)$ ;故障管理模块判断特征值 $\psi$ 落在哪个取值区间中。若对照结果为特征值落在 $[\Phi_1, +\infty)$ 中,则故障管理模块判定B应用发生故障,若对照结果为特征值落在 $(0, \Phi_1)$ 中,故障管理模块判定B应用没有发生故障或不做响应。

相应地,如果判断B应用发生了故障,故障管理模块还将执行B应用对应的故障处理措施,使得B应用能够正常运行;如果B应用没有发生故障或者故障经过故障处理后恢复正常时,则故障管理模块不会执行故障处理或不做任何响应。

情形2:若C应用的故障判定值为至少两个阈值区间时,此时C应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和至少两个故障取值区间,每一个故障取值区间对应着一个不同的故障等级,每一个故障等级对应一种不同的故障处理措施,并且故障取值区间与故障等级一一对应,故障等级与故障处理措施一一对应;不同的阈值区间对应不同的故障等级,即对应着不同的故障严重程度;故障管理模块将特征值 $\psi$ 与非故障取值区间和至少两个故障取值区间进行对照,确定特征值所在的取值区间,进而判定C应用发生的故障等级。如图5所示,当 $\psi \in (0, \Phi_1]$ 时,故障管理模块判定C应用无故障或不做响应;当 $\psi \in (\Phi_1, \Phi_2]$ 时,故障管理模块判定C应用处于故障等级1;当 $\psi \in (\Phi_2, \Phi_3]$ 时,故障管理模块判定C应用处于故障等级2;当 $\psi \in (\Phi_3, +\infty)$ 时,故障管理模块判定C应用处于故障等级3;

其中故障等级1、故障等级2、故障等级3的故障严重程度依次递增。

相应地，如果故障管理模块判断C应用发生了故障，故障管理模块还会根据C应用发生的故障等级，执行对应的故障处理措施，使得C应用能够正常运行；如果C应用没有发生故障或者故障经过故障处理后恢复正常时，则故障管理模块不会执行故障处理。

作为补充说明，有些应用之所以会有不同的故障等级和相应的故障处理方式，主要源于故障处理时需要调用软硬件资源的多少。例如C应用处于低一级故障处理时所需要调用的软硬件资源要比处于高一级故障处理时所需要调用的软硬件资源更少、更简单，总体成本也相应更低；因此当C应用出现故障等级1时，对应采取故障等级1所对应的故障处理方式，调用相应的软硬件资源即可完成故障的修复；因此这种对应等级的故障处理方式更符合资源的合理利用。

在具体实现过程中，不同应用的故障判定值 $\Phi$ 是根据该应用对可靠性和实时性的要求，通过大量的经验尝试得到的。比如对实时性、可靠性要求高的应用，就需要更加快速的故障检测和恢复，然而检测时间加快了，误报率就会相应提高，所以要获得一个快速的检测时间以及合理的误报率，就需要确定一个适当的阈值 $\Phi$ 。例如应用开发人员可以基于大量的阈值 $\Phi$ 与检测时间和误报率的测试统计结果，在误报率能够被所接收的范围内，确定出一个合适的阈值。这也说明了本方案的优势：在保证BFD快速检测能力的同时，可以将误报率控制在一个可接受的水平。此外， $\Phi$ 的确定还与步骤102中得到特征值的算法有关；如果特征值为概率，那么 $\Phi$ 表达的应该也是预先选取的概率值；如果特征值对概率取对数，那么 $\Phi$ 也是对预先选取的概率值取对数；如果特征值对概率取负对数，那么 $\Phi$ 也是对预先选取的概率值取负对数。总之，归根结底，本发明中需要得到的是下一个报文即将到达的概率 $G(x)$ ， $\Phi$ 的原始数值为应用开发人员根据以往的大量经验评测得到的一个经验允许概率 $G(x_0)$ ；其中 $G(x)$ 采用什么样的运算方法最终获得特征值，那么对 $G(x_0)$ 采用同样的运算方法得到相应的 $\Phi$ 。

本发明技术方案与传统的BFD检测机制不同，引入了对相邻检测报文的到达时间间隔的统计分析，使BFD检测不再基于单一的检测时间简单地输出各应用是

否故障的信息,而是首先基于相邻报文到达时间间隔进行数学统计处理计算出一个特征值,通过将该特征值与不同应用各自预先设置的故障判定值进行比较,进而有针对性地判定各个应用的故障情况,以使得BFD检测能够适应不同应用的要求,而不再进行统一判别,减少由此带来的故障误判。

第一虚拟机和第二虚拟机泛指虚拟化云环境中正在彼此通信的两台虚拟机,通常来讲两个虚拟机之间都会进行双向通信,第一虚拟机可以接收第二虚拟机报文,第二虚拟机也可以接收第一虚拟机的报文,因此对于每个虚拟机,BFD检测机制都是类似的。请参阅图7,图7为本发明实施例中一种BFD检测装置的示意图。本实施例中该装置应用于第一虚拟机接收BFD检测报文的过程中,所述BFD检测报文来自第二虚拟机;该装置即可以位于第一虚拟机中,也可以是在虚拟机外部作为监管第一、第二虚拟机通信状况的上层功能装置,该装置200包括:

获取模块201,用于获取预测时长和预定数量个样本时间间隔;其中,预测时长为当前时刻距离第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔,样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔。

获取模块201用来获取相邻报文的间隔时间,尤其是连续的报文的相隔时间: $(t_2-t_1)$ 、 $(t_3-t_2)$ …… $(t_N-t_{N-1})$ ,其中 $t_m$ 表示第 $m$ 个报文的到达时间, $m$ 可以表示任意正整数。所谓的预定数量通常由报文能够在虚拟机中存储的数量或数学统计的样本需求来决定;如获取模块获取到 $(t_M-t_{M-1})$ 、 $(t_{M+1}-t_M)$ …… $(t_N-t_{N-1})$ ;其中, $M$ 小于 $N$ , $N-M$ 为预定数量且一般大于20;第 $N$ 个报文为第一虚拟机在当前时刻之前收到的最后一个报文。

计算模块202,用于根据获取模块201获取的预测时长以及预定数量个样本时间间隔得到特征值;其中,特征值用来表示第二虚拟机中正在运行的应用出现故障的可能性。

作为可选的,计算模块202可以包括第一计算单元2021,第二计算单元2022,第三计算单元2023,请参阅图8,图8为本发明实施例中一种BFD检测装置中计算模块组成结构的示意图。

根据预定的计算规则,第一计算单元2021用于对上述N-M个样本时间间隔样本进行统计,计算出这N-M个样本时间间隔的均值 $\mu$ 和方差 $\sigma$ ,第二计算单元2022再根据均值 $\mu$ 和方差 $\sigma$ 确定出概率密度分布函数 $f(x)$ ,通用的公式如下:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta t(j)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [\Delta t(j) - \mu]^2}$$

其中 $n$ 代表预定数量,即N-M, $\Delta t(j)$ 为样本时间间隔, $j$ 为整数,且 $j \in [1, n]$ 。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

其中 $x$ 为预测时长,接下来由第三计算单元2023得到当前时刻还没有接收到报文的概率为:

$$G(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{+\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

$G(x; \mu, \sigma)$ 表达了样本时间间隔的长短与第一虚拟机能够成功收到BFD检测报文的概率关系,由于检测报文的丢失体现了应用的故障,因此 $G(x; \mu, \sigma)$ 也表达了样本时间间隔的长短应用发生故障的可能性。若当前时刻 $t_{\text{now}}$ 没有收到报文,第一虚拟机在 $t_{\text{now}}$ 之前最近一次接收到检测报文的时刻记为 $t_{\text{last}}$ ,而则在刻 $t_{\text{now}}$ 之后收到报文的概率为: $G(t_{\text{now}}-t_{\text{last}}; \mu_{\text{last}}, \sigma_{\text{last}})$ , $t_{\text{now}}-t_{\text{last}}$ 为最新的预测时长。

可选的,由于概率是一个小数,而且可能是一个较小的小数,因此为表达方便,计算模块202还可以包括第四计算单元2024,对第三计算单元2023得到的函数值取负对数,定义 $\psi = -\log[G(t_{\text{now}}-t_{\text{last}}; \mu_{\text{last}}, \sigma_{\text{last}})]$ ,这个 $\psi$ 就是特征值。

可选的,计算模块202也可以包含若干个计算单元,这些若干个计算单元能够依据预设算法,通过完成一系列常规的数学运算手段得到一个后续可以方便使用的特征值。

对照模块203,用于针对第二虚拟机中正在运行的一个应用,将计算模块202得到的特征值与所述一个应用的预设故障判定标准进行对照。其中,第二虚拟机中每一种应用的预设故障判定标准都预先存储于对照模块中。

判定模块204,用于根据对照模块203的对照结果判定所述一个应用是否发生故障。

在具体实现过程中,对照模块203、判定模块204故障管理过程类似于图5对应执行的方法。由于应用种类众多,各个应用的功能和可靠性的指标要求不同,因此在判断是否发生故障的时候也就有多多样性。常见的有两种情况,分别见以下两例:

例1:若语音业务预设的故障判定值为单一阈值0.2时;对照模块203将计算模块202得到的特征值 $\psi$ 与0.2进行比较;若比较结果为特征值大于等于0.2,判定模块204判定第一应用发生故障,若比较结果为特征值小于0.2,判定模块204判定语音业务这一应用没有发生故障或不做响应。

可选的,装置200还可以包含故障处理模块205。相应地,如果判定模块204判断语音业务发生了故障,装置200中的故障处理模块205将执行语音业务对应的故障处理措施,使得语音业务能够正常运行;如果语音业务没有发生故障或者故障经过故障处理后恢复正常时,判定模块204判定语音业务没有发生故障或者不做响应,进而故障处理模块205不会执行故障处理或者不做任何响应。

例2:若图片传送业务预设的故障判定值为四个取值区间时,其中,(0, 3]表示图片传送业务没有故障;(3, 5]表示图片传送业务发生一级故障;(5, 10]表示图片传送业务发生二级故障;(10,  $+\infty$ )表示图片传送业务发生三级故障。一级故障、二级故障、三级故障分别对应一级故障处理措施、二级故障处理措施、三级故障处理措施;对照模块203将特征值 $\psi$ 与上述至少两个阈值区间进行对照,确定特征值所在的区间;判定模块204根据 $\psi$ 所在的取值区间判定图片传送业务发生的故障等级。如图6所示,当对照模块203确定 $\psi \in (0, 3]$ 时,判定模块204判定图片传送业务无故障;当对照模块203确定 $\psi \in (3, 5]$ 时,判定模块204判定图片传送业务处于一级故障;当对照模块203确定 $\psi \in (5, 10]$ 时,判定模块204判定图片传送业务处于二级故障;当对照模块203确定 $\psi \in (10, +\infty)$ 时,判定模块204判定图片传送业务处于三级故障。阈值区间的值越大表明故障越严重,比如一级故障、二级故障与三级故障的故障严重程度递增。

可选的，装置200还可以包含故障处理模块205。相应地，如果判定模块204判定图片传送业务发生了故障，装置200中的故障处理模块205根据判定模块204判定的故障等级，对第二应用执行对应的故障处理措施，使得第二应用能够正常运行；如果第二应用没有发生故障或者故障经过故障处理后恢复正常时，判定模块204判定第二应用没有发生故障或者不做响应，进而则故障处理模块205不会执行故障处理或者不做任何响应。

本发明实施例提供了一种BFD检测装置，相比于传统的BFD检测装置，不再使用单一值的判定而简单地输出是否故障的信息，本发明中BFD检测装置包括获取模块201、计算模块202、对照模块203、判定模块204，还可以包含故障处理模块205；获取模块201和计算模块202对检测报文的间隔时间进行数学处理得到一个衡量应用是否故障的特征值；对照模块203将特征值与不同应用的预设故障判定标准进行比较，进而使得判定模块204有针对性地判定各个应用的故障情况，以使得BFD的检测能够适应不同类型应用的要求，而不再进行传统的统一判别，减少由此带来的故障误判，最终使得故障处理模块205能够有针对性地对出现故障的应用执行相应的处理措施。

本发明实施例提供了一种BFD检测系统，该系统由上述段落中描述的第一虚拟机、第二虚拟机和BFD检测装置200组成。作为可选的，上文提到的BFD检测装置可以位于第一虚拟机中，直接接收来自第二虚拟机的BFD检测报文，并对这些检测报文执行如同上文提到的步骤101-步骤103的方法来判定第二虚拟机中正在运行的应用是否出现故障。作为另一种可选的，BFD检测装置位于虚拟机之外，作为第一虚拟机和第二虚拟机的上层管理功能装置，并在第一虚拟机接收第二虚拟机的BFD检测报文的过程中，获取这些报文的相关信息，对这些检测报文执行如同上文提到的步骤101-步骤103的方法来判定第二虚拟机中正在运行的应用是否出现故障。

请参阅图9，图9为本发明实施例中一种BFD检测设备结构示意图。该设备400包括：

处理器401，用于产生相应的操作控制信号，发给计算处理设备相应的部件，

读取以及处理软件中的数据，尤其是读取和处理存储器402中的数据 and 程序，以使其中的各个功能模块执行相应的功能，从而控制相应的部件按指令的要求进行动作。

存储器402，用于存储程序和各种数据，主要存储操作系统、应用和功能指令等软件单元、或者他们的子集、或者他们的扩展集。还可以包括非易失性随机存取存储器 (NVRAM)，向处理器401提供包括管理计算处理设备中的硬件、软件及数据资源，支持控制软件和应用。

收发器403，用于采集、获取或发送信息，在模块之间可以用来传递信息。

上述各个硬件单元可以通过总线连接进行通信。

如此一来，通过调用存储器402存储的程序或指令，收发器403接收第二虚拟机的BFD检测报文时，处理器401获取预测时长以及预定数量个样本时间间隔，处理器401根据存储器402中预先存储的算法对预定数量个样本时间间隔进行运算处理，得到特征值；并将特征值与被检测节点中正在运行的每种应用的预设故障判定标准分别对照，并根据对照结果判定是否有应用发生故障，处理器401对发生故障的应用执行相应的故障处理。

本领域普通技术人员可知，上述方法中的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件完成，该程序可以存储于一计算机可读存储介质中。通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可以用硬件实现，或固件实现，或它们的组合方式来实现。

以上实施例仅为本发明技术方案的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围。

---

权 利 要 求 书

---

1. 一种双向转发检测机制BFD检测方法，所述方法应用于第一虚拟机接收BFD检测报文的过程中，所述BFD检测报文来自第二虚拟机；其特征在于，所述方法包括：

获取预测时长和预定数量个样本时间间隔；其中，所述预测时长为当前时刻距离所述第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔，所述样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔；

根据所述预测时长以及所述预定数量个样本时间间隔得到特征值；其中，所述特征值用来表示所述第二虚拟机中正在运行的应用出现故障的可能性；

针对所述第二虚拟机中正在运行的一个应用，将所述特征值与所述一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定所述一个应用是否发生故障。

2. 如权利要求1所述方法，其特征在于，所述根据所述预测时长以及所述预定数量个样本时间间隔得到特征值包括：

根据所述预定数量个样本时间间隔得到所述样本时间间隔的均值和方差；

根据所述样本时间间隔的均值和方差得到分布函数；

将所述预测时长代入所述分布函数计算函数值；

根据所述函数值得到所述特征值。

3. 如权利要求2所述方法，其特征在于，所述根据所述函数值得到特征值包括：

对所述函数值取负对数，得到所述特征值。

4. 如权利要求1-3任一项所述方法，其特征在于，所述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和一个故障取值区间；所述将所述特征值与所述一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定所述一个应用是否发

生故障包括：

判断所述特征值落在所述非故障取值区间和所述故障取值区间中的哪一个；

若对照结果为所述特征值落在所述故障取值区间，判定所述一个应用发生故障；

若对照结果为所述特征值落在所述非故障取值区间，判定所述一个应用未发生故障。

5. 如权利要求4所述方法，其特征在于，在判定所述一个应用发生故障之后，所述方法还包括：对所述一个应用执行故障处理。

6. 如权利要求1-3任一项所述方法，其特征在于，所述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和至少两个故障取值区间，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障等级；所述将所述特征值与所述一个应用的预设故障判定标准进行对照，并根据对照结果判定所述一个应用是否发生故障包括：

判断所述特征值落在所述非故障取值区间和所述至少两个故障取值区间中的哪一个；

若对照结果为所述特征值落在一个故障取值区间，判定所述一个应用发生的故障等级为所述一个故障取值区间对应的故障等级；其中，所述一个故障取值区间为所述至少两个故障取值区间中的一个；

若对照结果为所述特征值落在所述非故障取值区间，判定所述一个应用未发生故障。

7. 如权利要求6所述方法，其特征在于，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障处理方式；在判定所述一个应用发生的故障等级为所述一个故障取值区间对应的故障等级之后，所述方法还包括：对所述一个应用执行所述一个故障取值区间对应的故障处理。

8. 如权利要求1-7任一项所述方法，其特征在于，所述预定数量为M，所述M个样本时间间隔为从连续的M+1个BFD检测报文中获取到的，其中M为大于20的整数。

9. 一种双向转发检测机制BFD检测装置，所述装置应用于第一虚拟机接收BFD检测报文中，所述BFD检测报文来自第二虚拟机；其特征在于，所述装置包括：

获取模块，用于获取预测时长和预定数量个样本时间间隔；其中，所述预测时长为当前时刻距离所述第一虚拟机最近一次接收到BFD检测报文的时间间隔，所述样本时间间隔为相邻两个BFD检测报文的到达时间间隔；

计算模块，用于根据所述获取模块获取的预测时长以及所述预定数量个样本时间间隔得到特征值；其中，所述特征值用来表示所述第二虚拟机中正在运行的应用出现故障的可能性；

对照模块，用于针对所述第二虚拟机中正在运行的一个应用，将所述计算模块得到的特征值与所述一个应用的预设故障判定标准进行对照；

判定模块，用于根据所述对照模块的对照结果判定所述一个应用是否发生故障。

10. 如权利要求9所述装置，其特征在于，所述计算模块包括：

第一计算单元，用于根据所述获取模块获取到的预定数量个样本时间间隔得到所述样本时间间隔的均值和方差；

第二计算单元，用于根据所述第一计算单元得到的样本时间间隔的均值和方差得到分布函数；

第三计算单元，用于将所述获取模块获取到的预测时长代入所述第二计算单元得到的分布函数计算函数值；

第四计算单元，用于根据所述第三计算单元得到的函数值得到所述特征值。

11. 如权利要求10所述装置，其特征在于，所述第四计算单元具体用于：对所述第三计算单元得到的函数值取负对数，得到所述特征值。

12. 如权利要求9-11任一项所述装置，其特征在于，所述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和一个故障取值区间；所述对照模块具体用于判断所述计算模块得到的特征值落在所述非故障取值区间和所述故障取值区间中的哪一个；

若所述对照模块的对照结果为所述特征值落在所述故障取值区间，所述判定模块判定所述一个应用发生故障；

若所述对照模块的对照结果为所述特征值落在所述非故障取值区间，所述判定模块判定所述一个应用未发生故障。

13. 如权利要求12所述装置，其特征在于，所述装置还包括故障处理模块，所述故障处理模块用于在所述判定模块判定所述一个应用发生故障之后，对所述一个应用执行故障处理。

14. 如权利要求9-11任一项所述装置，其特征在于，所述一个应用的预设故障判定标准包括一个非故障取值区间和至少两个故障取值区间，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障等级；所述对照模块具体用于判断所述计算模块得到的特征值落在所述非故障取值区间和所述至少两个故障取值区间中的哪一个；

若所述对照模块的对照结果为所述特征值落在一个故障取值区间，所述判定模块判定所述一个应用发生的故障等级为所述一个故障取值区间对应的故障等级；其中，所述一个故障取值区间为所述至少两个故障取值区间中的一个；

若所述对照模块的对照结果为所述特征值落在所述非故障取值区间，所述判定模

块判定所述一个应用未发生故障。

15. 如权利要求14所述装置，其特征在于，每一个故障取值区间对应着一个不同的故障处理方式；所述装置还包括故障处理模块，所述故障处理模块用于在所述判定模块判定所述一个应用发生的故障等级为所述一个故障取值区间对应的故障等级之后，对所述一个应用执行所述一个故障取值区间对应的故障处理。

16. 如权利要求9-15任一项所述装置，其特征在于，所述预定数量为M，所述M个样本时间间隔为从连续的M+1个BFD检测报文中获取到的，其中M为大于20的整数。

说明书附图

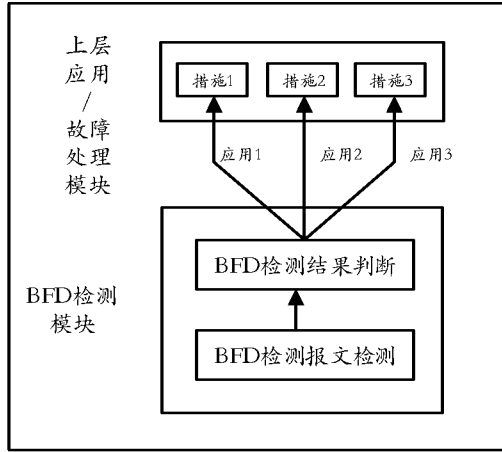


图1

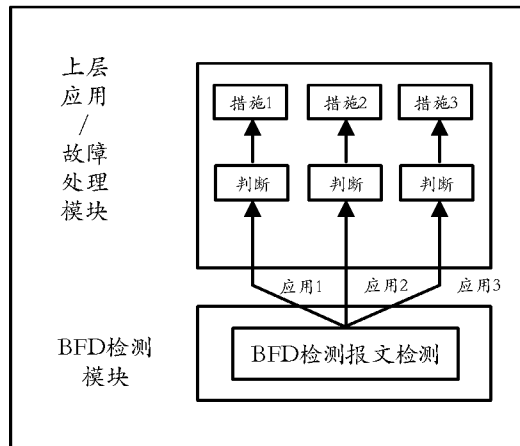


图2

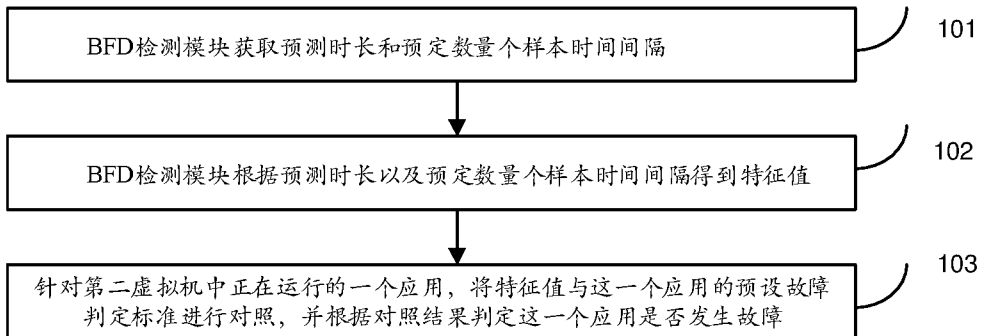


图3

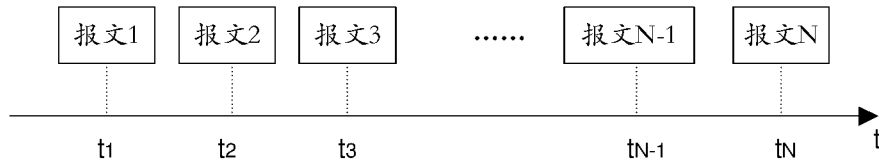


图4

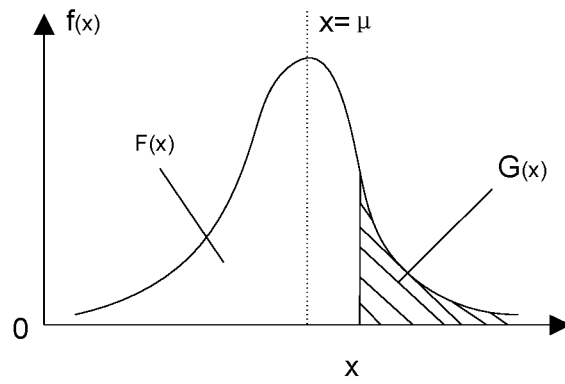


图5

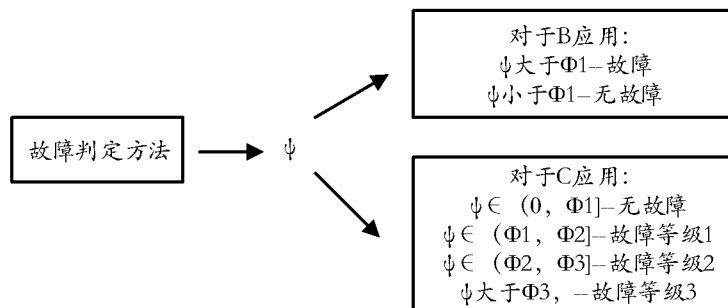


图6

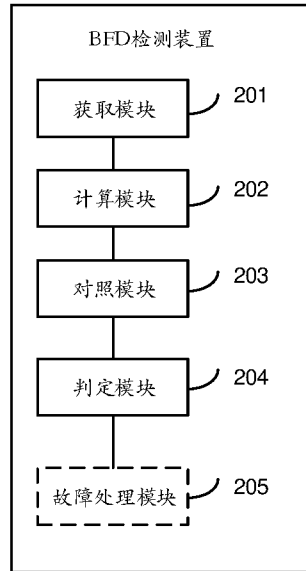


图7

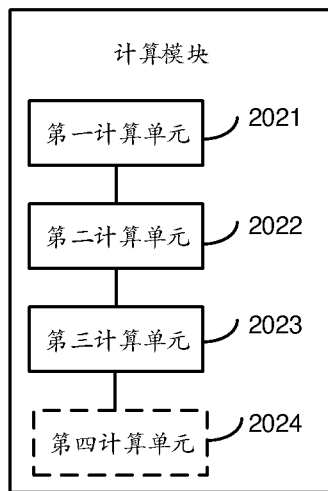


图8

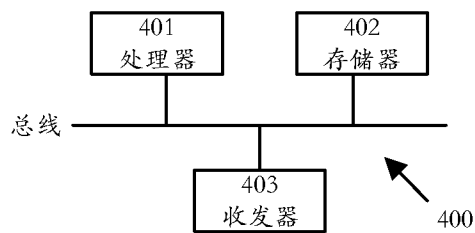


图9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/070063**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/26 (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)

H04L

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; CNTXT; CNKI: virtual machine, run, application, BFD, bidirectional forwarding, detect, message, characteristic value, sample, variance, time, interval, delay, fault

VEN; GOOGLE: virtual, machine, run, application, BFD, bidirectional, forwarding, detection, message, characteristic, value, sample, variance, time, interval, delay, fault

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102347855 A (RUIJIE NETWORKS CO., LTD.), 08 February 2012 (08.02.2012), the whole document	1-16
A	CN 104104644 A (ZTE CORP.), 15 October 2014 (15.10.2014), the whole document	1-16
A	CN 104283711 A (CHINA UNITED NETWORK COMMUNICATIONS CORPORATION LIMITED), 14 January 2015 (14.01.2015), the whole document	1-16
A	CN 101808022 A (ZTE CORP.), 18 August 2010 (18.08.2010), the whole document	1-16

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>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  
14 March 2016 (14.03.2016)

Date of mailing of the international search report  
**24 March 2016 (24.03.2016)**

Name and mailing address of the ISA/CN:  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer  
**ZHOU, Dan**  
Telephone No.: (86-10) **62089390**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2016/070063**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102347855 A	08 February 2012	None	
CN 104104644 A	15 October 2014	None	
CN 104283711 A	14 January 2015	None	
CN 101808022 A	18 August 2010	CN 101808022 B	13 August 2014

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 12/26 (2006.01)i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CPRSABS;CNTXT;CNKI: 虚拟机, 运行, 应用, BFD, 双向转发, 检测, 报文, 特征值, 样本, 方差, 时间, 间隔, 延迟, 故障 VEN;GOOGLE: virtual, machine, run, application, BFD, bidirectional, forwarding, detection, message, characteristic, value, sample, variance, time, interval, delay, fault</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 102347855 A (福建星网锐捷网络有限公司) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104104644 A (中兴通讯股份有限公司) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104283711 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101808022 A (中兴通讯股份有限公司) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 全文</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 102347855 A (福建星网锐捷网络有限公司) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文	1-16	A	CN 104104644 A (中兴通讯股份有限公司) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文	1-16	A	CN 104283711 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14) 全文	1-16	A	CN 101808022 A (中兴通讯股份有限公司) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 全文	1-16
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 102347855 A (福建星网锐捷网络有限公司) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文	1-16															
A	CN 104104644 A (中兴通讯股份有限公司) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 全文	1-16															
A	CN 104283711 A (中国联合网络通信集团有限公司) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14) 全文	1-16															
A	CN 101808022 A (中兴通讯股份有限公司) 2010年 8月 18日 (2010 - 08 - 18) 全文	1-16															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 3月 14日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 3月 24日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>周丹</p> <p>电话号码 (86-10)62089390</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/070063

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	102347855	A	2012年 2月 8日	无	
CN	104104644	A	2014年 10月 15日	无	
CN	104283711	A	2015年 1月 14日	无	
CN	101808022	A	2010年 8月 18日	CN 101808022	B 2014年 8月 13日