



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118302994 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 05

(21) 申请号 202280078383.7

(22) 申请日 2022.12.09

(30) 优先权数据

2021-214171 2021.12.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/045396 2022.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/127460 JA 2023.07.06

(71) 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

申请人 住友电装株式会社

株式会社自动网络技术研究所

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 赵曦

(51) Int.Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 43/08 (2006.01)

H04L 43/106 (2006.01)

(72) 发明人 增川京佑 上田浩史

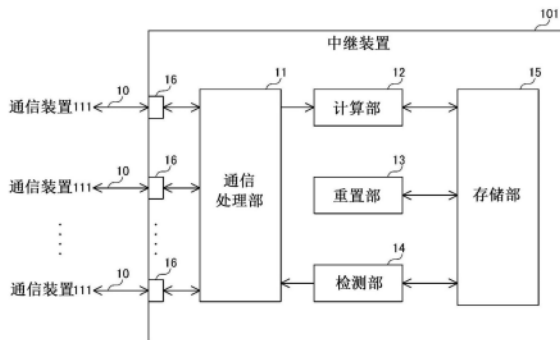
权利要求书1页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

检测装置和检测方法

(57) 摘要

检测装置检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,所述检测装置具备:计算部,计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;检测部,根据通过所述计算部计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及重置部,监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。



1. 一种检测装置,检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,所述检测装置具备:

计算部,计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;

检测部,根据通过所述计算部计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及

重置部,监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

2. 根据权利要求1所述的检测装置,其中,

所述参照信息是根据所述观测结果计算出的过去的所述消息的接收间隔,

所述计算部使用根据所述观测结果计算出的所述消息的接收间隔和所述过去的消息的接收间隔,针对每个所述消息计算所述消息的接收间隔的移动平均值作为所述检测指标,所述移动平均值根据所述消息的接收间隔与所述过去的消息的接收间隔的大小关系而增减。

3. 根据权利要求2所述的检测装置,其中,

所述检测部在所述检测指标小于规定的阈值时判定为所述网络中发生了异常,

所述重置部在作为所述极值而检测到所述检测指标的极小值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

4. 根据权利要求1所述的检测装置,其中,

所述参照信息是所述消息的接收间隔的平均值,

所述计算部使用根据所述观测结果计算出的所述消息的接收间隔、所述平均值以及所述消息的接收间隔的标准偏差,针对每个所述消息计算所述消息的接收间隔的统计值作为所述检测指标,所述统计值根据所述消息的接收间隔与所述平均值的差量的大小而增减。

5. 根据权利要求4所述的检测装置,其中,

所述检测部在所述检测指标大于规定的阈值时判定为所述网络中发生了异常,

所述重置部在作为所述极值而检测到所述检测指标的极大值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

6. 一种检测方法,是检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常的检测装置中的检测方法,所述检测方法包括如下步骤:

计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;

根据计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及

监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

检测装置和检测方法

技术领域

[0001] 本公开涉及检测装置和检测方法。

[0002] 本申请主张以2021年12月28日申请的日本申请特愿2021-214171号为基础的优先权,并将其公开的全部内容引入此处。

背景技术

[0003] 专利文献1(国际公开第2021/111685号)中公开了如下的检测装置。即,检测装置检测车载网络中的非法消息,具备:获取部,获取对象分布,所述对象分布是在所述车载网络中发送的周期消息的接收间隔的分布;提取部,按照规定的基准提取通过所述获取部获取的所述对象分布的一部分;以及检测部,根据通过所述提取部提取的所述对象分布的一部分进行检测所述非法消息的检测处理。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2021/111685号

发明内容

[0007] 本公开的检测装置检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,具备:计算部,计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;检测部,根据通过所述计算部计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及重置部,监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0008] 本公开的检测方法是检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常的检测装置中的检测方法,包括如下步骤:计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;根据计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0009] 本公开的一种方式不仅能够实现为具备这样的特征性处理部的检测装置,还能够实现为用于使计算机执行相应特征性处理的步骤的程序、或者能够实现为实现检测装置的一部分或者全部的半导体集成电路、或者实现为包括检测装置的系统。

附图说明

[0010] 图1是示出本公开的实施方式涉及的通信系统的构成的图。

[0011] 图2是示出本公开的实施方式涉及的中继装置的构成的图。

[0012] 图3是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的一例的图。

[0013] 图4是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例

的图。

[0014] 图5是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的一例的图。

[0015] 图6是示出在本公开的实施方式比较例涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。

[0016] 图7是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。

[0017] 图8是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的其他例的图。

[0018] 图9是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。

[0019] 图10是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的其他例的图。

[0020] 图11是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。

[0021] 图12是规定本公开的实施方式涉及的中继装置进行检测处理时的动作过程的一例的流程图。

[0022] 图13是示出本公开的实施方式涉及的网络的连接拓扑的一例的图。

[0023] 图14是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置中的计算部计算出的异常度的一例的图。

具体实施方式

[0024] 目前,提出了用于提高网络中的安全性的技术。

[0025] [本公开要解决的技术问题]

[0026] 期望超越专利文献1中记载的技术,能够更准确地检测网络中的异常的技术。

[0027] 本公开是为了解决上述技术问题而完成的,其目的在于,提供一种能够更准确地检测网络中的异常的检测装置和检测方法。

[0028] [本公开的效果]

[0029] 根据本公开,能够更准确地检测网络中的异常。

[0030] [本公开的实施方式的说明]

[0031] 首先,列出本公开的实施方式的内容进行说明。

[0032] (1) 本公开的实施方式涉及的检测装置检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,具备:计算部,计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;检测部,根据通过所述计算部计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及重置部,监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0033] 这样,通过基于根据消息的观测结果和与该观测结果相关的参照信息的关系而增减的检测指标进行检测处理,并在检测到检测指标的极值时重置检测指标的构成,在例如由于网络中的异常状态被消除而检测指标的增减倾向发生了变化的情况下,能够根据重置

后的检测指标进行检测处理。由此,能够更早地检测到网络中的异常状态已被消除,从而能够抑制异常状态被消除的正常状态下的异常的误检测。因此,能够更准确地检测网络中的异常。

[0034] (2)在上述(1)中,所述参照信息也可以是根据所述观测结果计算出的过去的所述消息的接收间隔,所述计算部也可以使用根据所述观测结果计算出的所述消息的接收间隔和所述过去的消息的接收间隔,针对每个所述消息计算所述消息的接收间隔的移动平均值作为所述检测指标,所述移动平均值根据所述消息的接收间隔与所述过去的消息的接收间隔的大小关系而增减。

[0035] 通过这样的构成,能够通过简单的处理计算检测指标。另外,由于能够使用容易根据网络中的异常的发生而变化的移动平均值进行检测处理,因此能够早期检测异常的发生。

[0036] (3)在上述(2)中,所述检测部也可以在所述检测指标小于规定的阈值时,判定为所述网络中发生了异常,所述重置部也可以在作为所述极值而检测到所述检测指标的极小值时,对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0037] 通过这样的构成,在由于网络中的异常状态被消除而使移动平均值从减少倾向转为增加倾向时,能够根据重置后的移动平均值更准确地检测网络中的异常。

[0038] (4)在上述(1)中,所述参照信息也可以是所述消息的接收间隔的平均值,所述计算部也可以使用根据所述观测结果计算出的所述消息的接收间隔、所述平均值以及所述消息的接收间隔的标准偏差,针对每个所述消息计算所述消息的接收间隔的统计值作为所述检测指标,所述统计值根据所述消息的接收间隔与所述平均值的差量的大小而增减。

[0039] 通过这样的构成,能够根据表示消息的接收间隔从平均值即正常值的偏离程度的统计值,更准确地检测网络中的异常。

[0040] (5)在上述(4)中,所述检测部也可以在所述检测指标大于规定的阈值时判定为所述网络中发生了异常,所述重置部也可以在作为所述极值而检测到所述检测指标的极大值时,对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0041] 通过这样的构成,在由于网络中的异常状态被消除而使统计值从增加倾向转为减少倾向时,能够根据重置后的统计值更准确地检测网络中的异常。

[0042] (6)本公开的实施方式涉及的检测方法是检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常的检测装置中的检测方法,包括如下步骤:计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;根据计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0043] 这样,通过基于根据消息的观测结果和与该观测结果相关的参照信息的关系而增减的检测指标进行检测处理,并在检测到检测指标的极值时重置检测指标的方法,在例如由于网络中的异常状态被消除而检测指标的增减倾向发生了变化的情况下,能够根据重置后的检测指标进行检测处理。由此,能够更早地检测到网络中的异常状态已被消除,从而能够抑制异常状态被消除的正常状态下的异常的误检测。因此,能够更准确地检测网络中的异常。

[0044] 以下,使用附图对本公开的实施方式进行说明。需要说明的是,对于附图中相同或

相当部分标注相同的附图标记并省略重复说明。另外,也可以将以下记载的实施方式的至少一部分任意地组合。

[0045] [构成和基本动作]

[0046] 图1是示出本公开的实施方式涉及的通信系统的构成的图。参照图1,通信系统301具备中继装置101和多个通信装置111。通信系统301例如搭载于车辆。该情况下,通信装置111例如是车载ECU(Electronic Control Unit:电子控制单元)。

[0047] 中继装置101和通信装置111构成网络201。更为详细而言,中继装置101和通信装置111介由传输线10相互连接。传输线10例如是遵循CAN(Controller Area Network:控制器局域网)(注册商标)、FlexRay(注册商标)、MOST(Media Oriented Systems Transport:媒体导向系统传输)(注册商标)、以太网(注册商标)以及LIN(Local Interconnect Network:局域互连网络)等标准的线缆。

[0048] 中继装置101能够与通信装置111进行通信。中继装置101例如进行中继在与不同传输线10连接的多个通信装置111之间交换的信息的中继处理。

[0049] 在网络201中,收发包含周期性地发送的消息的多个消息。

[0050] 更为具体而言,在网络201中,例如按照规定的协定,从通信装置111经由中继装置101向其他的通信装置111周期性地发送消息。以下,将在网络201中周期性地发送的消息也称为周期消息。此外,“周期消息”并不限于严格以周期性发送的消息,也是指应周期性地发送的种类的消息。

[0051] 另外,在网络201中,除了周期消息以外,还存在从通信装置111经由中继装置101向其他的通信装置111不定期地发送的消息。以下,将在网络201中不定期地发送的消息也称为事件消息。

[0052] 通信装置111对消息的发送既可以通过广播进行,也可以通过单播进行,还可以通过多播进行。

[0053] 中继装置101作为检测装置发挥功能,检测网络201中的异常。例如,作为网络201中的异常,中继装置101检测网络201中的非法消息的存在。

[0054] [中继装置]

[0055] 图2是示出本公开的实施方式涉及的中继装置的构成的图。参照图2,中继装置101具备通信处理部11、计算部12、重置部13、检测部14、存储部15以及多个通信端口16。通信处理部11、计算部12、重置部13以及检测部14的一部分或全部例如由包括一个或多个处理器的处理电路(Circuitry)实现。存储部15例如是上述处理电路中包括的闪存。通信端口16例如是连接器或端子。各通信端口16连接有传输线10。

[0056] 通信处理部11进行对通信装置111间传输的消息进行中继的中继处理。例如,通信处理部11在从通信装置111经由对应的传输线10和对应的通信端口16接收到消息时,生成作为接收到的消息的副本的消息CP,并对生成的消息CP赋予表示接收到的消息的接收时刻的时间戳。而且,通信处理部11将接收到的消息经由对应的通信端口16和对应的传输线10向其他的通信装置111发送,将被赋予了时间戳的消息CP向计算部12输出。

[0057] (检测指标的计算)

[0058] 计算部12计算检测指标,所述检测指标根据消息的接收时刻、和与该接收时刻相关的参照信息的关系而增减。消息的接收时刻是消息的观测结果的一例。

[0059] 更为详细而言,计算部12获取由通信处理部11中继的消息中成为中继装置101中的检测处理的对象的消息的接收时刻 t 。以下,将成为中继装置101中的检测处理的对象的消息也称为对象消息。对象消息可以从一个通信装置111发送的一种消息,也可以是从多个通信装置111分别发送的多种消息。以下,对中继装置101将从某个通信装置111发送的消息作为“对象消息M”进行检测处理的例子进行说明。

[0060] 例如,存储部15存储对象消息的每个种类的ID。以下,将对象消息M的ID也称为对象ID。

[0061] 计算部12从通信处理部11接收消息CP,并确认接收到的消息CP中包含的ID和存储部15中的对象ID。

[0062] 而且,计算部12在从通信处理部11接收到的消息CP中包含的ID与对象ID一致时,识别为该消息CP的复制源的消息是对象消息M,并参照对该消息CP赋予的时间戳获取对象消息M的接收时刻 t 。

[0063] 当获取到对象消息M的接收时刻 t 时,计算部12计算该接收时刻 t 与前一个对象消息M的接收时刻 t 的差量作为对象消息M的接收间隔 x 。更为详细而言,计算部12从通过通信处理部11接收到的第 m 个对象消息 M_m 的接收时刻 t_m 减去通过通信处理部11接收到的第 $(m-1)$ 个对象消息 $M_{(m-1)}$ 的接收时刻 $t_{(m-1)}$,由此计算对象消息 M_m 的接收间隔 x_m 。其中, m 为正整数。计算部12将计算出的接收间隔 x_m 保存于存储部15。

[0064] 计算部12使用计算出的接收间隔 x 计算检测指标。例如,计算部12使用接收间隔 x 的标准偏差 σ 针对每个对象消息M计算接收间隔 x 的统计值 T 。统计值 T 表示接收间隔 x 从正常状态的偏离程度。统计值 T 是检测指标的一例。

[0065] 更为详细而言,计算部12在计算出对象消息 M_m 的接收间隔 x_m 时,按照以下的式(1)计算对象消息 M_m 的异常度 D_m 。

[0066] 【数学式1】

$$[0067] \quad D_m = \left(\frac{x_m - \mu}{\sigma} \right)^2 \cdot \dots \quad (1)$$

[0068] 在此, μ 是接收间隔 x 的平均值,且是与对象消息M相关的参照信息的一例。标准偏差 σ 和平均值 μ 保存于存储部15。例如,标准偏差 σ 预先由通信系统301的制造者根据接收间隔 x 进行计算,并保存于存储部15。另外,例如,平均值 μ 是预先由通信系统301的制造者根据网络201中的对象消息M的发送周期的设计值计算出的值,并预先保存于存储部15。此外,计算部12也可以定期或不定期地根据与多个对象消息M对应的多个接收间隔 x 计算标准偏差 σ 和平均值 μ ,并将存储部15中的标准偏差 σ 和平均值 μ 更新为计算出的标准偏差 σ 和平均值 μ 。

[0069] 计算部12在计算出对象消息 M_m 的异常度 D_m 时,按照以下的式(2)计算对象消息 M_m 的统计值 T_m 。

[0070] 【数学式2】

$$[0071] \quad T_m = \max \{ 0, (T_{(m-1)} + D_m - k) \} \dots \quad (2)$$

[0072] 在此, k 是限制参数。限制参数 k 是预先设定的常数。如式(2)所示,对象消息 M_m 的统计值 T_m 成为从对象消息 $M_{(m-1)}$ 的统计值 $T_{(m-1)}$ 与异常度 D_m 之和减去限制参数 k 所得的值和零中较大一方的值。

[0073] 如式(1)和式(2)所示,统计值 T_m 根据对象消息 M_m 的接收间隔 x_m 与平均值 μ 的差量

大小而增减。具体而言,当由于接收间隔 x_m 成为大幅偏离平均值 μ 的值而异常度 D_m 成为比限制参数 k 大的值时,对象消息 M_m 的统计值 T_m 成为比前一个对象消息 $M(m-1)$ 的统计值 $T(m-1)$ 大的值。另一方面,当由于接收间隔 x_m 成为接近于平均值 μ 的值而异常度 D_m 成为小于限制参数 k 的值时,对象消息 M_m 的统计值 T_m 成为零、或者成为小于前一个对象消息 $M(m-1)$ 的统计值 $T(m-1)$ 的值。

[0074] 计算部12在计算出统计值 T_m 时将计算出的统计值 T_m 保存于存储部15。

[0075] (检测处理)

[0076] 检测部14根据通过计算部12计算出的统计值 T 进行检测网络201中的异常的检测处理。例如,检测部14根据通过计算部12计算出的统计值 T 和规定的阈值 Th_x 检测网络201中的非法消息的存在作为网络201中的异常。

[0077] 更为具体而言,检测部14从存储部15获取通过计算部12计算出的统计值 T ,并将获取的统计值 T 与阈值 Th_x 进行比较。当统计值 T 在阈值 Th_x 以下时,检测部14判定为网络201中未发生异常。另一方面,当统计值 T 大于阈值 Th_x 时,检测部14判定为网络201中发生了异常。

[0078] 图3是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的一例的图。在图3中,横轴表示时刻。

[0079] 参照图3,通过通信处理部11接收到的多个对象消息 M 包括对象消息 $M_1 \sim M_4$ 、 M_6 、 M_8 、 M_{10} 、 M_{12} 和对象消息 M_5 、 M_7 、 M_9 、 M_{11} 、 M_{13} ,对象消息 $M_1 \sim M_4$ 、 M_6 、 M_8 、 M_{10} 、 M_{12} 是在从接收时刻 t_1 至接收时刻 t_{12} 的期间在基于规定的发送周期 C_m 的定时接收到的合法的周期消息,对象消息 M_5 、 M_7 、 M_9 、 M_{11} 、 M_{13} 是在从接收时刻 t_5 至接收时刻 t_{13} 的期间在例如基于发送周期 C_m 的定时接收到的非法消息 B_M 。即,在从接收时刻 t_5 至接收时刻 t_{13} 的期间,合法的周期消息和非法的周期消息交替地来到中继装置101。

[0080] 图4是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。在图4中,横轴表示时刻,纵轴表示统计值。图4中的统计值 $T_1 \sim T_{13}$ 是根据图3所示的对象消息 $M_1 \sim M_{13}$ 的接收时刻 $t_1 \sim t_{13}$,并按照上述式(2)通过计算部12计算出的统计值 T 。

[0081] 参照图4,在从接收时刻 t_1 至接收时刻 t_4 的期间,通过通信处理部11仅接收到以一定的发送周期 C_m 发送的合法的对象消息 $M_1 \sim M_4$,接收间隔 $x_1 \sim x_4$ 成为与平均值 μ 大致相等的值,因此通过计算部12计算出的统计值 $T_1 \sim T_4$ 为零。

[0082] 由于通过计算部12计算出的统计值 $T_1 \sim T_4$ 为阈值 Th_x 以下,因此,检测部14判定为在从接收时刻 t_1 至接收时刻 t_4 的期间内网络201未发生异常。

[0083] 另一方面,在从接收时刻 t_5 至接收时刻 t_{13} 的期间,除了以发送周期 C_m 发送的对象消息 M_6 、 M_8 、 M_{10} 、 M_{12} 之外,非法消息 B_M 也被通信处理部11接收,接收间隔 $x_5 \sim x_{13}$ 成为偏离平均值 μ 的值,因此,通过计算部12计算出的统计值 $T_5 \sim T_{13}$ 逐渐增加。

[0084] 由于通过计算部12计算出的统计值 T_9 超过阈值 Th_x ,因此,检测部14判定为网络201在接收时刻 t_9 发生了异常。检测部14在判定为网络201发生了异常时,将表示发生了网络201中的异常的警报信息经由通信处理部11向通信系统301外的上位装置发送。上位装置例如是接收警报信息并进行规定处理的服务器等装置。

[0085] 在此,阈值 Th_x 能够由网络201的制造者任意地设定。例如,通过将阈值 Th_x 设定为更小的值,在网络201中的非法消息的发送开始之后,能够更早地判定为网络201中发生了异常。

[0086] 图5是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的一例的图。在图5中,横轴表示时刻。图5示出在图3所示的接收时刻 t_{13} 之后的接收时刻 $t_{14} \sim t_{16}$ 通过通信处理部11接收到的对象消息 $M_{14} \sim M_{16}$ 。

[0087] 参照图5,通过通信处理部11接收到的对象消息 $M_{14} \sim M_{16}$ 是在从接收时刻 t_{14} 至接收时刻 t_{16} 的期间以发送周期 C_m 发送的合法的周期消息。即,在接收时刻 t_{13} ,非法消息朝向中继装置101的到来结束。

[0088] [技术问题]

[0089] 图6是示出在本公开的実施方式的比较例涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。在图6中,横轴表示时刻,纵轴表示统计值。图6中的统计值 $T_4 \sim T_{16}$ 是根据图5所示的对象消息 $M_4 \sim M_{16}$ 的接收时刻 $t_4 \sim t_{16}$,并按照上述式(2)通过计算部12计算出的统计值 T 。

[0090] 参照图6,在从接收时刻 t_{14} 至接收时刻 t_{16} 的期间,只有以一定的发送周期 C_m 发送的合法的对象消息 $M_{14} \sim M_{16}$ 到达中继装置,因此计算出的统计值 $T_{14} \sim T_{16}$ 逐渐减少。

[0091] 然而,在比较例涉及的中继装置中,由于统计值 $T_{14} \sim T_{16}$ 大于阈值 Th_x ,因此除了从接收时刻 t_9 至接收时刻 t_{13} 的期间以外,在接收时刻 t_{14} 及其之后的期间也判定为网络201中发生了异常。即,比较例涉及的中继装置在根据统计值 $T_{14} \sim T_{16}$ 进行检测处理的情况下,尽管是在接收时刻 t_{13} 非法消息的到来结束而未发生对网络201的攻击的状态,也无法检测到非法消息的到来结束,判定为网络201中的异常持续。

[0092] 因此,本公开的實施方式涉及的中继装置101通过如下这样的构成解决上述技术问题。

[0093] (重置处理)

[0094] 重置部13监视统计值 T ,并在检测到统计值 T 的最大值时对检测处理中使用的统计值 T 进行重置。例如,重置部13判断统计值 T 是否为极大值。当判断为某个定时的统计值 T 为极大值,并且该统计值 T 大于阈值 Th_x 时,重置部13通过将该定时的统计值 T 重置而进行更新。

[0095] 例如,当通过计算部12将统计值 T 保存在存储部15时,检测部14使基于该统计值 T 的检测处理待机,直到通过重置部13判断为该统计值 T 并非极大值、或者通过重置部13更新了该统计值 T 。当通过重置部13判断为统计值 T 不是极大值并且不需要更新时,检测部14根据该统计值 T 进行检测处理。另一方面,当通过重置部13更新了统计值 T 时,检测部14根据更新后的统计值 T 进行检测处理。

[0096] 检测部14可以在每次通过重置部13判断为统计值 T 不是极大值、或者更新了统计值 T 时,根据该统计值 T 依次进行检测处理,也可以将通过重置部13判断为不是极大值或者更新后的规定数量的统计值 T 加以累积,并根据累积的统计值 T 事后进行检测处理。

[0097] 图7是示出在本公开的實施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。在图7中,横轴表示时刻,纵轴表示统计值。图7中的统计值 $T_4 \sim T_{13}$ 是根据图5所示的对象消息 $M_4 \sim M_{13}$ 的接收时刻 $t_4 \sim t_{13}$,并按照上述式(2)通过计算部12计算出的统计值 T 。图7中的统计值 $T_{14} \sim T_{16}$ 是通过计算部12根据对象消息 $M_{14} \sim M_{16}$ 的接收时刻 $t_{14} \sim t_{16}$ 并按照上述式(2)计算且通过重置部13更新后的统计值 T 。

[0098] 参照图7,重置部13监视通过计算部12保存在存储部15的统计值 T ,并在统计值 T

(m-1)和统计值 T_m 这两个统计值 T 连续增加、且统计值 $T_{(m+1)}$ 和统计值 $T_{(m+2)}$ 这两个统计值 T 连续减少时判断为统计值 T_m 是极大值。

[0099] 具体而言,重置部13参照存储部15,判断为统计值 T_{13} 从统计值 T_{12} 增加、统计值 T_{14} 从统计值 T_{13} 增加、统计值 T_{15} 从统计值 T_{14} 减少、且统计值 T_{16} 从统计值 T_{15} 减少。而且,由于统计值 T_{13} 、 T_{14} 连续增加、且统计值 T_{15} 、 T_{16} 连续减少,因此重置部13判断为统计值 T_{14} 为极大值。

[0100] 而且,由于判断为极大值的统计值 T_{14} 大于阈值 Th_x ,因此重置部13将存储部15中的统计值 T_{14} 更新为例如为零的重置值。另外,重置部13根据更新后的统计值 T_{14} 对在统计值 T_{14} 的计算定时之后计算出并保存于存储部15的其他的统计值 T_{15} 、 T_{16} 进行更新。更为具体而言,重置部13使用更新后的统计值 T_{14} 并按照上述式(2)计算统计值 T_{15} 。

[0101] 当计算出统计值 T_{15} 时,重置部13将存储部15中的统计值 T_{15} 更新为计算出的统计值 T_{15} 。同样地,重置部13计算统计值 T_{16} ,并将存储部15中的统计值 T_{16} 更新为计算出的统计值 T_{16} 。

[0102] 由于通过重置部13更新后的统计值 $T_{14} \sim T_{16}$ 在阈值 Th_x 以下,因此,检测部14判定为在接收时刻 $t_{14} \sim t_{16}$ 的期间内网络201中未发生异常。即,检测部14判定为从接收时刻 t_9 开始的异常状态在接收时刻 t_{13} 之前结束。

[0103] 这样,通过根据被重置的统计值 T_{14} 进行检测处理的构成,与根据未重置的统计值 T_{14} 进行检测处理的构成相比,在非法消息朝向中继装置101的到来结束的情况下,检测部14能够更早地检测非法消息的到来结束,能够抑制异常状态被消除的正常状态下的异常的误检测。

[0104] 图8是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的其他例的图。在图8中,横轴表示时刻。

[0105] 参照图8,通过通信处理部11接收到的多个对象消息 M 包括对象消息 M_1 、 M_3 、 M_4 、 M_6 、 M_7 、 $M_9 \sim M_{11}$ 和对象消息 M_2 、 M_5 、 M_8 ,对象消息 M_1 、 M_3 、 M_4 、 M_6 、 M_7 、 $M_9 \sim M_{11}$ 是在从接收时刻 t_1 至接收时刻 t_{11} 的期间在基于发送周期 C_m 的定时接收到的合法的周期消息,对象消息 M_2 、 M_5 、 M_8 是在从接收时刻 t_2 至接收时刻 t_8 的期间在例如基于发送周期 C_m 的2倍的周期的定时接收到的非法消息 B_M 。

[0106] 图9是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。在图9中,横轴表示时刻,纵轴表示统计值。图9中的统计值 $T_1 \sim T_8$ 是根据图8所示的对象消息 $M_1 \sim M_8$ 的接收时刻 $t_1 \sim t_8$,并按照上述式(2)通过计算部12计算出的统计值 T 。图9中的统计值 $T_9 \sim T_{11}$ 是通过计算部12根据对象消息 $M_9 \sim M_{11}$ 的接收时刻 $t_9 \sim t_{11}$ 并按照上述式(2)计算且通过重置部13更新后的统计值 T 。

[0107] 参照图9,由于在从合法的对象消息 M_1 的接收时刻 t_1 起经过发送周期 C_m 之前的接收时刻 t_2 通过通信处理部11接收到非法的对象消息 M_2 ,并且,在从接收时刻 t_1 起经过了发送周期 C_m 之后的接收时刻 t_3 通过通信处理部11接收到合法的对象消息 M_3 ,因此通过计算部12计算出的统计值 T_2 、 T_3 逐渐增加。

[0108] 接着,由于在从接收时刻 t_3 起经过了发送周期 C_m 之后的接收时刻 t_4 通过通信处理部11接收到合法的对象消息 M_4 ,因此通过计算部12计算出的统计值 T_4 从统计值 T_3 减小。

[0109] 接着,在从接收时刻 t_4 起经过发送周期 C_m 之前的接收时刻 t_5 通过通信处理部11接

收到非法的对象消息M5,并且,在从接收时刻t4起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t6通过通信处理部11接收到合法的对象消息M6。因此,通过计算部12计算出的统计值T5、T6逐渐增加,统计值T5、T6超过阈值Thx。由于通过计算部12计算出的统计值T5大于阈值Thx,因此检测部14判定为在接收时刻t5在网络201中发生了异常。

[0110] 接着,由于在从接收时刻t6起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t7通过通信处理部11接收到合法的对象消息M7,因此通过计算部12计算出的统计值T7从统计值T6减小。

[0111] 接着,由于在从接收时刻t7起经过发送周期Cm之前的接收时刻t8通过通信处理部11接收到非法的对象消息M8,并且,在从接收时刻t7起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t9通过通信处理部11接收到合法的对象消息M9,因此通过计算部12计算出的统计值T8、T9逐渐增加。

[0112] 接着,由于在从接收时刻t9起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t10通过通信处理部11接收到合法的对象消息M10,并且,在从接收时刻t10起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t11通过通信处理部11接收到合法的对象消息M11,因此通过计算部12计算出的统计值T10、T11从统计值T9逐渐减少。

[0113] 由于统计值T8、T9连续增加、且统计值T10、T11连续减少,因此重置部13判断为统计值T9是极大值。而且,由于判断为极大值的统计值T9大于阈值Thx,因此重置部13将统计值T9更新为重置值。进而,重置部13将通过计算部12计算出的统计值T10更新为使用更新后的统计值T9计算出的统计值T10,将通过计算部12计算出的统计值T11更新为使用更新后的统计值T10计算出的统计值T11。

[0114] 由于通过重置部13更新后的统计值T9~T11在阈值Thx以下,因此,检测部14判定为在接收时刻t9~t11的期间内网络201中未发生异常。即,检测部14判定为从接收时刻t5开始的异常状态在接收时刻t8之前结束。

[0115] 图10是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置接收的对象消息和接收时刻的分布的其他例的图。在图10中,横轴表示时刻。

[0116] 参照图10,通过通信处理部11接收到的多个对象消息M包括对象消息M1、M3、M4、M7、M8、M10~M12、对象消息M2、M6、M9以及对象消息M5,对象消息M1、M3、M4、M7、M8、M10~M12是在从接收时刻t1至接收时刻t12的期间在基于发送周期Cm的定时接收到的合法的周期消息,对象消息M2、M6、M9是在从接收时刻t2至接收时刻t9的期间在例如基于发送周期Cm的2倍的周期的定时接收到的非法消息BM,对象消息M5是在接收时刻t5发送的事件消息IM。

[0117] 图11是示出在本公开的实施方式涉及的中继装置中用于检测处理的统计值的一例的图。在图11中,横轴表示时刻,纵轴表示统计值。图11中的统计值T1~T9是根据图10所示的对象消息M1~M9的接收时刻t1~t9,并按照上述式(2)通过计算部12计算出的统计值T。图11中的统计值T10~T12是通过计算部12根据对象消息M10~M12的接收时刻t10~t12并按照上述式(2)计算且通过重置部13更新后的统计值T。

[0118] 参照图11,由于在从合法的对象消息M1的接收时刻t1起经过发送周期Cm之前的接收时刻t2通过通信处理部11接收到非法的对象消息M2,并且,在从接收时刻t1起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t3通过通信处理部11接收到合法的对象消息M3,因此通过计算部12计算出的统计值T2、T3逐渐增加。

[0119] 接着,由于在从接收时刻t3起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t4通过通信处理

部11接收到合法的对象消息M4,因此通过计算部12计算出的统计值T4从统计值T3减小。

[0120] 接着,在从接收时刻t4起经过发送周期Cm之前的接收时刻t5、t6通过通信处理部11分别接收到不定期发送的合法的对象消息M5和非法的对象消息M6,并且,在从接收时刻t4起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t7通过通信处理部11接收到合法的对象消息M7。因此,通过计算部12计算出的统计值T5、T6、T7逐渐增加,统计值T6、T7超过阈值Thx。由于通过计算部12计算出的统计值T6大于阈值Thx,因此检测部14判定为在接收时刻t6在网络201中发生了异常。

[0121] 接着,由于在从接收时刻t7起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t8通过通信处理部11接收到合法的对象消息M8,因此通过计算部12计算出的统计值T8从统计值T7减小。

[0122] 接着,由于在从接收时刻t8起经过发送周期Cm之前的接收时刻t9通过通信处理部11接收到非法的对象消息M9,并且,在从接收时刻t8起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t10通过通信处理部11接收到合法的对象消息M10,因此通过计算部12计算出的统计值T9、T10逐渐增加。

[0123] 接着,由于在从接收时刻t10起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t11通过通信处理部11接收到合法的对象消息M11,并且,在从接收时刻t11起经过了发送周期Cm之后的接收时刻t12通过通信处理部11接收到合法的对象消息M12,因此通过计算部12计算出的统计值T11、T12从统计值T10逐渐减少。

[0124] 由于统计值T9、T10连续增加、且统计值T11、T12连续减少,因此重置部13判断为统计值T10是极大值。而且,由于判断为极大值的统计值T10大于阈值Thx,因此重置部13将统计值T10更新为重置值。进而,重置部13将通过计算部12计算出的统计值T11更新为使用更新后的统计值T10计算出的统计值T11,将通过计算部12计算出的统计值T12更新为使用更新后的统计值T11计算出的统计值T12。

[0125] 由于通过重置部13更新后的统计值T10~T12在阈值Thx以下,因此,检测部14判定为在接收时刻t10~t12的期间内网络201中未发生异常。

[0126] <变形例>

[0127] 中继装置101也可以为根据统计值T以外的检测指标进行检测处理的构成。作为一例,计算部12使用对象消息M的接收间隔x的移动平均计算检测指标。

[0128] 例如,计算部12针对每个对象消息M计算通过通信处理部11接收到的最近p个对象消息M的接收间隔x的移动平均值A。p为2以上的整数。移动平均值A是检测指标的一例。

[0129] 更为详细而言,当计算出对象消息Mm的接收间隔xm时,计算部12使用接收间隔xm和过去的对象消息M(m-1)、M(m-2)、……、M(m-p+1)的接收间隔x(m-1)、x(m-2)、……、x(m-p+1)计算与对象消息Mm对应的移动平均值Am。在此,接收间隔x(m-1)、x(m-2)、……、x(m-p+1)是与对象消息M相关的参照信息的一例。以下,将接收间隔x(m-1)、x(m-2)、……、x(m-p+1)也称为参照间隔rm。移动平均值Am根据对象消息Mm的接收间隔xm与参照间隔rm的大小关系而增减。

[0130] 例如,当如图3所示通过通信处理部11接收到的多个对象消息M包括非法消息BM时,通过计算部12计算出的移动平均值A在从接收时刻t5至接收时刻t13的期间逐渐减小。

[0131] 检测部14根据通过计算部12计算出的移动平均值A进行检测处理。例如,检测部14根据通过计算部12计算出的移动平均值A和规定的阈值Thy检测网络201中的异常。

[0132] 更为详细而言,检测部14将通过计算部12计算出的移动平均值A与阈值 Thy 进行比较。当移动平均值A为阈值 Thy 以上时,检测部14判定为网络201中未发生异常。另一方面,当移动平均值A小于阈值 Thy 时,检测部14判定为网络201中发生了异常。

[0133] 重置部13监视移动平均值A,并在检测到移动平均值A的极小值时对检测处理中使用的移动平均值A进行重置。例如,重置部13与判断统计值T是否为极大值的过程同样地判断移动平均值A是否为极小值。当判断为移动平均值A是极小值,并且该移动平均值A小于阈值 Thy 时,重置部13通过重置该移动平均值A而进行更新。

[0134] 当通过重置部13更新了移动平均值A时,检测部14根据更新后的移动平均值A进行检测处理。

[0135] [动作的流程]

[0136] 图12是规定本公开的实施方式涉及的中继装置进行检测处理时的动作过程的一例的流程图。

[0137] 参照图12,首先,中继装置101等待消息的到来(步骤S102中为“否”),当接收到消息时(步骤S102中为“是”),判断接收到的消息是否为对象消息M(步骤S104)。

[0138] 接着,当判断为接收到的消息不是对象消息M时(步骤S106中为“否”),中继装置101等待新的消息的到来(步骤S102中为“否”)。

[0139] 另一方面,当判断为接收到的消息是对象消息M时(步骤S106中为“是”),中继装置101使用该对象消息M的接收时刻 t 计算统计值T。中继装置101将计算出的统计值T保存在存储部15(步骤S108)。

[0140] 接着,中继装置101判断规定次数前计算出的统计值T是否为极大值(步骤S110)。

[0141] 接着,当判断为规定次数前计算出的统计值T不是极大值时(步骤S112中为“否”),中继装置101根据该统计值T进行检测处理(步骤S116)。

[0142] 另一方面,当判断为规定次数前计算出的统计值T为极大值时(步骤S112中为“是”),中继装置101通过重置该统计值T进行更新。另外,中继装置101根据更新后的统计值T更新在该统计值T的计算定时之后计算出并保存于存储部15的其他的统计值T(步骤S114)。

[0143] 接着,中继装置101根据更新后的统计值T进行检测处理(步骤S116)。

[0144] 接着,当判定为网络201中未发生异常时(步骤S118中为“否”),中继装置101等待新的消息的到来(步骤S102中为“否”)。

[0145] 另一方面,当判定为网络201中发生了异常时(步骤S118中为“是”),中继装置101向通信系统301以外的上位装置发送表示网络201中发生了异常的警报信息(步骤S120)。

[0146] 接着,中继装置101等待新的消息的到来(步骤S102中为“否”)。

[0147] 此外,在本公开的实施方式涉及的通信系统301中,构成为中继装置101检测网络201中的异常,但并不限于此。在通信系统301中,也可以构成为与中继装置101不同的装置作为检测装置发挥功能,检测网络201中的异常。例如,通信系统301具备介由传输线10与中继装置101连接的检测装置。中继装置101在从通信装置111接收到消息时,经由传输线10向该检测装置发送作为接收到的消息的副本的镜像消息。该检测装置根据从中继装置101接收到的镜像消息在中继装置101中的接收时刻进行检测指标的计算和检测处理。

[0148] 另外,在本公开的实施方式涉及的通信系统301中,构成为作为检测装置发挥功能

的中继装置101与传输线10直接连接,但并不限于于此。

[0149] 图13是示出本公开的实施方式涉及的网络的连接拓扑的一例的图。参照图13,也可以为检测装置151介由通信装置111与传输线10连接的构成。该情况下,检测装置151例如通过监视该通信装置111收发的消息来检测网络201中的异常。更为详细而言,检测装置151具备计算部12、重置部13、检测部14以及存储部15。检测装置151中的计算部12获取通信装置111接收的对象消息M的接收时刻t,并根据获取的接收时刻t计算统计值T。

[0150] 另外,在本公开的实施方式涉及的中继装置101中,构成为计算部12计算接收间隔x的统计值T,但并不限于于此。例如,也可以构成为计算部12周期性或非周期性地计算对象消息M的通信负载,并取代接收间隔x而根据该通信负载来计算统计值T等的检测指标。通信负载是消息的观测结果的一例。

[0151] 另外,在本公开的实施方式涉及的中继装置101中,构成为计算部12按照式(1)计算异常度 D_m ,但并不限于于此。例如,计算部12在接收间隔 x_m 满足以下的式(3)时按照式(1)计算异常度 D_m ,而在接收间隔 x_m 满足以下的式(4)时按照以下的式(5)决定异常度 D_m 。

[0152] 【数学式3】

$$[0153] \quad (x_m - \mu)^2 < (n\sigma)^2 \cdots (3)$$

[0154] 【数学式4】

$$[0155] \quad (x_m - \mu)^2 \geq (n\sigma)^2 \cdots (4)$$

[0156] 【数学式5】

$$[0157] \quad D_m = n^2 \cdots (5)$$

[0158] 在此,n是根据合法的周期消息的频数分布而预先设定的常数。

[0159] 图14是示出通过本公开的实施方式涉及的中继装置中的计算部计算出的异常度的一例的图。在图14中,横轴表示接收间隔 x_m 与平均值 μ 的差量的平方,纵轴表示异常度 D_m 。

[0160] 参照图14,通过计算部12按照式(1)和式(3)~(5)计算异常度 D_m 的构成,即使在通过通信处理部11接收到的合法的事件消息即对象消息 M_m 的接收间隔 x_m 大幅偏离平均值 μ 的情况下,对象消息 M_m 的异常度 D_m 也成为n的平方以下的值,因此能够抑制合法的事件消息到来而导致统计值T大幅增加,从而能够抑制发生异常状态被消除的正常状态下的异常的误检测。

[0161] 另外,在本公开的实施方式涉及的中继装置101中,构成为当统计值T(m-1)和统计值 T_m 这两个统计值T连续增加,并且统计值T(m+1)和统计值T(m+2)这两个统计值T连续减少时,重置部13判断为统计值 T_m 是极大值,但并不限于于此。也可以构成为当从统计值T(m-a+1)至统计值 T_m 的a个统计值T连续增加,并且从统计值T(m+1)至统计值T(m+b)的b个统计值T连续减少时,重置部13判断为统计值 T_m 是极大值。a和b是2以上的整数。

[0162] 然而,期望能够更准确地检测网络中的异常的技术。

[0163] 相对于此,在本公开的实施方式涉及的中继装置101中,计算部12计算根据对象消息M的观测结果和与该观测结果相关的参照信息的关系而增减的检测指标。检测部14根据通过计算部12计算出的检测指标进行检测网络201中的异常的检测处理。重置部13监视检测指标,并在检测到检测指标的极值时对检测处理中使用的检测指标进行重置。在此,极值是指极大值或极小值。

[0164] 这样,通过基于根据消息的观测结果和与该观测结果相关的参照信息的关系而增

减的检测指标进行检测处理,并在检测到检测指标的极值时重置检测指标的构成,在例如由于网络201中的异常状态被消除而检测指标的增减倾向发生了变化的情况下,能够根据重置后的检测指标进行检测处理。由此,能够更早地检测到网络201中的异常状态已被消除,从而能够抑制异常状态被消除的正常状态下的异常的误检测。因此,能够更准确地检测网络201中的异常。

[0165] 应该认为,上述实施方式在所有方面都是例示性的而非限制性的。本发明的范围并非上述说明示出而是由权利要求书示出,意图包含与权利要求的范围等同的意思及范围内的所有变更。

[0166] 上述实施方式的各处理(各功能)由包括一个或多个处理器的处理电路(Circuitry)实现。上述处理电路除了上述一个或多个处理器以外,还可以由组合一个或多个存储器、各种模拟电路、各种数字电路而成的集成电路等构成。上述一个或多个存储器保存使上述一个或多个处理器执行上述各处理的程序(命令)。上述一个或多个处理器可以按照从上述一个或多个存储器读出的上述程序来执行上述各处理,也可以按照被预先设计为执行上述各处理的逻辑电路来执行上述各处理。上述处理器可以是CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)、DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)、FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)以及ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)等适合于计算机的控制的各种处理器。此外,物理上分离的上述多个处理器也可以相互协作执行上述各处理。例如,物理上分离的多个计算机上分别搭载的上述处理器也可以介由LAN(Local Area Network:局域网)、WAN(Wide Area Network:广域网)以及因特网等网络相互协作执行上述各处理。上述程序既可以从外部的服务器装置等介由上述网络安装至上述存储器,也可以以保存在CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory:紧凑型光盘只读存储器)、DVD-ROM(Digital Versatile Disk Read Only Memory:数字多功能光盘只读存储器)以及半导体存储器等记录介质的状态流通,并从上述记录介质安装至上述存储器。

[0167] 以上的说明包括以下附记的特征。

[0168] [附记1]

[0169] 一种检测装置,检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,所述检测装置具备:

[0170] 计算部,计算检测指标,所述检测指标根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减;

[0171] 检测部,根据通过所述计算部计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;以及

[0172] 重置部,监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置,

[0173] 所述计算部计算根据所述消息的接收间隔和与所述接收间隔相关的参照信息的关系而增减的所述检测指标。

[0174] [附记2]

[0175] 一种检测装置,检测收发包含周期消息的多个消息的网络中的异常,具备处理电路,

[0176] 所述处理电路

[0177] 计算根据所述多个消息的观测结果和与所述观测结果相关的参照信息的关系而增减的检测指标;

[0178] 根据计算出的所述检测指标进行检测所述网络中的异常的检测处理;

[0179] 监视所述检测指标,并在检测到所述检测指标的极值时对所述检测处理中使用的所述检测指标进行重置。

[0180] 附图标记说明

[0181] 10传输线;11通信处理部;12计算部;13重置部;14检测部;15存储部;16通信端口;101中继装置;111通信装置;151检测装置;201网络;301通信系统。

301

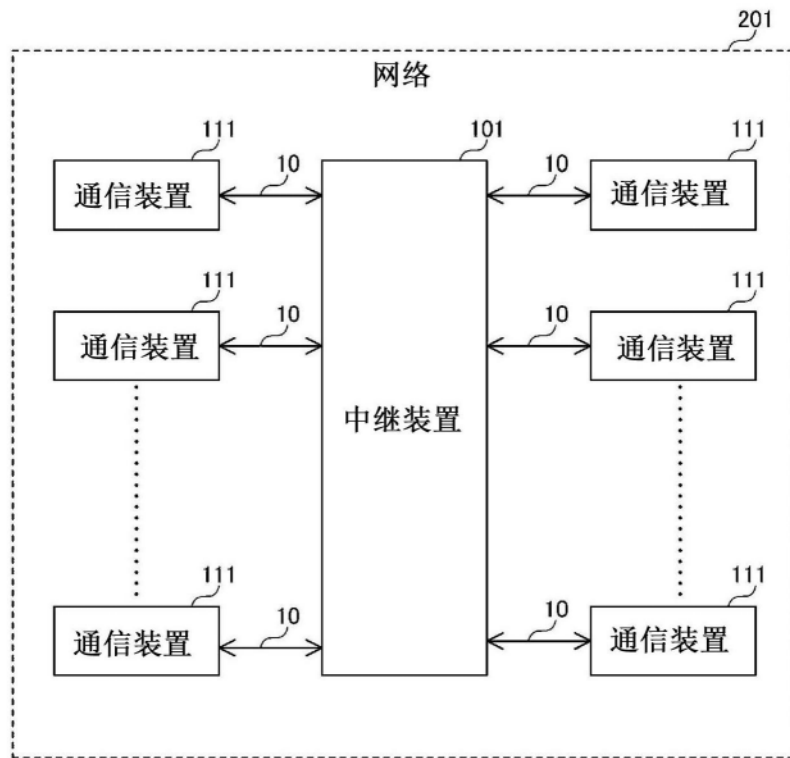


图1

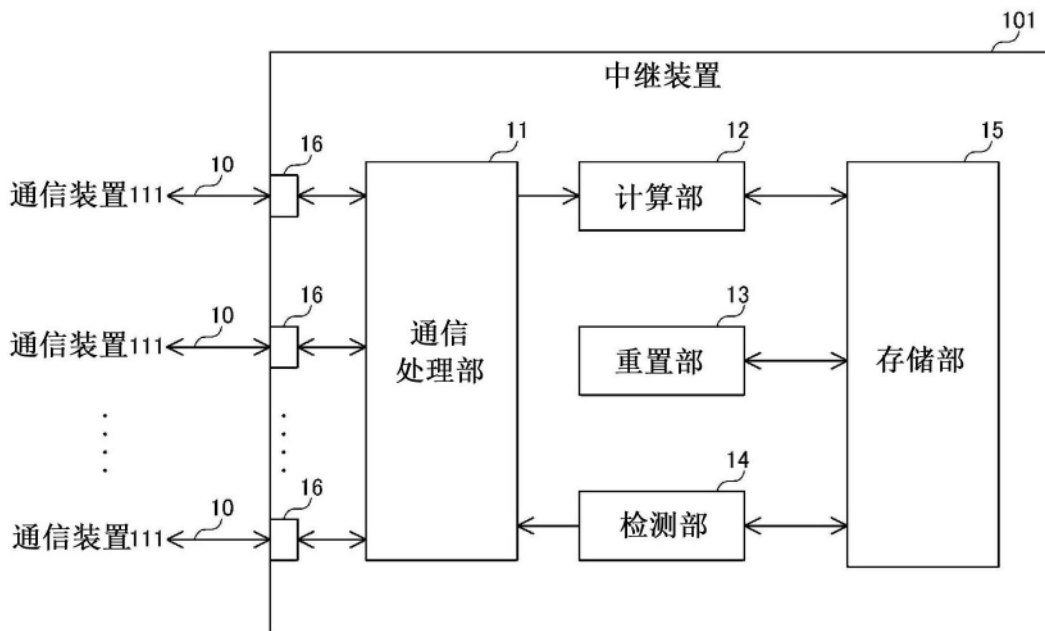


图2

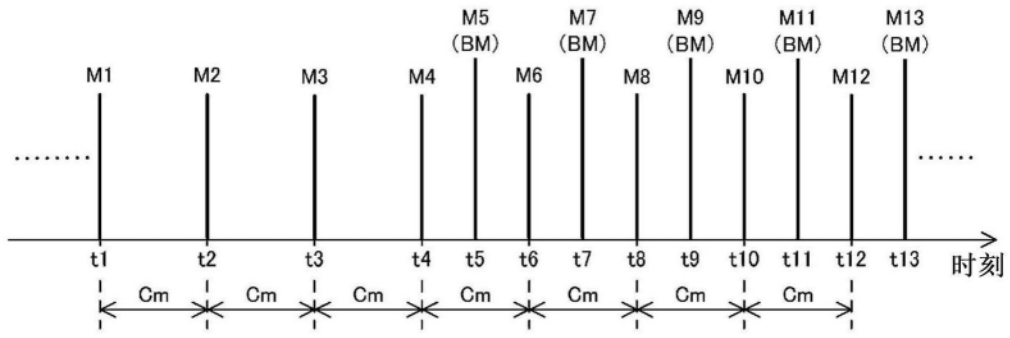


图3

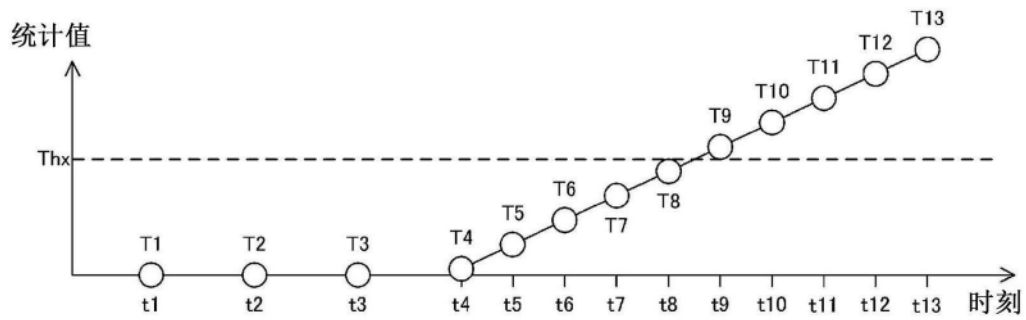


图4

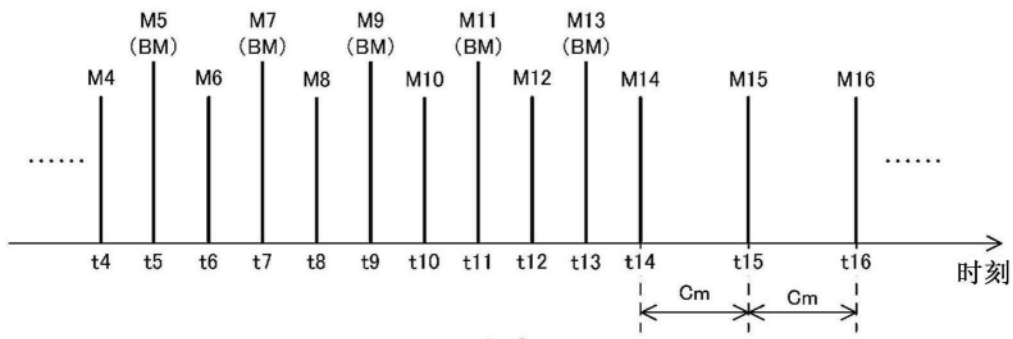


图5

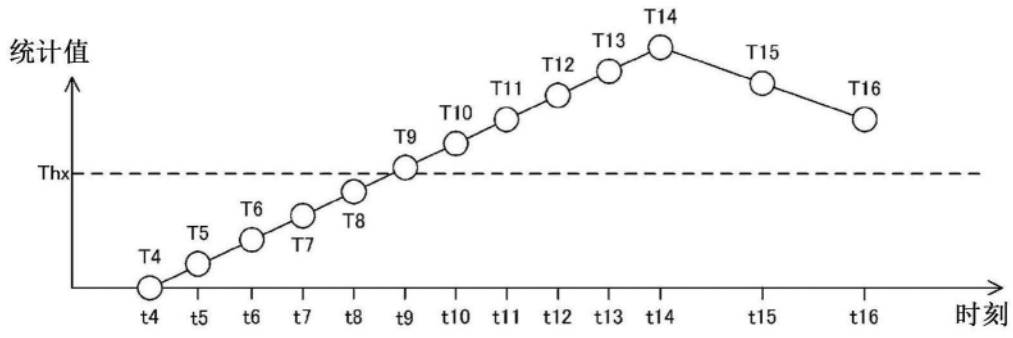


图6

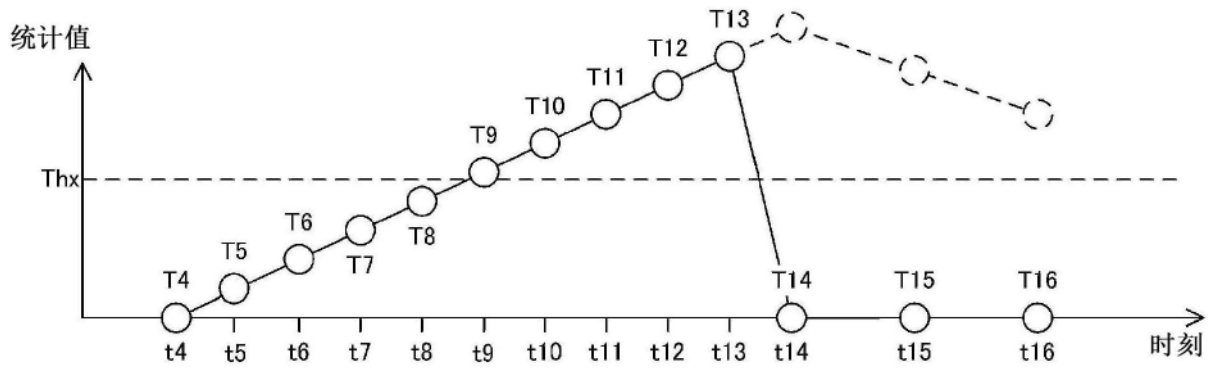


图7

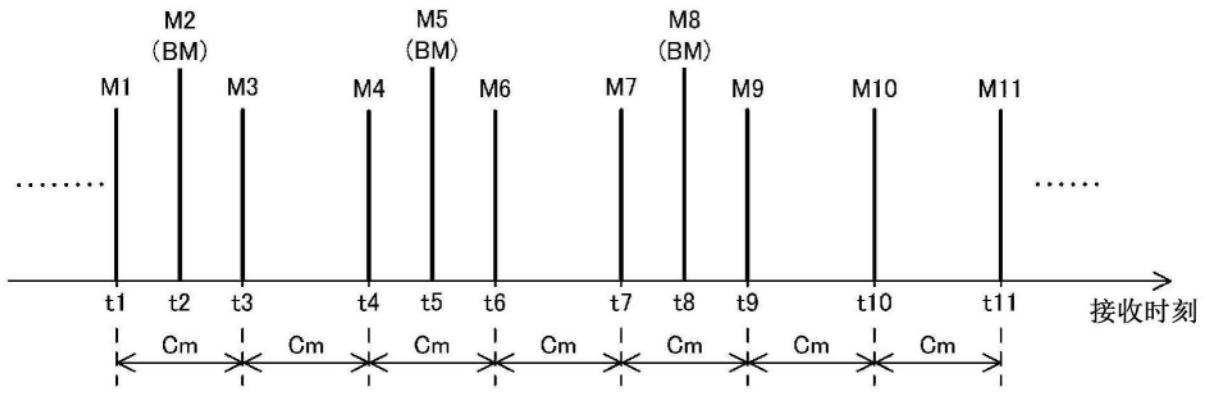


图8

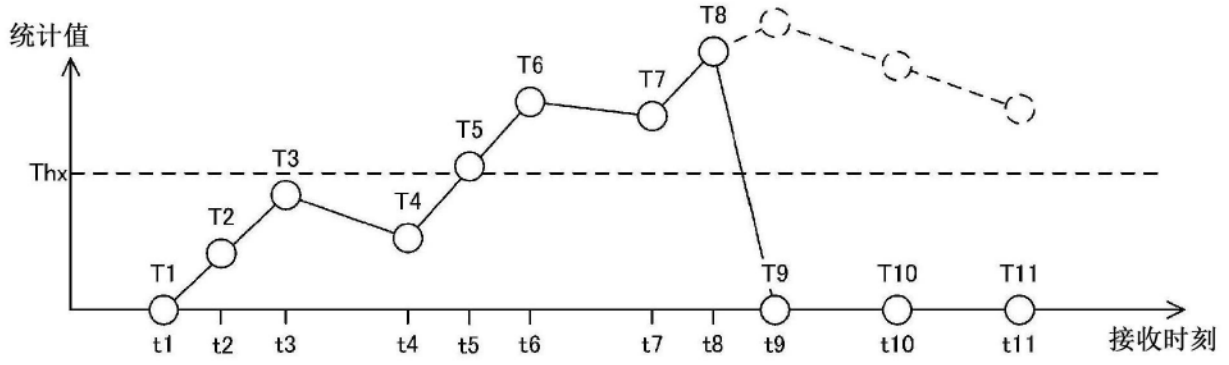


图9

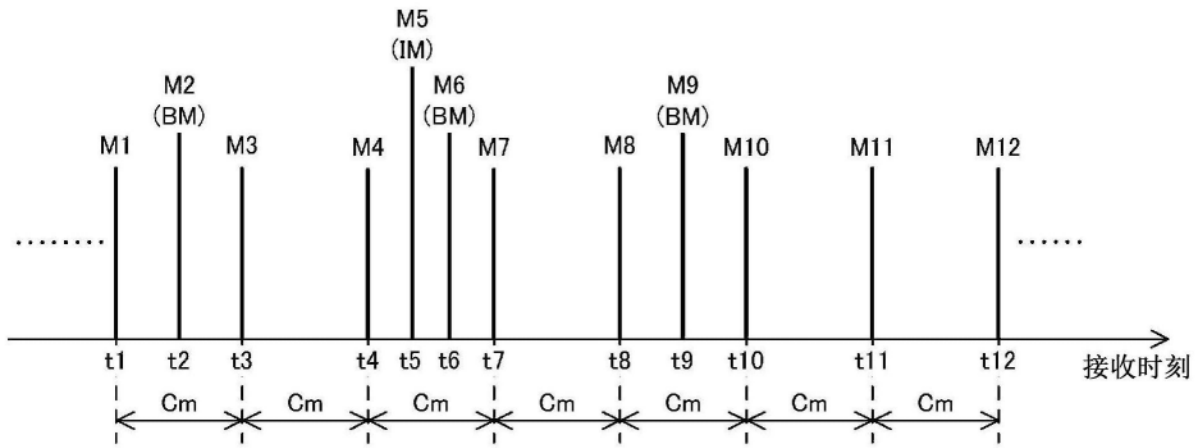


图10

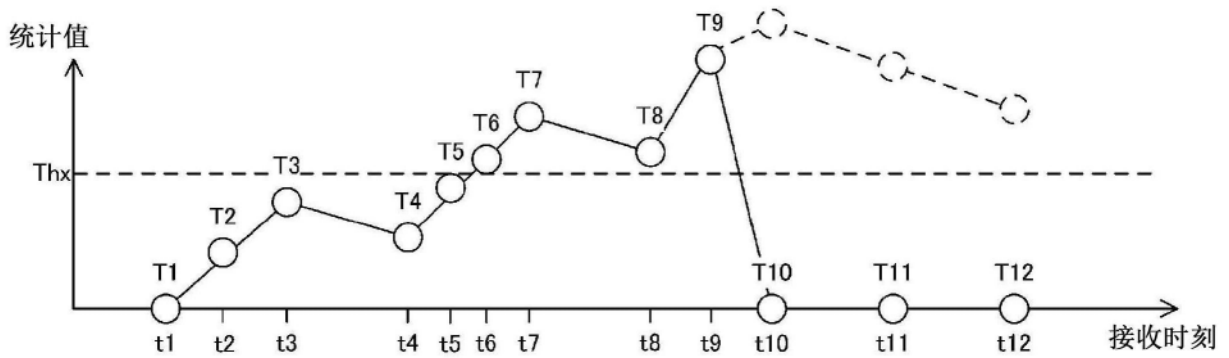


图11

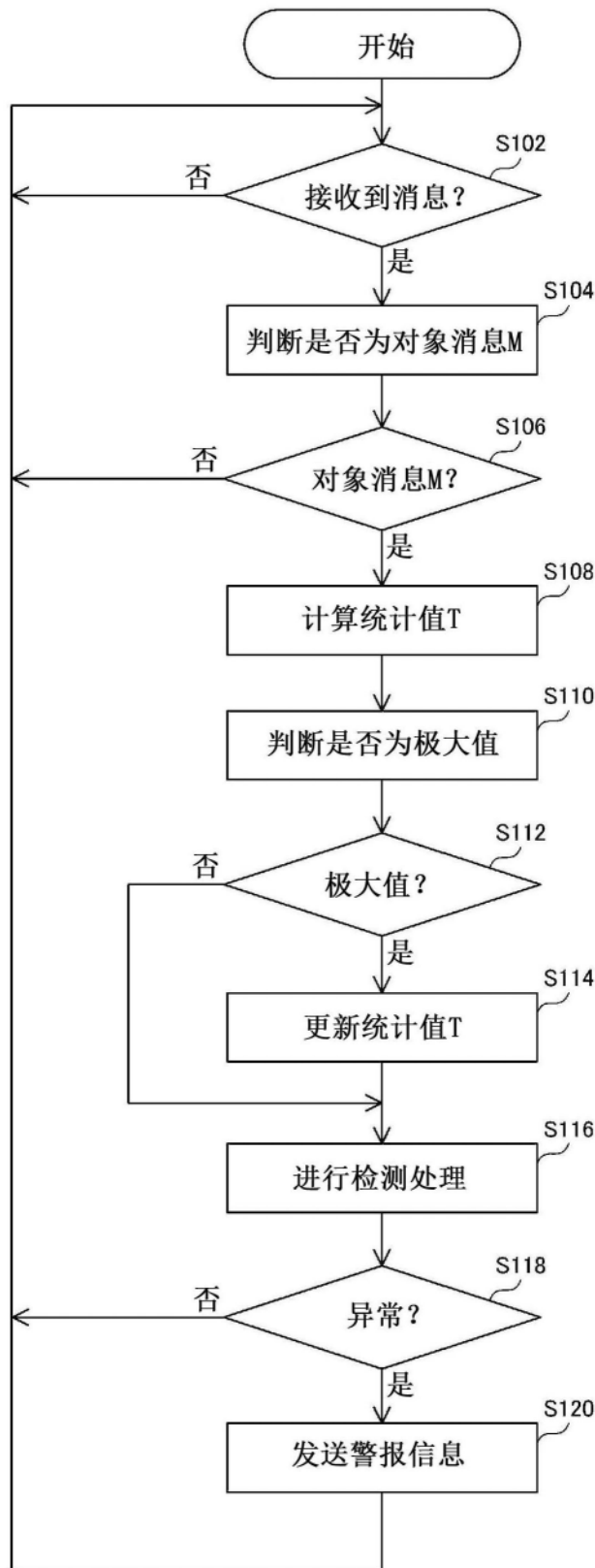


图12

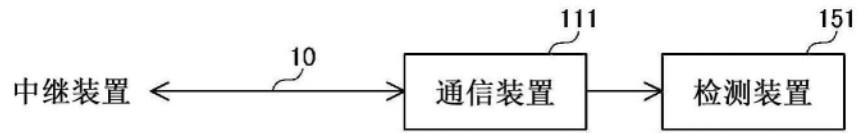


图13

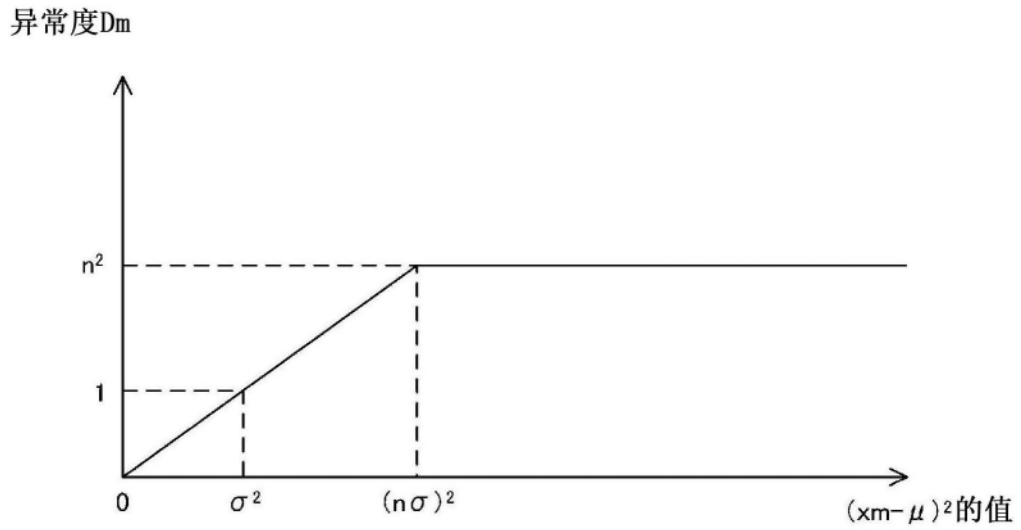


图14