



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109725625 A
(43)申请公布日 2019.05.07

(21)申请号 201810213893.6

(22)申请日 2018.03.15

(30)优先权数据

2017-207881 2017.10.27 JP

(71)申请人 株式会社安川电机

地址 日本福冈县

(72)发明人 正垣隆章 长田武 大久保整

水野直树 坂田笃宣

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 张永玉

(51)Int.Cl.

G05B 23/02(2006.01)

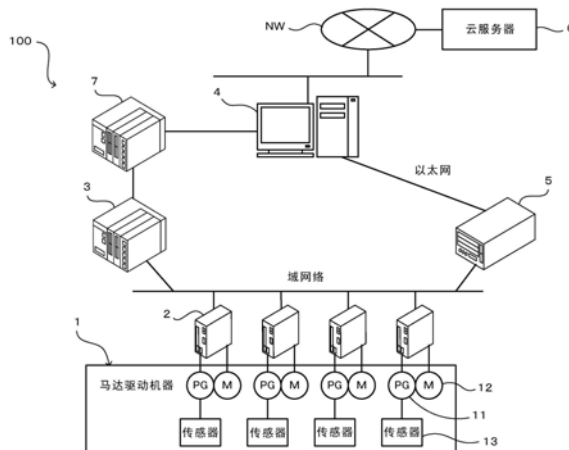
权利要求书2页 说明书14页 附图12页

(54)发明名称

异常判断系统以及方法、数据收发装置、马达控制装置

(57)摘要

本发明涉及在不增加上位控制装置的处理负担情况下进行稳定的异常判断和数据收集的异常判断系统以及方法、数据收发装置、马达控制装置。判断马达驱动机器的动作异常的异常判断系统包括：伺服放大器，基于马达控制指令对驱动马达驱动机器的马达进行控制，并通过比较与该马达的控制关联地获取的动作数据和所保存的基准数据，能够检测马达驱动机器的动作异常；上位控制器，对伺服放大器发送马达控制指令；数据收集模块，在与伺服放大器之间收发基准数据和动作数据；以及边缘服务器，在与数据收集模块之间收发基准数据和动作数据，并能够通过比较动作数据和基准数据来检测马达驱动机器的动作异常。



1. 一种异常判断系统,判断马达驱动机器的动作异常,其特征在于,包括:
马达控制装置,基于马达控制指令对驱动所述马达驱动机器的马达进行控制,并且通过比较与该马达的控制关联地获取的动作数据和所保存的基准数据,能够检测所述马达驱动机器的动作异常;
上位控制装置,对所述马达控制装置发送所述马达控制指令;以及
数据收发装置,在与所述马达控制装置之间收发所述基准数据和所述动作数据。
2. 如权利要求1所述的异常判断系统,其特征在于,
还包括数据管理装置,在与所述数据收发装置之间收发所述基准数据和所述动作数据,并且通过比较所述动作数据和所述基准数据,能够检测所述马达驱动机器的动作异常。
3. 如权利要求1或2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述马达控制装置使用通过机器学习而生成的所述基准数据来判断所述动作数据的数据异常,并且基于判断为数据异常的动作数据的获取方式来判断动作异常,将在所述马达驱动机器被检测为动作异常时所获取的动作数据作为异常动作数据发送给所述数据收发装置。
4. 如权利要求1或2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述基准数据基于正常时动作数据按多个预定动作模式对应地算出,所述正常时动作数据是在所述马达驱动机器正常驱动时获取的。
5. 如权利要求1或2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述马达控制装置在经由所述数据收发装置接收到所述动作数据的获取指示时,将所获取的动作数据发送给所述数据收发装置。
6. 如权利要求2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述数据收发装置与所述数据管理装置集成为一体。
7. 如权利要求1或2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述数据收发装置与所述马达控制装置集成为一体。
8. 如权利要求2所述的异常判断系统,其特征在于,
所述数据收发装置与所述马达控制装置集成为一体,并经由无线通信与所述数据管理装置进行收发。
9. 一种数据收发装置,其特征在于,
将从数据管理装置接收的基准数据发送给马达控制装置,并且
从该马达控制装置接收所述马达控制装置所获取的动作数据,并发送给所述数据管理装置。
10. 一种马达控制装置,其特征在于,
对驱动马达驱动机器的马达进行控制,并且通过比较观测时动作数据和基准数据来检测所述马达驱动机器的动作异常,所述观测时动作数据是在所述马达驱动机器进行观测驱动时从所述马达获取的,所述基准数据是基于在所述马达驱动机器进行正常驱动时从所述马达获取的正常时动作数据算出的。
11. 一种异常判断方法,用于判断由马达驱动的马达驱动机器的异常,其特征在于,执行:
获取在所述马达驱动机器进行观测驱动时的所述马达的观测时动作数据;

使用通过机器学习生成的基准数据来判断所述观测时动作数据的数据异常;以及基于被判断为数据异常的观测时动作数据的获取方式来判断所述马达驱动机器人的动作异常。

12. 如权利要求11所述的异常判断方法,其特征在于,

所述基准数据是样本平均值、样本协方差矩阵,所述样本平均值、样本协方差矩阵是基于预先决定的数据异常判断阈值和在所述马达驱动机器人进行正常驱动时获取的正常时动作数据算出的,

当判断数据异常时执行:

基于所述样本平均值、所述样本协方差矩阵和所述观测时数据算出马氏距离;以及通过比较所述数据异常判断阈值和所述马氏距离来判断所述观测动作时数据的数据异常。

异常判断系统以及方法、数据收发装置、马达控制装置

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及异常判断系统、数据收发装置、马达控制装置以及异常判断方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了以下异常预兆诊断装置：从机器设备所包含的多个装置分别获取时间序列数据，并基于这些时间序列数据诊断有无异常预兆。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本专利第5480440号。

发明内容

[0006] 但是，在上述现有技术中，一个异常预兆诊断装置从多个机器设备的每个所包含的多个装置获取时间序列数据，即处理从多个装置获取的大量的时间序列数据来诊断有无异常预兆。因此，该异常预兆诊断装置等上位控制装置中的处理负担过大，异常判断、数据收集容易变得不稳定。

[0007] 本发明是鉴于这些问题而完成的，其目的在于提供能够不使上位控制装置的处理负担增大而进行稳定的异常判断和数据收集的异常判断系统、数据收发装置、马达控制装置以及异常判断方法。

[0008] 为了解决上述问题，根据本发明的一个方面，应用一种异常判断系统，判断马达驱动机器的动作异常，包括：马达控制装置，基于马达控制指令对驱动所述马达驱动机器的马达进行控制，并且通过比较与该马达的控制关联地获取的动作数据和所保存的基准数据，能够检测所述马达驱动机器的动作异常；上位控制装置，对所述马达控制装置发送所述马达控制指令；以及数据收发装置，在与所述马达控制装置之间收发所述基准数据和所述动作数据。

[0009] 另外，根据本发明的另一方面，应用数据收发装置，将从数据管理装置接收的基准数据发送给马达控制装置，并且从该马达控制装置接收所述马达控制装置所获取的动作数据，并发送给所述数据管理装置。

[0010] 另外，根据本发明的另一方面，应用一种马达控制装置，对驱动马达驱动机器的马达进行控制，并且通过比较观测时动作数据和基准数据，来检测所述马达驱动机器的动作异常，所述观测时动作数据是在所述马达驱动机器进行观测驱动时从所述马达获取的，所述基准数据是基于在所述马达驱动机器进行正常驱动时从所述马达获取的正常时动作数据算出的。

[0011] 另外，根据本发明的另一方面，应用一种异常判断方法，用于判断由马达驱动的马达驱动机器的异常，执行以下：获取在所述马达驱动机器进行观测驱动时的所述马达的观测时动作数据；使用通过机器学习生成的基准数据来判断所述观测时动作数据的数据异

常;以及基于被判断为数据异常的观测时动作数据的获取方式来判断所述马达驱动机器的动作异常。

[0012] 根据本发明,可以在不增加上位控制装置的处理负担的情况下进行稳定的异常判断和数据收集。

附图说明

[0013] 图1是示出异常判断系统的概略的系统构成的图;

[0014] 图2是示出在正常驱动时的第一准备阶段中各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程的图;

[0015] 图3是示出在第二准备阶段中各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程的图;

[0016] 图4是示出在观测驱动时的应用阶段各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程的图;

[0017] 图5是示出正常时动作数据与基准数据的一例的图;

[0018] 图6是对转矩指令的基准数据和观测时动作数据的比较内容进行说明的图;

[0019] 图7是对卡方分布、数据异常判断阈值以及马氏距离的关系进行说明的图;

[0020] 图8是示出在判断老化的动作异常的情况下的观测时动作数据与数据异常检测状态的一例的图;

[0021] 图9是示出进行数据异常判断和动作异常判断的异常判断处理的控制过程的流程图;

[0022] 图10是示出数据收集模块与边缘服务器集成为一体的情况下的系统构成的图;

[0023] 图11是示出数据收集模块与伺服放大器集成为一体的情况下的系统构成的图;

[0024] 图12是示出数据收集模块与伺服放大器集成为一体、并经由无线通信与边缘服务器进行收发情况下的系统构成的图。

具体实施方式

[0025] 以下,参照附图对一个实施方式进行说明。

[0026] 1:异常判断系统的整体构成

[0027] 参照图1,对本实施方式涉及的异常判断系统的整体构成的一例进行说明。

[0028] 图1示出异常判断系统的概略的系统构成图。本实施方式的异常判断系统是对设置在工厂等的生产机器等机器系统进行驱动控制、并进行其动作数据的获取以及动作异常的检测的系统。如图1所示,异常判断系统100具有马达驱动机器1、伺服放大器2、上位控制器3、边缘服务器4、数据收集模块5以及上位指令装置7。

[0029] 马达驱动机器1是通过该异常判断系统100判断与其驱动相关的各种异常的对象机器系统。该马达驱动机器1分别具有多个(在图示的例子中是四个)马达12以及被这些马达12驱动的驱动机构(未特别图示),所述马达12包括编码器11,各马达12以分别不同的动作模式被进行协调控制,由此成为其整体工作的多轴的机器系统。在本实施方式的例子中,各马达12是旋转式电动马达,编码器11是光学地检测出马达12的旋转位置并输出的传感器。此外,各马达12不限于旋转式,除此之外也可以使用直动型的所谓直线马达,在该情

况下,直线马达代替编码器11而具有线性标尺等的位置检测传感器(未特别图示)。另外,在本实施方式例子中,马达驱动机器1还具有外部传感器13,所述外部传感器13能够检测与各马达12的驱动控制相关的各种状态量,能够检测出分别对应的马达12、马达驱动机器1的各种状态量(振动、机器温度、环境温度、环境湿度等)的外部传感器13(在图中简记为“传感器”)经由所谓域网络、即例如 Σ -LINK(注册商标)与上述的各编码器11能够收发信息地连接。此外,马达驱动机器1不限于如图示的例子那样以多轴进行驱动控制的机器系统,也可以是以单轴进行驱动控制的机器系统(未特别图示)。

[0030] 伺服放大器2(马达控制装置)以分别与上述多个马达12单独对应的方式设置,并具有将基于从后述的上位控制器3(上位控制装置)输入的马达控制指令生成的驱动功率供应给对应的马达12并进行驱动控制的功能。在本实施方式例子中,这些伺服放大器2还具有以下功能:将在供应驱动功率的过程中生成的转矩指令以及基于从编码器11输出的马达12的输出位置而生成的输出速度这两个时间序列数据作为动作数据依次获取,并向外部的设备发送(参照后述的图2、图4)。另外,在本实施方式中,各伺服放大器2还具有以下功能:通过比较所获取的动作数据和预先保存的基准数据来检测马达驱动机器1的动作异常。关于该动作异常的检测功能在后面详细叙述。

[0031] 上位控制器3(上位控制装置)具有以下功能:为了使马达驱动机器1进行希望的时间顺序的驱动动作,例如依次生成各马达12的输出位置指令等这样的马达控制指令并输出。此外,关于在这样的上位控制器3中的马达控制指令的生成、输出功能,基于从后述的上位指令装置7输入的上位控制指令而进行其开始以及停止的触发、各种参数的设定。另外,在本实施方式例子中,经由专用于机器控制用系统设备之间的信号通信的所谓域网络、例如MECHATROLINK(注册商标),上位控制器3与各伺服放大器2之间能够收发信息地连接。

[0032] 边缘服务器4(数据管理装置)例如由桌上型通用个人计算机构成,具有基于来自用户的输入操作(访问)对该异常判断系统整体进行管理、控制的功能。具体地,边缘服务器4将通过如图示的例子那样经由ETHERNET(以太网,注册商标)连接的后述的数据收集模块5从各伺服放大器2获取的动作数据进行保存、管理,并且特别是基于后述的正常驱动时的动作数据生成用于检测数据异常的基准数据。此外,关于该基准数据的生成处理在后面详细叙述。另外,边缘服务器4如图示的例子那样经由因特网等广域网NW与外部的云服务器6能够收发信息地连接,从而也能够将所保存的动作数据、异常检测信息等发送给云服务器6,另外,在重视安全的网络方式的情况下,也有不与云服务器6连接的情况。

[0033] 数据收集模块5(数据收发装置)具有以下功能:中继在各伺服放大器2与上述边缘服务器4之间的各种数据、通知信息等的收发。在本实施方式例子中,数据收集模块5作为与各伺服放大器2同级的一个终端与上述域网络的MECHATROLINK(注册商标)连接,并能够在与伺服放大器2之间并行并且实时地收发各种数据等。另外,在本实施方式例子中,数据收集模块5经由ETHERNET(注册商标)与边缘服务器4直接连接,能够快速收发各种数据等。如此,数据收集模块5能够吸收伺服放大器2与边缘服务器4各自的通信标准、处理周期的差异,并顺利地中继它们之间的各种数据的收发。即,在该例子中存在以下不同,在一般的域网络侧(伺服放大器2侧),作为数据传输特性,访问周期短、传输频带窄,另一方面,在ETHERNET(注册商标)侧(边缘服务器4侧),访问周期长、频带宽。相对于此,数据收集模块5适当地进行数据的缓存和收发的同步控制,使得即使在这些数据传输特性不同的通信标准

之间,也能够顺利地收发大量的数据。

[0034] 上位指令装置7例如由通用个人计算机、PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑器件)构成,具有对马达驱动机器1整体的工作和停止进行管理的功能。具体地,上位指令装置7参照边缘服务器4保存的动作数据、异常判断结果等来对马达驱动机器1的动作状态进行监视,并将反映到该动作状态上的上位控制指令发送给上位控制器3。该上位控制指令是以下指令:针对上位控制器3,使其进行其马达控制指令的生成、输出的开始以及停止的指示(即马达驱动机器1整体的工作、停止的指示)、各种参数的设定。

[0035] 2:本实施方式的特点

[0036] 作为进行马达驱动机器1的驱动控制的系统,通常上位控制器3生成并发送马达控制指令,接收了该指令的伺服放大器2基于该马达控制指令控制驱动马达驱动机器1的马达12。由此,在将多个马达控制指令按时间序列组合的动作模式下,能够进行马达驱动机器1的序列控制。并且,在马达驱动机器1被多个马达12驱动的情况下,一个上位控制器3向与各马达12分别对应的伺服放大器2分别生成马达控制指令并发送,由此能够进行使各马达12协调驱动的马达驱动机器1整体的序列控制。

[0037] 另一方面,在长期运用马达驱动机器1的情况下,容易发生老化等引起的动作异常。近年来,要求以下异常判断功能:在积累那样的动作异常而马达驱动机器1整体发生重大的故障之前,能够迅速地检测微弱的动作异常而执行快速的故障对策。另外,与此同时,从数据驱动型技术开发的观点出发,总是实时获取从各种传感器依次检测的大量的传感器数据,发送到上位的数据管理装置(该例子的边缘服务器4、云服务器6)等并保存的必要性也增大。

[0038] 但是,上位控制器3具备的CPU的处理资源(处理能力)是有限的,难以进行以下处理:与针对如上述那样的多个伺服放大器2的每个的马达控制指令的生成、发送这样的通常处理并行,一个上位控制器3同时对在按各马达12的驱动动作的异常判断处理和传感器数据的依次获取、保存进行处理。

[0039] 与此相对,在本实施方式的异常判断系统100中,伺服放大器2基于从上位控制器3接收的马达控制指令对马达12进行控制,并通过对该马达12的控制关联获取的动作数据和预先保存的基准数据进行比较来检测马达驱动机器1的动作异常。另外,在与伺服放大器2之间设置有数据收集模块5,所述数据收集模块5用于收发基准数据和动作数据。

[0040] 在该异常判断系统100中,能够单独地且并行地对来自各伺服放大器2分别对应的马达12的动作数据的获取和动作异常的检测进行处理,另外,数据收集模块5能够将由各伺服放大器2获取的动作数据一并接收并进行管理。此时,由于在各伺服放大器2中通过例如霍特林的 T^2 法等仅进行动作数据和基准数据的比较处理就能够简易地检测动作异常,因此该伺服放大器2能够在通常具有的CPU的处理资源的允许范围内执行。另外,专用的数据收集模块5由于能够接收在各伺服放大器2依次获取的动作数据来进行管理,因此即使马达驱动机器1是由多个马达12驱动的构成,上位控制器3只要进行生成并发送各伺服放大器2的马达控制指令的通常处理即可,不会增加处理负载。以下,对该功能依次详细地说明。

[0041] 3:关于各阶段中的信息收发内容

[0042] 首先,本实施方式的异常判断系统100在为能够判断马达驱动机器1的动作异常的状态之前需要经过两个准备阶段。具体地,能够经过在各伺服放大器2获取后述的正常时动

作数据的第一准备阶段以及基于所获取的正常时动作数据生成基准数据并保存在各伺服放大器2的第二准备阶段,之后执行初次对马达驱动机器1进行通常地驱动控制并进行异常判断的应用阶段。以下,参照附图对在各阶段的各系统设备的处理和信息的流程进行说明。此外,为了避免图示的复杂化,在以下所示的图2~图4中,省略上述图1所示的外部传感器13等的图示。

[0043] 3-1: 第一准备阶段

[0044] 首先,该第一准备阶段在马达驱动机器1进行正常驱动时进行。作为该正常驱动考虑例如在马达驱动机器1组装制造后进行了充分的调整的状态下基本不发生动作异常、以能够确认为如设计那样进行动作的状态(初始应用或者试验应用)的驱动。

[0045] 图2示出在那样的正常驱动时的第一准备阶段中各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程。在该图2中,首先,最初上位指令装置7向上位控制器3发送上位控制指令,以开始马达驱动机器1整体的工作。将该上位控制指令的接收作为触发,上位控制器3向各伺服放大器2(为了简化图示在图中仅图示出一个,以下同样)单独地发送马达控制指令。

[0046] 各伺服放大器2参照分别对应的编码器11的检测信息,并基于所接收的马达控制指令生成驱动功率,并供应给对应的马达12。另一方面,在该第一准备阶段中,各伺服放大器2例如将在供应驱动功率的过程中生成的转矩指令以及基于编码器11的检测信息算出的马达12的输出速度这两个时间序列数据作为一组正常时动作数据而依次获取,并在从数据收集模块5接收了动作数据的获取指示时将那些所有的正常时动作数据发送给数据收集模块5。数据收集模块5将所接收的正常时动作数据按照伺服放大器2区别开并发送给边缘服务器4。边缘服务器4将所接收的正常时动作数据按照各伺服放大器2而对应地保存。此外,在本实施方式的例子中,特别将马达驱动机器1在以预定的判断动作模式(预定的动作模式)工作的预定期间内所获取的正常时动作数据区别为判断基准用的正常时动作数据来获取、发送、保存。此外,在该例子中,该判断动作模式设定多个种类。另外,判断动作模式可以是在马达驱动机器1的通常应用时动作的动作模式,或者也可以是只能在该第一准备阶段动作的动作模式(即,后述的基准数据的生成专用的动作模式)。

[0047] 根据以上,在该第一准备阶段中,在正常驱动时由马达驱动机器1的各伺服放大器2分别获取的所有的正常时动作数据按各伺服放大器2区别开而分别被保存在边缘服务器4。另外,那些被保存的正常时动作数据中的、在上述的判断动作模式下的驱动控制中所获取的数据特别被区别为判断基准用的正常时动作数据。

[0048] 3-2: 第二准备阶段

[0049] 该第二准备阶段在判断为在上述第一准备阶段在边缘服务器4充分积累了各伺服放大器2的正常时动作数据之后进行。在该第二准备阶段中,在上位控制器3不发送马达控制指令、马达驱动机器1停止工作的状态下进行。

[0050] 图3示出在这样的第二准备阶段中各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程。在该图3中,边缘服务器4基于按照各伺服放大器2而保存的判断基准用的正常时动作数据而按照每个对应的伺服放大器2生成基准数据,并发送给数据收集模块5。数据收集模块5将所接收的基准数据发送给对应的伺服放大器2。各伺服放大器2保存所接收的基准数据。

[0051] 根据以上,在该第二准备阶段中,基于按照各伺服放大器2获取的判断基准用的正常时动作数据生成各自的基准数据,并且这些基准数据被保存到对应的伺服放大器2。

[0052] 3-3:应用阶段

[0053] 该应用阶段是当在上述第二准备阶段中在所有的伺服放大器2中保存了分别对应的基准数据后的观测驱动时进行。作为该观测驱动时,例如考虑在马达驱动机器1以足够长的期间被应用并且可能发生动作异常的状态(实务应用)下的驱动。

[0054] 图4示出在那样的应用阶段中各系统设备所执行的处理的内容以及在各系统设备之间收发的信息的流程。在该图4中,首先,最初上位指令装置7向上位控制器3发送上位控制指令,所述上位控制指令是指示开始马达驱动机器1整体的工作的指令。将该上位控制指令的接收作为触发,上位控制器3针对各伺服放大器2单独地发送马达控制指令。各伺服放大器2参照编码器11的检测信息并基于马达控制指令生成驱动功率而供应给马达12。由此,进行马达驱动机器1的通常的驱动控制。

[0055] 另一方面,在该应用阶段中,各伺服放大器2例如将上述的转矩指令和马达12的输出速度这两个动作数据作为一组观测时动作数据而依次获取,并将这些所有的观测时动作数据发送给数据收集模块5。数据收集模块5将所接收的观测时动作数据按照各伺服放大器2区别开并发送给边缘服务器4。边缘服务器4将所接收的观测时动作数据按照各伺服放大器2对应地保存。

[0056] 并且,在本实施方式的例子中,各伺服放大器2特别是针对马达驱动机器1在上述的判断动作模式下工作的预定期间内所获取的观测时动作数据,与已经保存的基准数据进行比较,由此判断在马达驱动机器1中是否发生了动作异常。即,关于该动作异常的判断,详细情况是对马达驱动机器1具备的机器构成中的、与该伺服放大器2对应的马达12驱动的可动部分及其周边部分的动作异常进行判断。

[0057] 另外,在本实施方式的例子中具体的该动作异常的判断在数据异常的判断和动作异常的判断这两个阶段来进行。即,通过对判断动作模式的驱动控制中所获取的观测时动作数据和基准数据进行直接比较,来判断在该观测时动作数据中是否发生数据异常。并且,基于判断为数据异常的观测时动作数据的获取方式,判断最终是否发生动作异常。关于这些数据异常的判断和动作异常的判断的详细情况在后面叙述。并且,当判断为发生了动作异常的情况下,伺服放大器2进行预定的通知处理,并将判断为动作异常的观测时动作数据特别区别为异常动作数据而发送给数据收集模块5,并保存在边缘服务器4。此外,如上述那样,异常动作数据以外的正常的观测时动作数据也总是被发送给数据收集模块5,并保存在边缘服务器4中。

[0058] 根据以上,在该应用阶段中,与马达驱动机器1的通常的驱动控制并行地,所有的观测时动作数据按各伺服放大器2区别开并被保存在边缘服务器4中。另外,当在各马达12驱动的可动部分以及周边部分发生了动作异常时,对应的伺服放大器2对其进行判断,进行适当的通知,并且对应的判断动作模式中的观测时动作数据作为异常动作数据而被保存在边缘服务器4中。

[0059] 4:关于异常判断的方法

[0060] 以下,对各伺服放大器2和边缘服务器4协作进行的马达驱动机器1的异常判断(异常检测)的方法进行详细地说明。

[0061] 能够由伺服放大器2检测出的状态量是输入到马达12的转矩、马达12输出的速度、位置、以及外部传感器13的检测信息。特别是转矩,在进行位置/速度控制的情况下也反映了马达驱动机器1侧的反作用力的影响,因此通过继续观测,认为能够捕捉到老化等动作异常。在本实施方式的例子中,作为根据所观测出的波形检测变化的方法,利用基于统计学的方法的机器学习。

[0062] 但是,通过以上的机器学习能够检测的异常仅是能够根据瞬时获取的数据直接判断的异常状态。与此相对,在如马达驱动机器1这样的机器系统中,在非常短的时间内机构的位置发生变化,并且根据条件在连续的微位移中机构发生变为异常的部分和正常的部分,因此需要根据所有的场所来判断老化等的动作异常。另外,在考虑机器系统整体的情况下,以单纯地仅仅通过统计学的方法来判断机器系统整体的异常是不适当的。

[0063] 因此,在本实施方式的异常判断系统100中,将通过机器学习而根据数据直接判断的异常状态设为数据异常,另外,单独地将与马达驱动机器1中的老化、振荡的状态相当的异常状态设为动作异常,并对这些数据异常和动作异常区别处理。并且,异常判断系统100获取在马达驱动机器1的驱动中与马达12的输入输出有关的时间序列数据作为动作数据,并根据该动作数据判断数据异常。在此基础上,基于被判断为数据异常的动作数据的获取方式(获取时刻、获取频率、获取频度、获取组合等)判断马达驱动机器1的动作异常。关于该数据异常和动作异常的各自的判断方法,将按照以下顺序进行说明。

[0064] 5:关于数据异常判断

[0065] 5-1:基于机器学习的数据异常判断

[0066] 通常人们观测波形来进行正常/异常的判断大多主要是基于经验。将该经验以数学式表示并在计算机上进行的方法是机器学习。基于机器学习的变化检测方法的基本的思想是:创建作为基准的数据组(上述的正常时动作数据)的正态分布,并将其作为基准数据,确认在应用阶段获取的数据(上述的观测时动作数据)是否从基准数据的正态分布脱离。

[0067] 在进行数据异常判断的基础上,可以考虑基准数据以在数据上全部是正常的为前提的情况以及在数据上对正常和异常贴上标签的基准数据混合存在的情况。但是,应用于机构部件的老化时,由于难以事先准备异常的基准数据,因此考虑为以基准数据全部是正常的这样的前提是现实的。因此,在本实施方式的例子中,如图5所示,基于如上述那样在数据上确定为全部是正常的正常时动作数据生成基准数据。此外,图5中所示的基准数据的曲线图是将后述的样本平均值 μ 、样本协方差矩阵 Σ 以及数据异常判断阈值 a_{th} 以与正常时动作数据相同的时间系列曲线图示出。

[0068] 为了判断从正态分布脱离出,如图6所示,在正态分布的端部设置数据异常判断用的阈值,只要确认观测时动作数据相对于正态分布中心(平均值、期望值)远离数据异常判断阈值即可。在本实施方式的例子中,如上述那样,在转矩指令和马达输出速度这两种时间序列数据中获取动作数据,并与这些多种动作数据分别对应地判断数据异常(在图6中仅图示出转矩指令的情况,基准数据为了易于图示的理解而示出与上述图5所示的基准数据不同的简易的内容)。

[0069] 5-2:关于霍特林的 T^2 法

[0070] 在本实施方式中,作为基于机器学习的变化检测方法而应用霍特林的 T^2 法。霍特林的 T^2 法是并行观测多种数据的变化波形的多变量分析的一种方法,其处理以以下的(步

骤1)～(步骤6)进行。

[0071] (步骤1) 决定误报率

[0072] 在数据中存在正常数据和异常数据,将从正态分布中脱离多少的情况设为异常数据的指标为误报率 α 。例如,如果认为误报率1%,则为 $\alpha=0.01$ 。此外,在概率统计论的想法中,由于在将误报率设为0的情况下所有的数据变为正常,因此在原理上不将误报率 α 设为0。

[0073] (步骤2) 算出卡方分布

[0074] 设自由度 M 、比例因子 $s=1$,则根据下式算出卡方分布。此外,自由度 M 是指定独立的基准数据的种类的数目(上述的多变量分析中的变量的种类的数目,在本实施方式的例子中由于应用转矩指令和马达输出速度这两种,因此 $M=2$)的参数。

$$[0075] \quad \chi^2(x|M,1) = \frac{1}{2\Gamma\left(\frac{M}{2}\right)} \left(\frac{x}{2}\right)^{\frac{M}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}$$

[0076] 这里, Γ 是表示伽马函数,由下式定义。

$$[0077] \quad \Gamma\left(\frac{M}{2}\right) = \int_0^{\infty} dt t^{\frac{M}{2}-1} e^{-t}$$

[0078] (步骤3) 算出数据异常判断阈值

[0079] 根据由上述(步骤1)决定的误报率 α 和由上述(步骤2)算出的卡方分布,算出满足下式的数据异常判断阈值 a_{th} 。

$$[0080] \quad 1 - \alpha = \int_0^{a_{th}} dx \chi^2(x|M,1)$$

[0081] (步骤4) 算出样本平均值和样本协方差矩阵

[0082] 基于作为正常数据的基准数据,根据下式算出样本平均值 μ (在文中的记载中省略上方标记(hat),以下同样)和样本协方差矩阵 Σ (在文中的记载中省略上方标记,以下同样)。

$$[0083] \quad \hat{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x^{(n)}$$

$$[0084] \quad \hat{\Sigma} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x^{(n)} - \hat{\mu})(x^{(n)} - \hat{\mu})^T$$

[0085] 这里, $x^{(n)}$ 是第 n 个的种类的基准数据。

[0086] (步骤5) 算出马氏距离

[0087] 基于在上述(步骤4)中算出的样本平均值 μ 、样本协方差矩阵 Σ 以及所检测出的观测数据 x' ,根据下式算出马氏距离 $a(x')$ 。

$$[0088] \quad a(x') = (x' - \hat{\mu})^T \hat{\Sigma}^{-1} (x' - \hat{\mu})$$

[0089] (步骤6) 比较数据异常判断阈值和马氏距离

[0090] 对在上述(步骤3)中算出的数据异常判断阈值 a_{th} 与在上述(步骤5)中算出的马氏距离 $a(x')$ 进行比较。在马氏距离 $a(x')$ 超过了数据异常判断阈值 a_{th} 的情况下($a(x') > a_{th}$)，判断为在上述(步骤5)中使用的观测数据处于数据异常的状态。

[0091] 如图7所示，卡方分布是按照自由度 M 而分布发生变化的概率分布，根据具有所谓再现性的特性而适合在多变量分析中应用。例如如本实施方式的例子那样，在获取变量的种类(转矩指令、马达输出速度)的数目是两个的动作数据的情况下，利用自由度 $M=2$ 、在图7中的实线示出的卡方分布。在该卡方分布中，在马氏距离 $a(x')$ 比相当于误报率 α 的数据异常判断阈值 a_{th} 大的情况下，视为在用于算出该马氏距离 $a(x')$ 的观测时动作数据中发生了数据异常。即，在变量的种类数是两个的多变量分析中，能够根据数据异常判断阈值 a_{th} 与马氏距离 $a(x')$ 的一元的比较来判断基于这两个数据的组合的多元的异常的程度(距离正常多远的程度)。此外，在算出马氏距离 $a(x')$ 时使用样本平均值 μ 和样本协方差矩阵 Σ ，由此抵消因两种动作数据各自的正态分布之间的相关性而产生的影响。此外，也能够按照动作数据的种类单独应用分别设为自由度 $M=1$ 的霍特林 T^2 法的数据异常判断。

[0092] 5-3:具体的数据异常判断

[0093] 这里，例如在不使用机器学习来判断数据异常的情况下，需要按照每个时刻来创建正态分布以及数据异常判断阈值，并且即使在观测时动作数据中也需要计算正态分布。在正态分布的计算中需要计算平均值和标准偏差，但是由于标准偏差的计算复杂，因此在动作数据的获取中实时地实施计算是不现实的。另外，数据异常判断阈值也在动作数据获取中相对于正态分布而依次设定，因此成为按照每个时刻而不同的值。

[0094] 因此，为了解决上述问题，在本实施方式的例子中，通过利用机器学习，处理如以下那样。

[0095] (事先准备:边缘服务器)

[0096] 1:获取多个正常时动作数据。

[0097] 2:根据正常时动作数据组计算样本平均值 μ 和样本协方差矩阵 Σ 。

[0098] 3:根据误报率 α 和卡方分布计算数据异常判断阈值 a_{th} 。

[0099] (数据异常判断:伺服放大器)

[0100] 1:获取观测时动作数据。

[0101] 2:针对观测时动作数据，计算马氏距离 $a(x')$ 。

[0102] 3:如果马氏距离 $a(x')$ 超过数据异常判断阈值 a_{th} ，则判断为数据异常。

[0103] 在如此利用了机器学习的方法中，代替正态分布的计算，而进行样本平均值 μ 、样本协方差矩阵 Σ 以及马氏距离 $a(x')$ 的计算。这些计算由于是简单的四则运算，因此即使在很长期间的马达驱动机器1的实际应用时间中以短周期依次计算也不会变为大的负载处理。另外，数据异常判断阈值 a_{th} 仅计算式复杂，但是由于为不依赖于时刻的常数，因此只要事先计算一次就可以。

[0104] 根据以上，在本实施方式的例子中，关于基于正常时动作数据计算作为基准数据的样本平均值、样本协方差矩阵以及数据异常判断阈值这样的高负载处理，使通用性高且CPU的处理资源高的边缘服务器4执行。另一方面，关于低负载处理由CPU的剩余处理资源低的伺服放大器2来分别执行，低负载处理基于样本平均值、样本协方差矩阵、观测时动作数据计算马氏距离，并通过比较数据异常判断阈值和马氏距离(即比较基准数据和观测时动

作数据)来判断在该时刻的观测时动作数据中是否发生了数据异常。在本实施方式中,通过如此分担处理,即使在由多轴驱动的马达驱动机器1的应用阶段中,也能够功能地并且实时地执行在各轴的数据异常的判断。

[0105] 6:关于动作异常判断

[0106] 根据上述的数据异常判断,能够二值地判断在获取观测时动作数据的时间点的数据上看有无异常状态(即异常/正常)。但是,如上述那样,即使一次判断为数据异常也不应该判断为在机器系统整体中发生了动作异常。此外,当在数据异常发生多次时,能够基于其发生方式一次地估计动作异常的内容。在本实施方式的例子中,基于随着老化的发展而数据异常的发生频度渐渐增加的考察,在数据异常的发生频度超过预定值的情况下,判断为在马达驱动机器1中发生了老化的种类的动作异常。

[0107] 具体地,如图8所示,在将判断动作模式的驱动期间内的观测时动作数据的获取数设为1024点的情况下,在其中的数据异常的检测数低(图示的例子为16点)的情况下判断为是动作正常,在数据异常的检测数高(图示的例子为235点)的情况下判断为是动作异常。并且,在判断为发生了动作异常的情况下,在该判断动作模式的驱动期间内获取的观测时动作数据全部作为异常动作数据而发送到数据收集模块5。

[0108] 另外,如果能够理解动作异常的特性和数据异常的判断方式的因果关系,则也能够判断上述老化以外的种类的机器异常为动作异常的种类。例如,在通过转矩指令和马达输出速度这两者的观测时动作数据分别判断数据异常的情况下,可以判断马达驱动机构1的振荡为动作异常的种类。由此,用户清楚在改善机器异常时只要进行振荡的应对即可,从而提高便利性。除此之外通过转矩指令判断出数据异常、根据马达输出速度未判断出数据异常的情况下,可以判断马达驱动机器1中的干扰抑制(摩擦大)作为动作异常的种类。另外,在根据转矩指令未判断出数据异常、根据马达输出速度判断出数据异常的情况下,可以判断马达驱动机器1中的机器晃动作为动作异常的种类。

[0109] 7:具体的控制流程

[0110] 以下详细地对上述的用于判断因老化引起的动作异常的具体的控制流程的一例进行说明。图9是示出进行数据异常判断和动作异常判断的异常判断处理的控制过程的流程图。该流程图在能够产生数据异常的马达驱动机器1进行观测驱动时(应用阶段)由伺服放大器2的CPU(未特别图示)执行。此外,在该流程图中示出的异常判断处理与伺服放大器2基于从上位控制器3接收的马达控制指令而供应驱动功率的通常处理(未特别图示)并行执行,特别是仅在接收与判断动作模式对应的马达控制指令的期间被执行的处理。

[0111] 首先,在步骤S105中,伺服放大器2的CPU从上位控制器3接收与判断动作模式(通常应用时的动作模式、或者基准数据创建专用的动作模式)对应的马达控制指令,并通过通常处理来判断是否开始其驱动。并且,直到开始判断动作模式下的驱动为止循环等待。

[0112] 接着,转移到步骤S110,伺服放大器2的CPU在执行中的判断动作模式的整个过程中按照系统周期等的每个预定时间获取全部的各变量(转矩指令以及马达输出速度)的观测时动作数据,并保存到RAM(未特别示出)等存储装置。

[0113] 接着,转移到步骤S115,伺服放大器2的CPU根据在上述第二准备阶段中预先保存的样本平均值 μ 和样本协方差矩阵 Σ 、以及在上述步骤S110中获取的观测时动作数据组算出各时间点的马氏距离 $a(x')$ 。

[0114] 接着,转移到步骤S120,伺服放大器2的CPU比较在上述步骤S115中算出的各时间点的马氏距离 $a(x')$ 是否分别超过在上述第二准备阶段预先保存的数据异常判断阈值 a_{th} (在图中简记为“阈值”)来进行判断。换言之,判断在上述步骤S110获取的各时间点的观测时动作数据是否分别是数据异常的状态。

[0115] 在步骤S125中,伺服放大器2的CPU判断在由上述步骤S110获取的一次判断动作模式的观测时动作数据组中,在上述步骤S120中设为是数据异常的判断频度(判断为异常的观测时动作数据的获取频度)是否比预定值(预定阈值)大。换言之,判断是否发生老化的动作异常。在数据异常判断频度比预定值小的情况下,判断不被满足,转移到步骤S130。换言之,被视为没有发生老化的动作异常。

[0116] 在步骤S130中,伺服放大器2的CPU将在判断动作模式中获取的所有的观测时动作数据作为正常的动作数据发送给数据收集模块5,并转移到步骤S140。

[0117] 另一方面,在上述步骤S125的判断中,在数据异常判断频度比预定值大的情况下,判断被满足,转移到步骤S135。换言之,被视为发生了老化的动作异常。

[0118] 在步骤S135中,伺服放大器2的CPU将在马达驱动机器1中发生了动作异常的判断结果经由数据收集模块5发送并通知给边缘服务器4,并且将在判断动作模式中获取的所有的观测时动作数据作为异常动作数据发送给数据收集模块5,并转移到步骤S140。

[0119] 在步骤S140中,伺服放大器2的CPU判断判断动作模式是否已经重复执行预先确定的预定次数而结束。在预定次数的执行还没有结束的情况下,判断不被满足,返回到上述步骤S110重复同样的过程。

[0120] 另一方面,在已经执行完预定次数的情况下,判断被满足而结束该流程。

[0121] 通过以上的异常判断处理的流程,即使在CPU功率相对较低的伺服放大器2中也能够进行计算处理的负载相对较小的数据异常判断处理(步骤5、6),能够减轻异常判断系统100整体的资源负担。此外,在上述控制流程的例子中,在获取一次判断动作模式的全部观测时动作数据后,进行汇总并判断各时间点的动作异常,进行所谓批处理,但并不限于此。除此以外,也可以当在各时间点获取观测时动作数据时进行依次判断其数据异常的所谓实时处理(未特别图示)。

[0122] 8:基于本实施方式的效果

[0123] 如以上说明那样,根据本实施方式的异常判断系统100,伺服放大器2基于从上位控制器3接收的马达控制指令控制马达12,并通过对与该马达12的控制关联获取的动作数据和预先保存的基准数据进行比较来检测马达驱动机器1的动作异常。另外,设置有在与伺服放大器2之间收发基准数据和动作数据的数据收集模块5。

[0124] 在该异常判断系统100中,能够将同与各伺服放大器2分别对应的马达12的控制关联的动作数据的获取和动作异常的检测分散来并行处理,另外,数据收集模块5能够将由各伺服放大器2获取的动作数据一并接收来管理。此时,在各伺服放大器2中,由于能够通过例如霍特林 T^2 法等仅以动作数据与基准数据的比较处理来简易地检测动作异常,因此能够在该伺服放大器2的CPU中的处理资源的允许范围内执行。另外,专用的数据收集模块5由于能够对在各伺服放大器2依次获取的动作数据进行接收并管理,因此马达驱动机器1即使是由多个马达12驱动的构成,上位控制器3只要进行用于生成并发送各伺服放大器2的马达控制指令的通常处理即可,不会增加处理负载。其结果是,不会增加上位控制器3的处理负

担,能够进行稳定的异常判断和数据收集。

[0125] 另外,在本实施方式中,还具有边缘服务器4,在与数据收集模块5之间收发基准数据和动作数据,并且通过比较动作数据和基准数据能够检测马达驱动机器1的动作异常。通过设置这样的边缘服务器4,用户能够访问边缘服务器4,并能够进行与各马达12的控制关联的动作数据的阅览、动作异常的监视。另外,能够由处理资源大的边缘服务器4分担作为动作异常检测的事先准备的处理负担大的基准数据的生成处理,从而能够使系统整体的处理负载分散。另外,该边缘服务器4向云服务器6发送动作异常的检测状态、所保存的动作数据,由此能够在云服务器6侧对关于多个马达驱动机器1的动作异常检测以及动作数据收集进行一元管理。

[0126] 另外,在本实施方式中,特别是,伺服放大器2使用通过机器学习而生成的基准数据来判断动作数据的数据异常,并基于被判断为数据异常的动作数据的获取方式判断动作异常,将马达驱动机器1在检测为动作异常时所获取的动作数据作为异常动作数据发送给数据收集模块5。由此,即使在剩余处理资源少的伺服放大器2的CPU中,也能够仅以所获取的动作数据和基准数据的比较处理简易地进行动作异常的判断。另外,通过数据收集模块5以及边缘服务器4接收与其他的正常的动作数据区别的异常动作数据,能够识别出该异常动作数据的获取源的伺服放大器2检测出了动作异常,能够将该异常动作数据与其他的动作数据区别地进行阅览监视。

[0127] 另外,在本实施方式中,特别是,基准数据基于正常时动作数据按多个判断动作模式对应地算出,该正常时动作数据是在马达驱动机器1正常驱动时获取的。由此,由于只要保存并且使用与判断动作模式(通常应用时的动作模式,或者基准数据创建专用的动作模式)对应的基准数据即可,因此能够较大地减轻伺服放大器2中的CPU的处理负担、存储器的容量负担。

[0128] 此外,在上述实施方式中,例如没有特别图示,伺服放大器2可以在经由数据收集模块5接收了动作数据的获取指示时,将所获取的动作数据发送给数据收集模块5。在该情况下,伺服放大器2例如能够根据由外部的边缘服务器4等管理的适当的时间调度表经由数据收集模块5接收获取指示,并发送动作数据。

[0129] 另外,在本实施方式中,特别是,数据收集模块5将从边缘服务器4接收的基准数据发送给伺服放大器2,并从该伺服放大器2接收伺服放大器2所获取的动作数据且发送给边缘服务器4。由此,专用的数据收集模块5能够接收在各伺服放大器2依次获取的动作数据并进行管理。从而,即使马达驱动机器1是由多个马达12驱动的多轴构成,上位控制器3只要进行生成并发送各伺服放大器2的马达控制指令的通常处理即可,不会增加处理负载。

[0130] 另外,在本实施方式中,特别是,伺服放大器2对驱动马达驱动机器1的马达12进行控制,并对在马达驱动机器1进行观测驱动时从马达12(编码器11)获取的观测时动作数据与基准数据进行比较,由此检测马达驱动机器1的动作异常,所述基准数据基于在马达驱动机器1进行正常驱动时从马达12获取的正常时动作数据算出的。由此,即使在由于通常的马达控制处理的执行而剩余处理资源少的伺服放大器2的CPU中,也能够仅以所获取的动作数据和基准数据的比较处理简易地进行动作异常的判断。另外,由于只要使用所保存的节省容量的基准数据即可,因此能够较大地减轻在伺服放大器2中的CPU的处理负担、存储器的容量负担。

[0131] 另外,在本实施方式中,特别是,作为判断马达驱动机器1的动作异常的方法执行以下:获取马达驱动机器1进行观测驱动时的马达12的观测时动作数据,使用通过机器学习而生成的基准数据来判断观测时动作数据的数据异常,基于判断为数据异常的观测时动作数据的获取方式来判断马达驱动机器1的动作异常。由此,当针对马达驱动机器1的运动系统设备控制执行动作异常的预兆诊断时,区别数据异常和动作异常,并基于数据异常的发生方式(被设为数据异常的异常动作数据的获取方式)判断动作异常。其结果是,不受数据异常的微小变化的影响,能够更有效地、详细且清楚地判断马达驱动机器1整体的动作异常。并且,由于能够仅以通过机器学习而生成的基准数据与观测时动作数据的比较处理简易地检测动作异常,因此能够减轻执行该异常判断方法的伺服放大器2的CPU中的处理负载。

[0132] 此外,在判断动作异常时参照的数据异常的动作数据的获取方式并不限于上述的获取频度。除此以外,根据要判断的对象的动作异常,能够应用获取时刻、获取频率、异常动作数据的获取组合等多种获取方式(判断方式)。

[0133] 另外,在本实施方式中,特别是,基准数据是基于预先决定的数据异常判断阈值和在马达驱动机器1进行正常驱动时获取的正常时动作数据算出的样本平均值、样本协方差矩阵,在判断数据异常时执行以下:基于样本平均值、样本协方差矩阵、观测时动作数据算出马氏距离,通过比较数据异常判断阈值与马氏距离来判断观测动作时数据的数据异常。由此,由于能够通过所谓“监督式学习”执行霍特林 T^2 法的机器学习,因此能够提高数据异常判断的可靠性。并且,在该霍特林 T^2 法下的数据异常判断方法中,特别对于伺服放大器2处理的基准数据与观测时动作数据的依次比较处理(马氏距离的算出、该马氏距离与数据异常判断阈值的比较),即使与例如深度学习等其他的机器学习相比,运算处理的负载也非常低。因此,即使在剩余处理资源少的伺服放大器2的CPU中,也能够与向马达供应驱动功率的通常处理并行地实现可靠性高的动作异常的判断。

[0134] 9:变形例

[0135] 此外,公开的实施方式并不限于上述,在不脱离其主旨以及技术构思的范围内能够进行各种变形。例如,如与上述图1对应的图10~图12的系统构成图所示的那样,即使改变数据收集模块5的设备模式,也能够发挥与上述实施方式相同的效果。此外,为了避免图示的复杂,在图10~图12中省略了上述图1所示的外部传感器13等的图示。

[0136] 图10示出数据收集模块5A与边缘服务器4集成为一体的情况的系统构成。在该情况下,数据收集模块5A以扩展板、周边设备的形式组装到边缘服务器4。这里,在如边缘服务器4那样的通用PC中,通常不具有用于直接连接MECHATROLINK(注册商标)等的域网络的端子、处理功能。因此,在本变形例中,数据收集模块5A作为其接口而发挥功能,能够通过内部总线、存储器共享与边缘服务器4之间进行数据的收发。由此,在边缘服务器4与数据收集模块5A之间能够省略上述的ETHERNET(注册商标)等网络路径,能够简化整个系统中的布线以及提高基于内部总线、存储器共享等的数据收发的速度。

[0137] 另外,图11示出数据收集模块5B与伺服放大器2集成为一体的情况下的系统构成。在该情况下,数据收集模块5B以扩展板、周边设备的形式被组装到伺服放大器2。由此,能够省略伺服放大器2与数据收集模块5B之间的网络路径,由此能够简化整个系统中的布线、提高基于内部总线、存储器共享的数据收发的速度。此外,在机器系统包括多个伺服放大器2

的情况下,只要在任一个伺服放大器2中一体地组装数据收集模块5B即可。该情况下,与该伺服放大器2经由域网络连接的其他的伺服放大器2只要经由域网络和伺服放大器2向数据收集模块5B发送分别获取的动作数据即可。

[0138] 并且,如此,作为数据收集模块5被组装到伺服放大器2的形式,特别如图12所示,数据收集模块5C经由无线通信与边缘服务器4进行收发形式是有效的。在图示的例子中详细而言,数据收集模块5C以所谓USB加密锁的构成与伺服放大器2所具备的USB端子连接,该数据收集模块5C和边缘服务器4通过Wi-Fi(无线局域网,注册商标)、Bluetooth(蓝牙,注册商标)等无线LAN(局域网)通信收发数据。由此,即使是伺服放大器2设置在与边缘服务器4之间难以布线的位置,也能够经由数据收集模块5C的无线通信与边缘服务器4进行收发数据。

[0139] 此外,在上述的实施方式以及各变形例中,边缘服务器4算出基准数据,但并不限于此,例如数据收集模块5可以算出基准数据。另外,伺服放大器2与马达12不限于分别独立的构成,即使使用这些一体化了的所谓放大器内置型马达(伺服放大器、马达、编码器一体化而成,未特别图示)的情况,也能够应用在上述的实施方式以及各变形例中的数据收发方式、异常判断方法。此外,该情况下的放大器内置型马达相当于各权利要求记载的马达以及马达控制装置。另外,在上述的实施方式以及各变形例中,获取转矩指令以及马达输出速度的2种类的数据作为动作数据用于异常检测,但除此之外也可以以获取与马达12的控制关联的其他的数据(各种指令、状态值、或者由外部传感器13等检测出的状态量数据等)、将它们多种组合而成的数据作为动作数据来使用。

[0140] 另外,在以上的说明中,在存在“垂直”、“平行”、“平面”等记载的情况下,该记载不是严格意义上的意思。即,这些“垂直”、“平行”、“平面”允许设计上、制造上的公差、误差,是“实质上垂直”、“实质上平行”、“实质上平面”的意思。

[0141] 另外,在以上的说明中,在外观上的尺寸或大小、形状、位置等存在“同样”、“相同”、“相等”、“不同”等记载的情况下,该记载不是严格意义上的意思。即,这些“同样”、“相同”、“相等”、“不同”允许设计上、制造上的公差、误差,是“实质上同样”、“实质上相同”、“实质上相等”、“实质上不同”的意思。

[0142] 另外,除了以上已经描述的以外,也可以适当组合上述实施方式和各变形例的方法来利用。此外,不一一例示,上述实施方式和各变形例在不脱离其主旨的范围内增加各种变更而实施。

[0143] 符号说明

[0144]	1	马达驱动机器
[0145]	2	伺服放大器(马达控制装置)
[0146]	3	上位控制器(上位控制装置)
[0147]	4	边缘服务器(数据管理装置)
[0148]	5、5A、5B、5C	数据收集模块(数据收发装置)
[0149]	7	上位指令装置
[0150]	11	编码器
[0151]	12	马达
[0152]	100	异常判断系统。

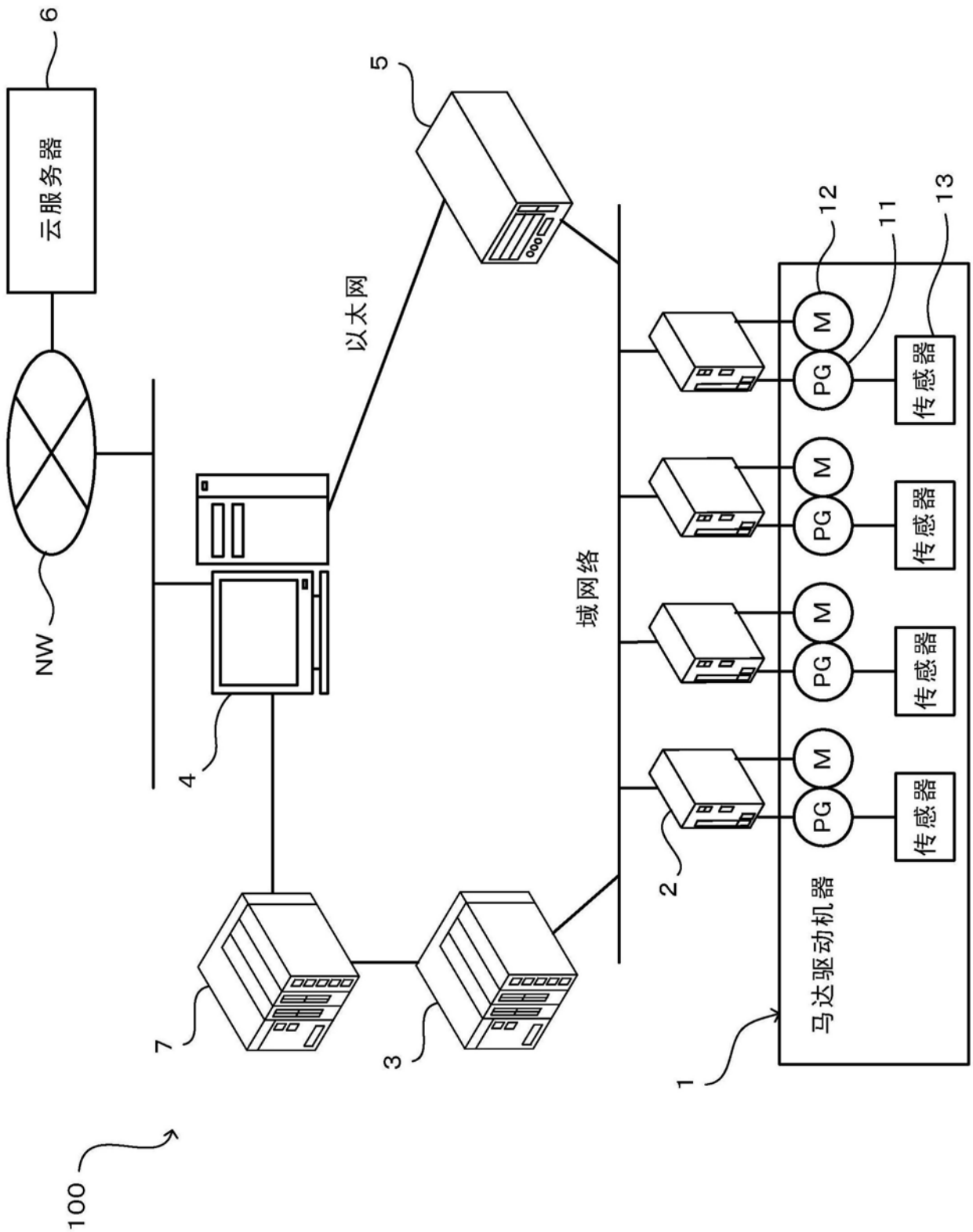


图1

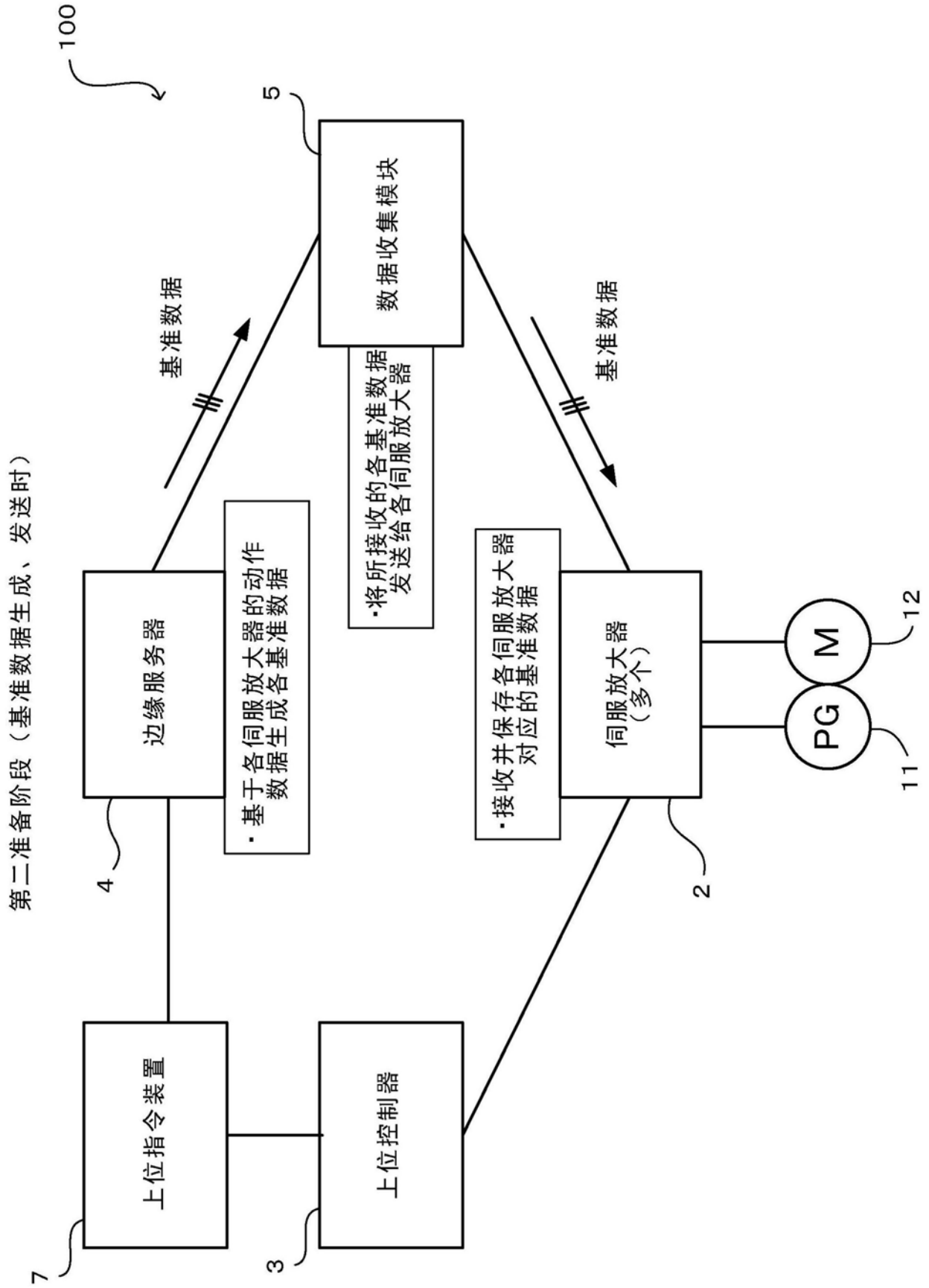


图3

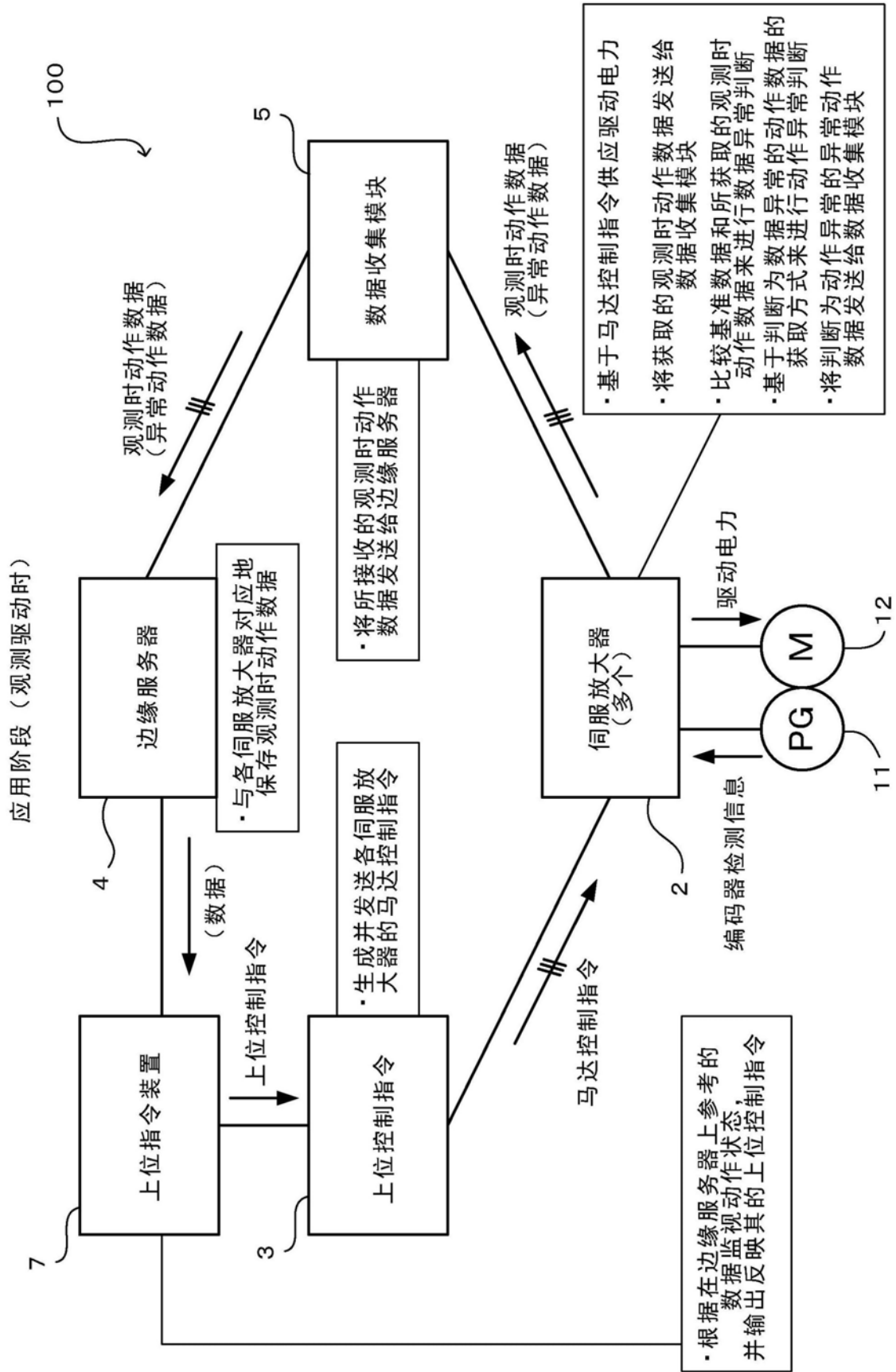


图4

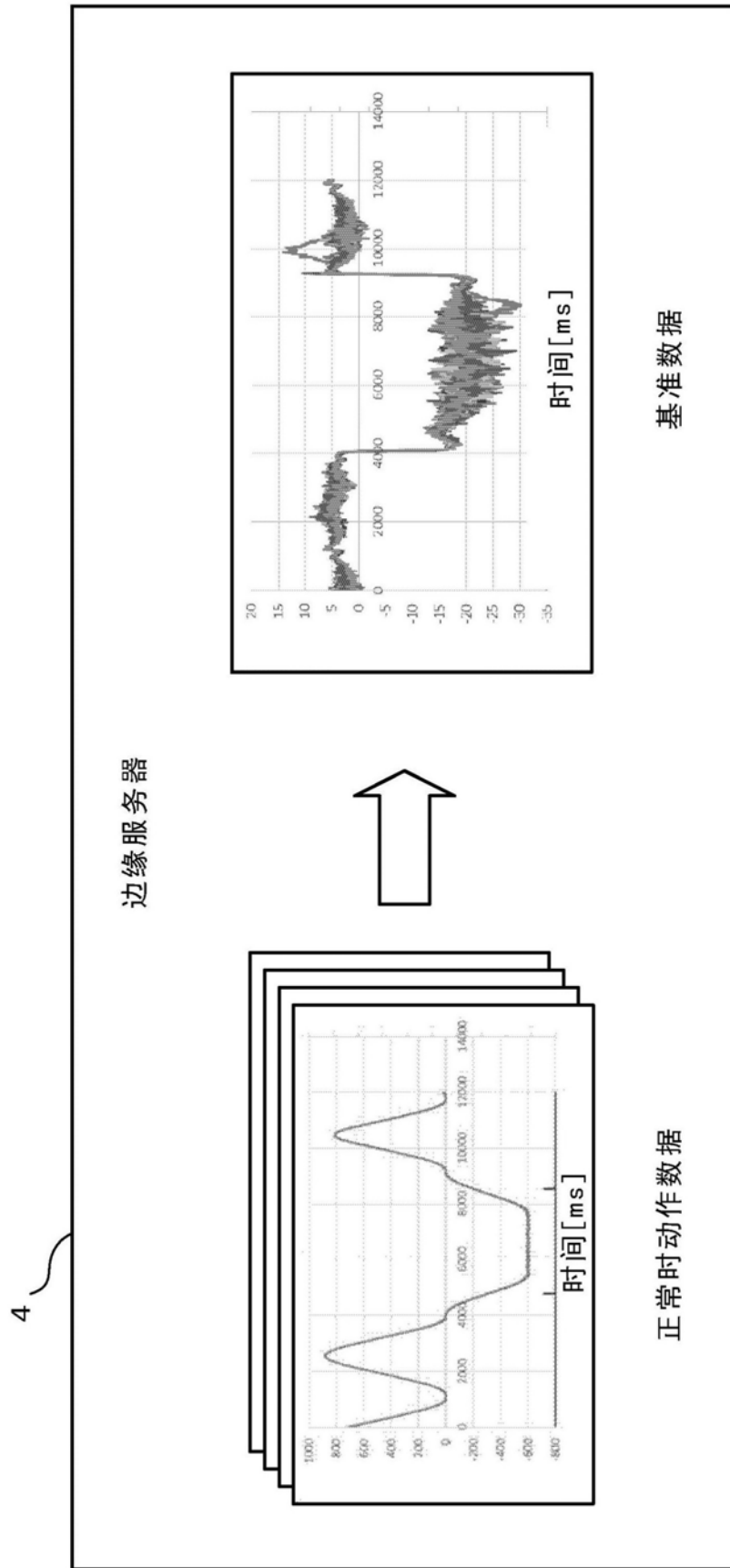


图5

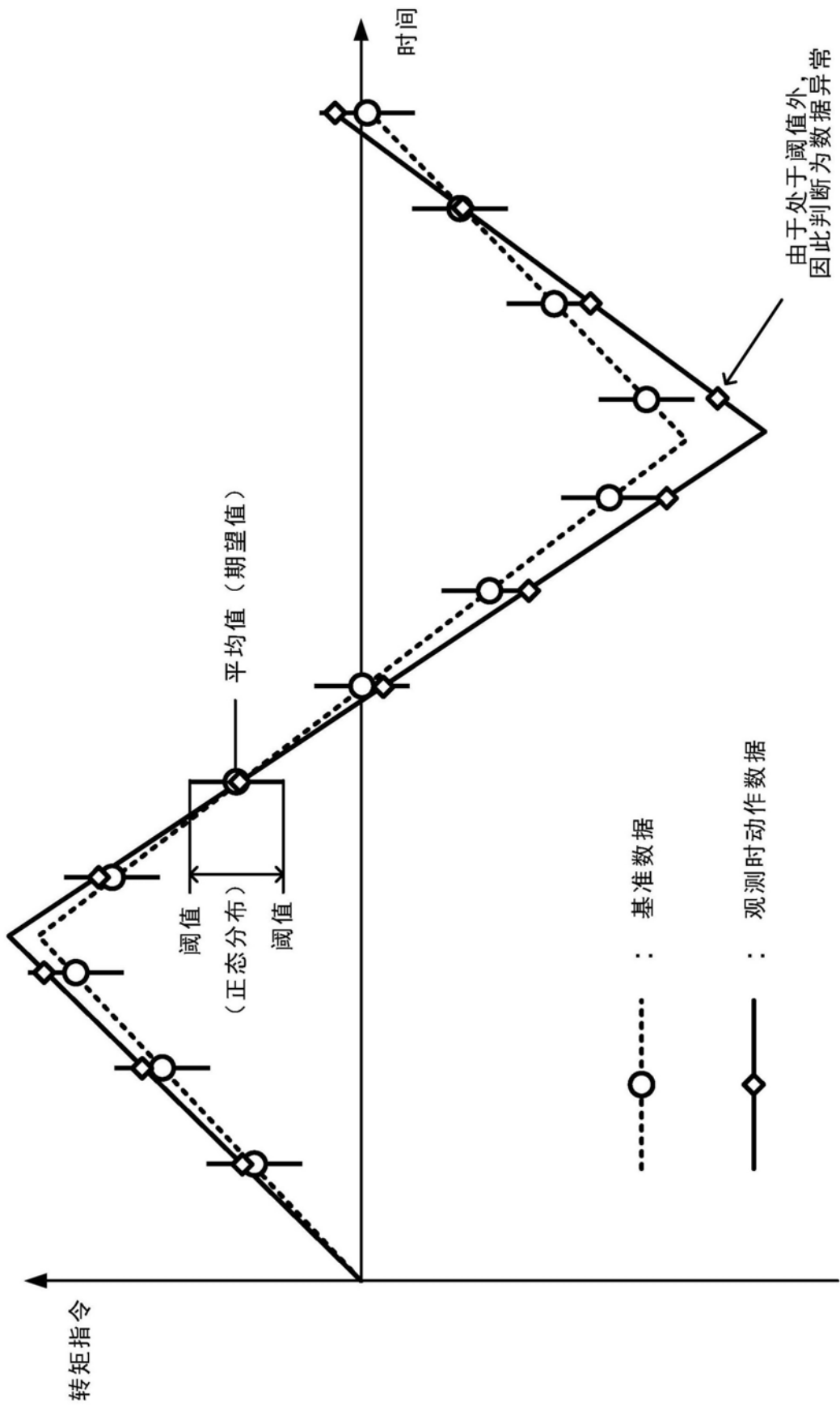


图6

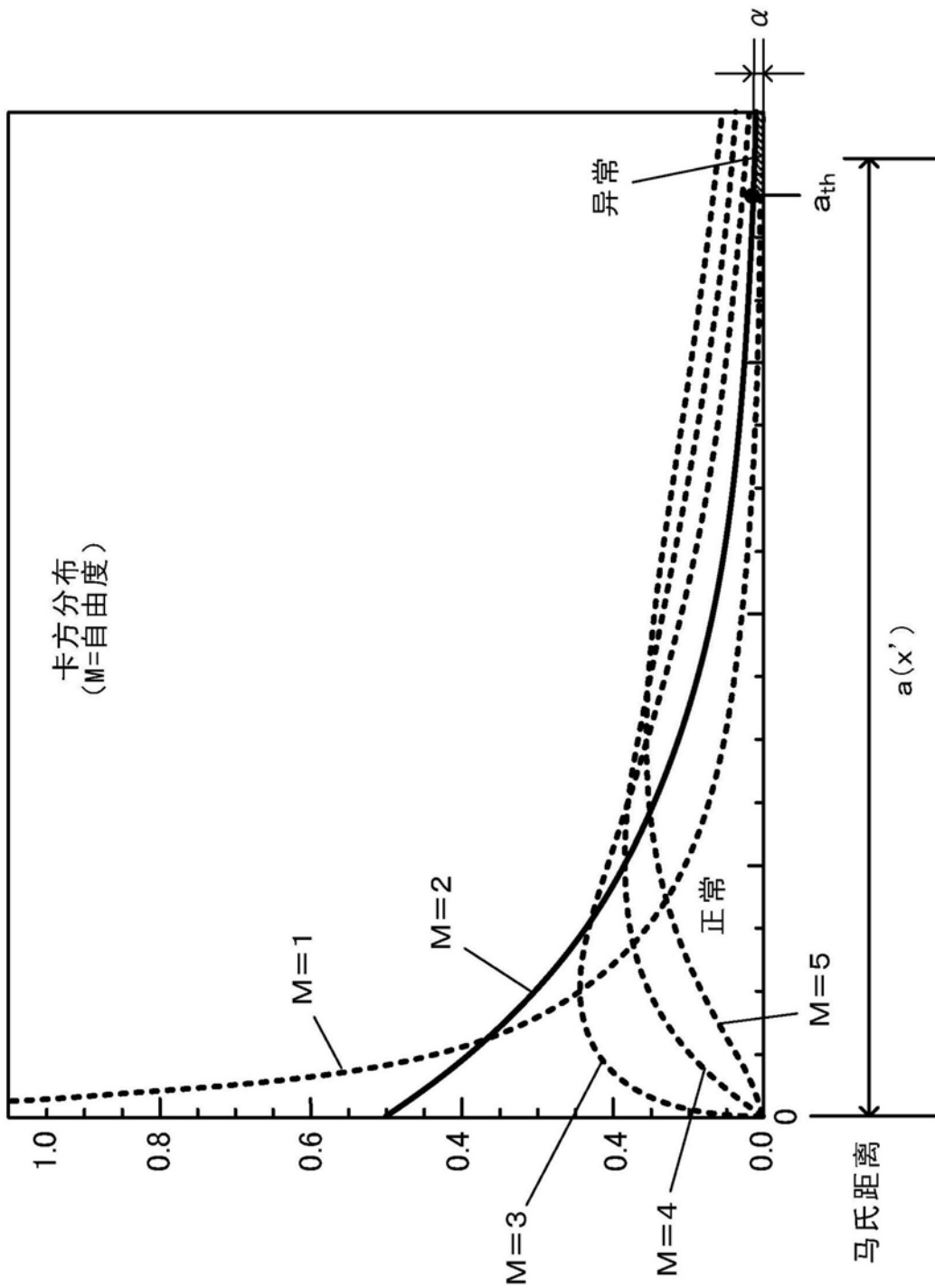
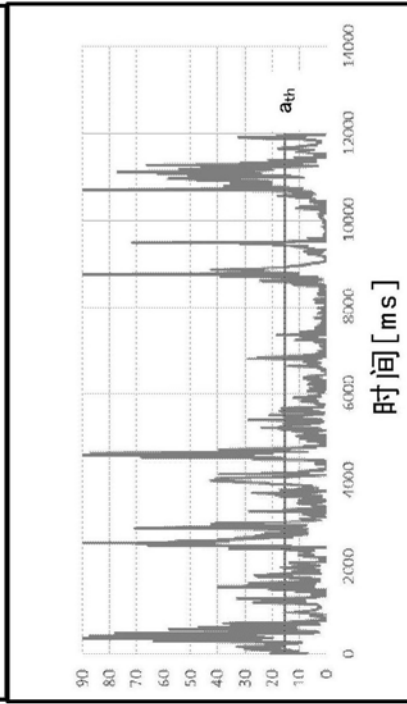
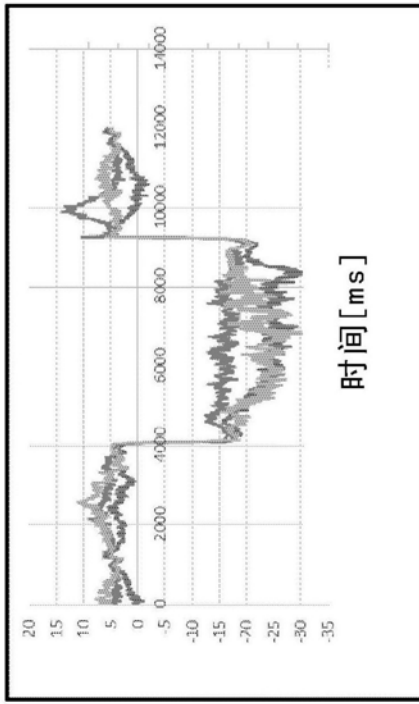


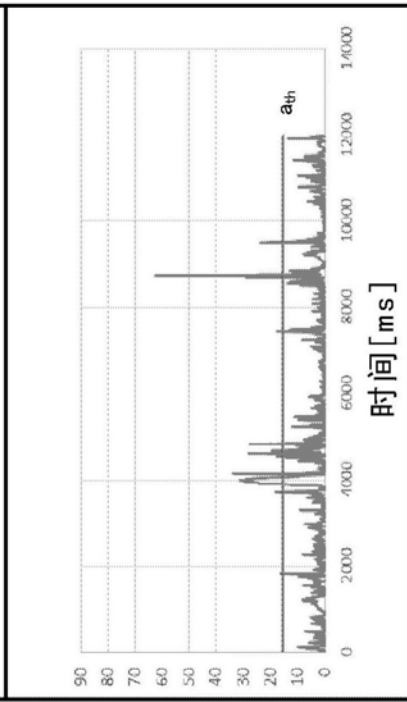
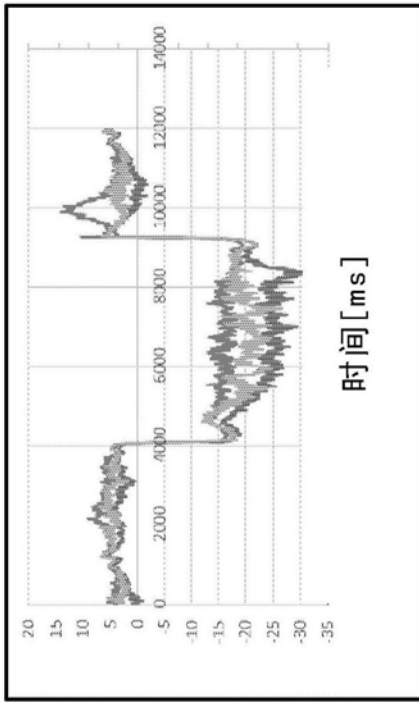
图7

动作异常的情况



数据异常检测：235点/1024点
 → 判断为动作异常
 （根据异常动作数据的获取方式能够判断动作异常的种数）

动作正常的情况



数据异常检测：16点/1024点
 → 判断为动作正常

图8

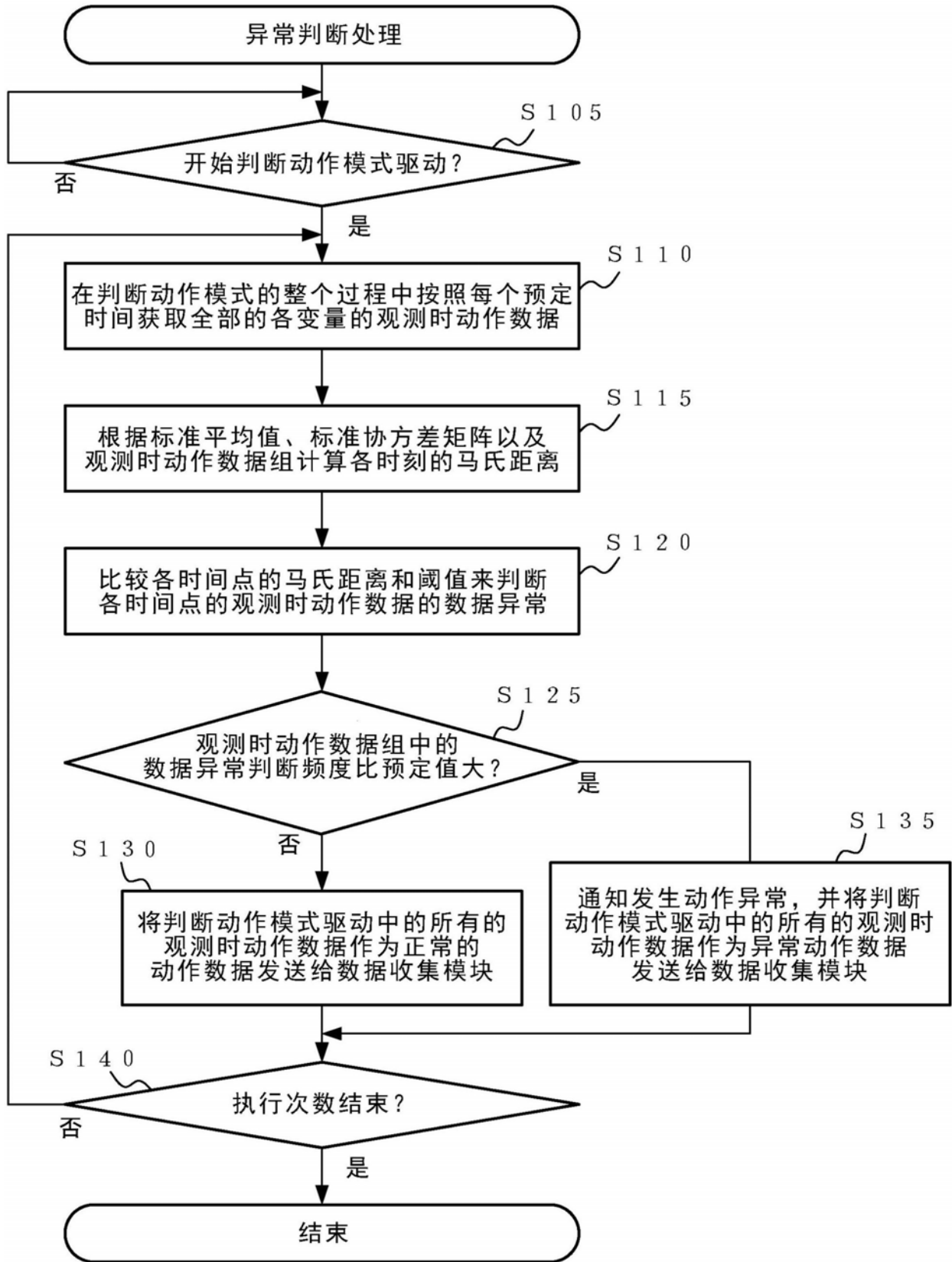


图9

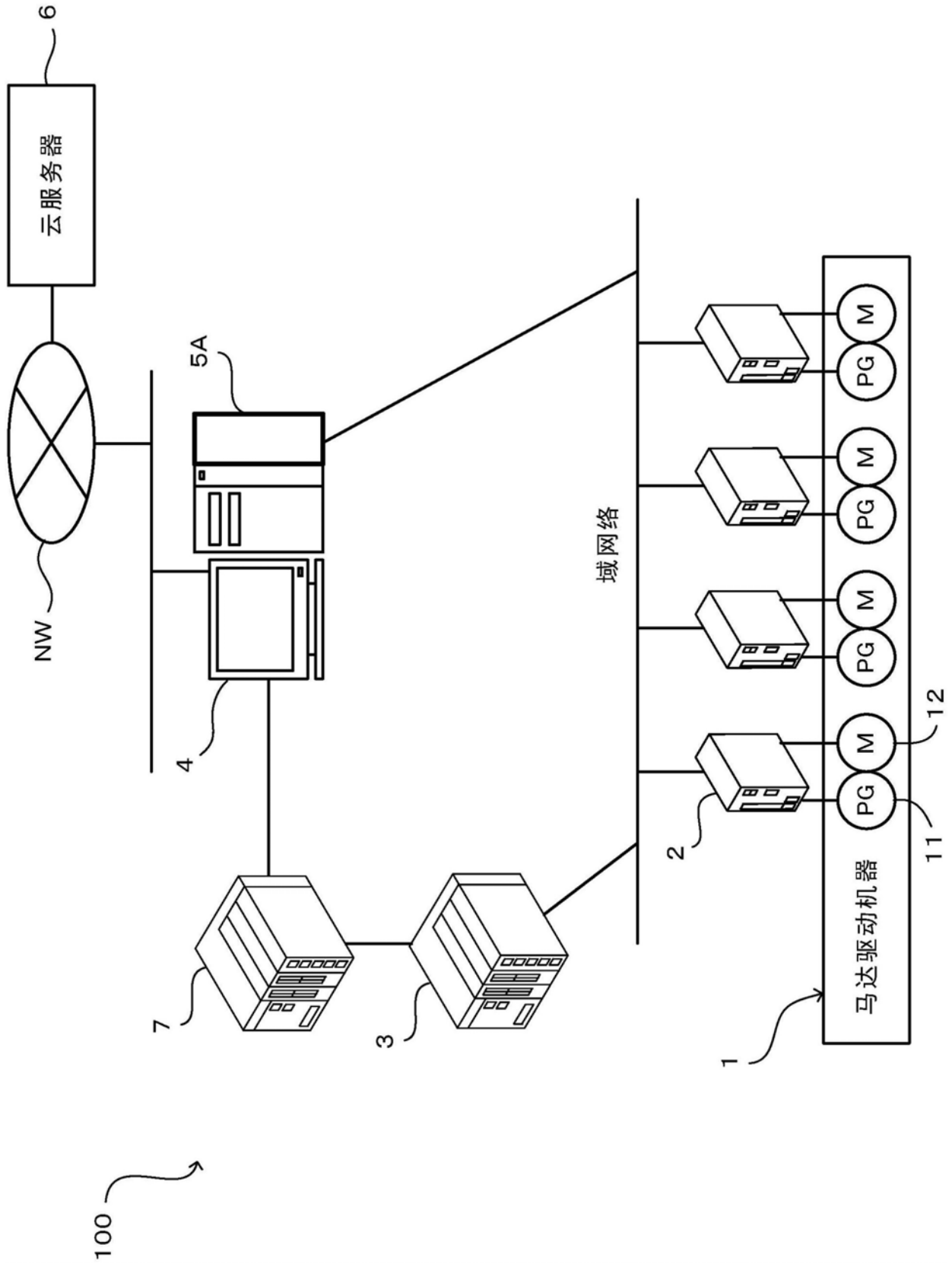


图10

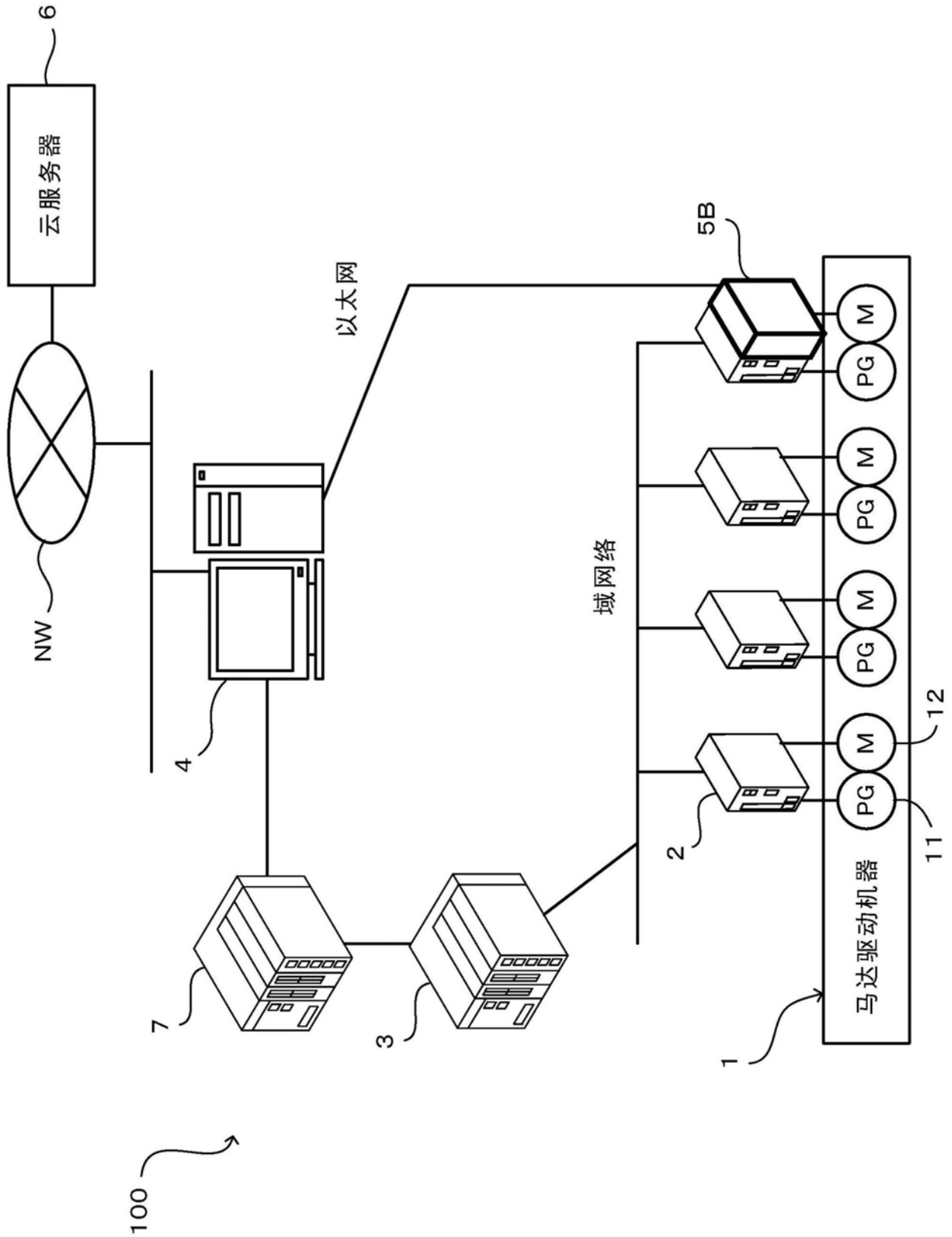


图11

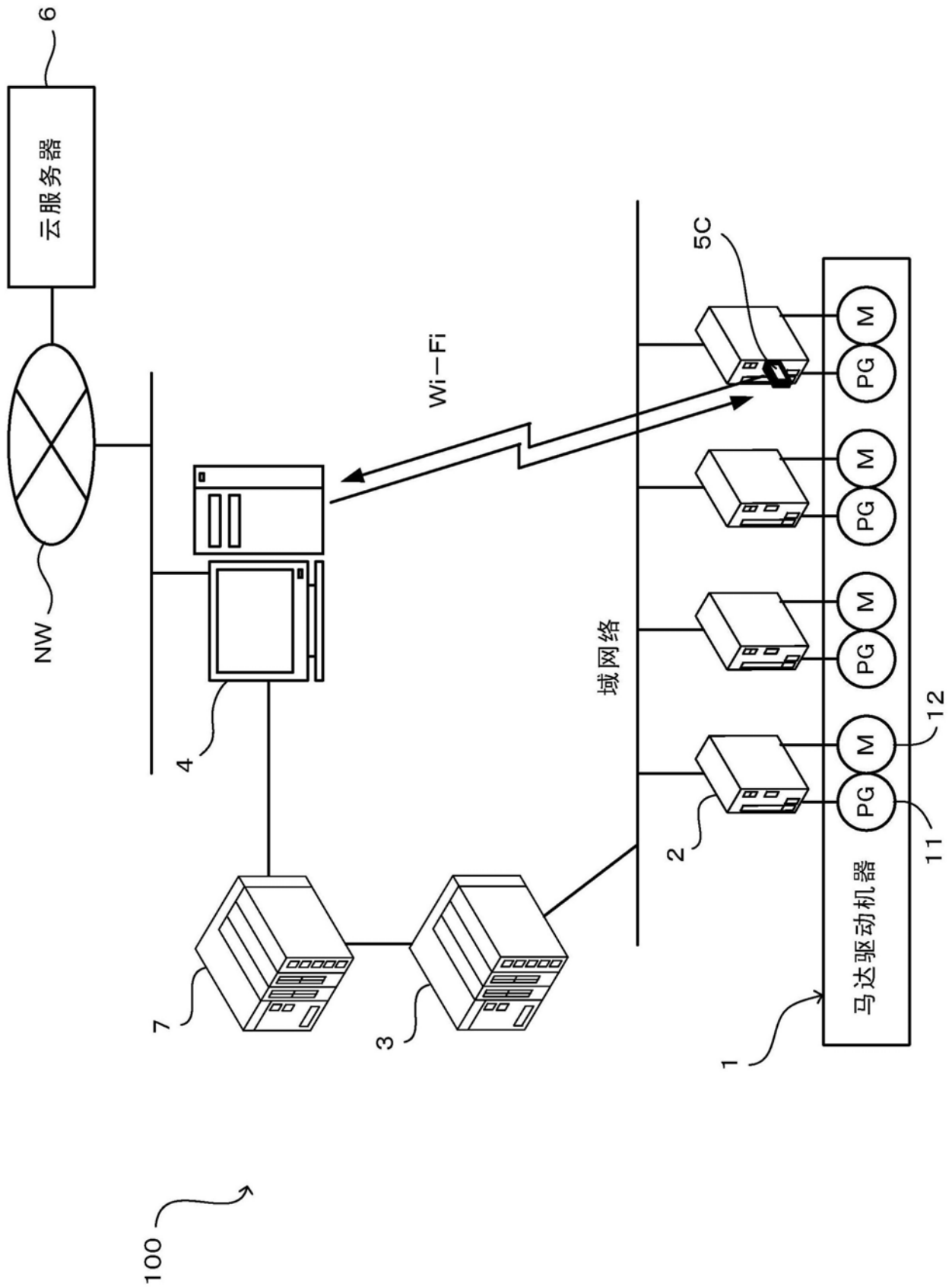


图12