

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06F 17/00 (2006.01)

G11B 17/00 (2006.01)

G11B 17/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610137321.1

[43] 公开日 2007年6月6日

[11] 公开号 CN 1975707A

[22] 申请日 2006.10.17

[21] 申请号 200610137321.1

[30] 优先权

[32] 2005.12.2 [33] US [31] 11/293,597

[71] 申请人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 乔纳森·E·伯斯利

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 李德山

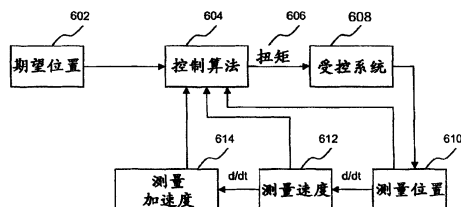
权利要求书 8 页 说明书 14 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于对运动相关数据进行日志记录的方法和系统

[57] 摘要

公开了用于对运动相关数据进行日志记录的方法和系统。在受控机械硬件中，如在伺服控制的硬件中，获得来自控制算法的数据，并进行日志记录以便可用于日后分析。本发明提供了无需增大存储器长度的无损压缩。并非连续存储监视参数的完全（绝对）值，而是将绝对值存储在绝对表项中，将参数相对于每个前一值的一个或多个差按照相关相对表项的顺序进行存储。存储相对值所需的空间小于存储绝对值所需的空间。此外，还可周期性地，或当相对值对于分配的空间特别大时，记录更新的绝对值和相关相对值的组。相对值长度可以变化，并可生成合适信息数据表项以指示相关相对表项的长度。



1. 一种用于对从系统获得的运动相关数据进行日志记录的方法，包括：

提供存储器空间；

获得系统的初始物理状态的运动相关参数的初始完全值；

将所述初始完全值作为初始绝对值保存在存储器空间中第一绝对日志表项的第一字段中，所述第一字段具有第一长度；

通过所述系统周期性获得当时状态的参数的第一组附加完全值；

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差；

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中，相对日志表项的第一字段具有短于第一长度的第二长度。

2. 根据权利要求1的方法，还包括：

通过所述系统周期性地获得参数的更新完全值；

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中；

通过所述系统周期性地获得当时状态的参数的第二组附加完全值；

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差；以及

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中。

3. 根据权利要求1的方法，还包括：

如果周期性相对值长于第二长度，则通过所述系统获得参数的更新完全值；以及

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中。

4. 根据权利要求1的方法，还包括在获得相对值之前，将表示第二长度的第一值保存在初始信息日志表项的第一字段中。

5. 根据权利要求4的方法，还包括：

周期性地将表示新第二长度的第二值保存在第二初始信息日志表项的第一字段中；

获得参数的更新完全值；

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中；

周期性获得参数的新一组附加完全值；

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差；以及

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中。

6. 根据权利要求 4 的方法，还包括：

将表示相对日志表项的字段的第二长度的值保存在信息日志的第二字段中；

将相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中，如果相对值的长度小于或等于第一长度，则所述字段具有第一长度；

将相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中，如果相对值的长度大于第一长度且小于或等于第二长度，则所述字段具有第二长度；以及

如果相对值的长度大于第二长度，则将更新完全值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的字段中。

7. 根据权利要求 1 的方法，其中，如果所获得的完全值与紧临的前一完全值相比未发生变化，则相对日志表项的第二长度为零。

8. 根据权利要求 1 的方法，其中，所述系统为磁带数据存储系统，运动相关参数为伺服控制参数。

9. 一种用于对从伺服控制系统获得的伺服数据进行日志记录的方法，包括：

提供存储器空间；

获得表示伺服控制系统初始物理状态的多个伺服参数的每个的初始完全值；

将所述初始完全值作为绝对值保存在存储器空间中第一绝对日

志表项的相应多个字段中，每个字段具有各自的第一长度；

周期性获得多个参数中的至少一个的第一组附加完全值；

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差；

将每个差作为相对值保存在存储器空间中周期性相对日志表项的相应字段中，相对日志表项的字段具有短于绝对日志表项字段长度的第一长度；

周期性获得每个参数的更新完全值；

将每个更新完全值作为绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的字段中；

周期性获得至少一个参数的新一组附加值；

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差；以及

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中。

10. 根据权利要求 9 的方法，还包括，对于每个参数，将表示相对日志表项字段的第一长度的值保存在信息日志的第一字段中。

11. 根据权利要求 10 的方法，还包括：

对于每个参数，将表示相对日志表项字段的第二长度的值保存在信息日志的第二字段中；

将每个相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中，如果每个相对值的长度小于或等于第一长度，则所述字段具有第一长度；

将每个相对长度保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中，如果每个相对值的长度大于第一长度且小于或等于第二长度，则所述字段具有第二长度；以及

如果至少一个相对值的长度大于第二长度，则将更新完全值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的字段中。

12. 一种用于将来自伺服控制系统的伺服数据进行日志记录的系统，包括：

存储器；

具有第一长度的第一类型的数据结构；

具有第二长度的第二类型的数据结构，所述第二长度小于第一长度；

伺服环路，用于根据定义第一参数值的序列的所选伺服分布（profile），对伺服控制系统的机械子系统的第一参数进行控制；

用于获得第一参数的第一完全值以及第一参数的第一组相关周期性完全值的装置；

第一伺服日志表项，包括第一类型的数据结构，在所述表项中，将第一参数的第一完全值作为第一绝对值进行存储；

用于确定第一组的每个相关周期性完全值与前一完全值之间差的装置；

多个第二伺服日志表项，每个第二伺服日志表项均包括第二类型的数据结构，在所述表项中，将所述差作为第一组相对值进行存储。

13. 根据权利要求 12 的系统，其中：

用于获得第一参数的值的装置还包括：

用于获得更新完全值的装置；以及

用于获得与第二绝对值相关联的第二组周期性完全值的装置；以及

所述系统还包括：

更新伺服日志表项，包括第一类型的数据结构，在所述表项中，将第一参数的更新完全值作为更新绝对值进行存储；

用于确定第二组的每个相关周期性完全值与前一完全值之间的差的装置；

多个第三伺服日志表项，每个包括第二类型的数据结构，在所述表项中，将所述差作为第二组相对值进行存储。

14. 根据权利要求 13 的系统，还包括：

第一信息日志表项，与第一绝对日志表项相关联，指示其中用于存储第一组相对值的第二类型数据结构的长度；以及

第二信息日志表项，与第二绝对日志表项相关联，指示其中用于

存储第二组相对值的第二类型数据结构的长度。

15. 根据权利要求 12 的系统，其中：

用于获得参数值的装置包括：

用于在周期性相对值长于第二长度的情况下获得第一参数的更新完全值的装置；以及

用于获得与更新完全值相关联的第一参数的第二组周期性完全值的装置；以及

所述系统还包括：

更新伺服日志表项，包括第一类型的数据结构，在所述表项中，将第一参数的更新完全值作为更新绝对值进行存储；

确定第二组的每个完全值与前一完全值之间的差；

多个第三伺服日志表项，每个包括第二类型的数据结构，在所述表项中，将第二组的每个差作为第二组周期性相对值进行存储。

16. 根据权利要求 12 的系统，其中，如果第二类型数据结构中所要存储的第一参数的所获得的完全值与第一参数的紧临的前一完全值相比未发生变化，则第二类型数据结构的第二长度为零。

17. 根据权利要求 12 的系统，其中：

伺服环路还根据所选伺服分布对机械子系统的第二参数进行控制；

第一类型的数据结构包括第一长度的第一字段，和第二字段；

第二类型的数据结构包括第二长度的第一字段，和第二字段；

将第一参数的绝对值存储在第一类型的第一伺服日志表项的第一字段中，将第二参数的绝对值存储在所述第一伺服日志表项的第二字段中；以及

将第一参数的相对值存储在第二类型的第一伺服日志表项的第一字段中，将第二参数的绝对值存储在第二类型的第一伺服日志表项的第二字段中。

18. 根据权利要求 12 的系统，还包括用于存储表示第二长度的值的第三数据结构类型。

19. 根据权利要求 12 的系统, 其中, 所述系统为磁带数据存储系统。

20. 一种用于部署计算基础设施的方法, 包括将计算机可读代码集成到计算系统中, 其中, 所述代码结合所述计算系统能够执行以下处理:

提供存储器空间;

获得系统的初始物理状态的运动相关参数的初始完全值;

将所述初始完全值作为初始绝对值保存在存储器空间中第一绝对日志表项的第一字段中, 所述第一字段具有第一长度;

通过所述系统周期性获得当时状态的参数的第一组附加完全值;

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差;

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中, 相对日志表项的第一字段具有短于第一长度的第二长度。

21. 根据权利要求 20 的方法, 其中, 所述代码还能够执行以下处理:

通过所述系统周期性地获得参数的更新完全值;

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中;

通过所述系统周期性地获得当时状态的参数的第二组附加完全值;

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差; 以及

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中。

22. 根据权利要求 20 的方法, 其中, 所述代码还能够执行以下处理:

如果周期性相对值长于第二长度, 则通过所述系统获得参数的更新完全值; 以及

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中。

23. 根据权利要求 20 的方法, 其中, 所述代码还能够执行以下处理:

在获得相对值之前, 将表示第二长度的第一值保存在初始信息日志表项的第一字段中。

24. 根据权利要求 23 的方法, 其中, 所述代码还能够执行以下处理:

周期性地将表示新第二长度的第二值保存在第二初始信息日志表项的第一字段中;

获得参数的更新完全值;

将更新完全值作为更新绝对值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的第一字段中;

周期性获得参数的新一组附加完全值;

确定每个附加完全值与前一完全值之间的差; 以及

将每个差作为相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的第一字段中。

25. 根据权利要求 23 的方法, 其中, 所述代码还能够执行以下处理:

将表示相对日志表项的字段的第二长度的值保存在信息日志的第二字段中;

将相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中, 如果相对值的长度小于或等于第一长度, 则所述字段具有第一长度;

将相对值保存在存储器空间中相应相对日志表项的字段中, 如果相对值的长度大于第一长度且小于或等于第二长度, 则所述字段具有第二长度; 以及

如果相对值的长度大于第二长度, 则将更新完全值保存在存储器空间中更新绝对日志表项的字段中。

26. 根据权利要求 20 的方法, 其中, 如果所获得的完全值与紧临的前一完全值相比未发生变化, 则相对日志表项的第二长度为零。

27. 根据权利要求 20 的方法, 其中, 所述系统为磁带数据存储

系统，运动相关参数为伺服控制参数。

28. 一种可用于可编程计算机的计算机可读介质的计算机程序产品，所述计算机程序产品具有嵌入其中的计算机可读代码，用于对来自系统的基于机械的参数进行日志记录，所述计算机可读代码包括用于执行以上方法权利要求中任何一种方法的指令。

用于对运动相关数据进行日志记录的方法和系统

技术领域

本发明通常涉及对来自受控机械硬件的数据进行日志记录，特别是，涉及以无损方式压缩日志记录的伺服数据。

背景技术

在许多伺服控制的机械应用中，例如，对自动数据存储库中的磁带存储驱动器或存取器和抓取器（gripper）进行的控制，对来自伺服控制算法的数据进行日志记录也许很重要。从而，可使用这样的日志记录数据确定算法是否有效和高效或需要调节。日志记录数据还可用于调试在伺服控制系统内和/或在相关硬件中出现的问题。日志记录数据可在产品开发阶段期间以及在现场对产品的日常操作期间得以使用。

显而易见，日志记录数据需要存储空间。一般而言，当存储器已变满时，基于先入先出的原则，利用新数据覆写现有数据，而现有数据丢失。因此，存储器的可用量限制了可存储的数据量。将存储器扩展在理论上是可行的，且允许更多数据可为日后分析所用，但这可能使代价较高，并可从系统的某些其他方面抢占存储器。当将日志记录数据存储于伺服控制卡上的存储器中时，可使用一个或多个附加卡提供附加存储。然而，则必须在卡之间提供通信链路，这可造成带宽问题。

在另一方法中，对伺服数据进行日志记录并不频繁，例如，每四次通过伺服环路进行一次日志记录，而非每次通过伺服环路便进行日志记录。或者，将其中某些伺服参数在每个环路期间进行日志记录，其余参数在一个或多个随后环路期间进行日志记录。这些方法的显著缺点在于，日志记录数据不完全，可被认为是“有损”压缩的形式。

还可对日志伺服数据应用传统压缩方法，例如，通过流行的 ZIP 算法。然而，应用压缩算法是处理器密集型（processor-intensive）的过程，并可吸收其他应用所需的大量处理周期。例如，某些磁带驱动器，如 LTO 驱动器，包括有专用数据压缩芯片，以便在将输入用户数据写入到磁带前将其进行压缩。专用压缩芯片可用于将伺服数据写入到存储器前将其压缩，但这会增加成本。

因此，需要一种能够以无损方式对来自受控机械硬件的数据进行日志记录，且无需占用很多处理器时间的方法和系统。

发明内容

在受控机械硬件中，如在伺服控制的硬件中，获得来自控制算法的数据，并进行日志记录以便可用于日后分析。本发明提供了无需增大存储器规模的无损压缩。并非连续存储受监视参数的完全（绝对）值，而是将绝对值存储在绝对表项中，将参数相对于每个在前值的一个或多个值按照相关相对表项的顺序进行存储。由于相对值是当前绝对值与前一绝对值之间的差，存储相对值所需的空间小于存储绝对值所需的空间。此外，还可周期性地，或当相对值对于分配的空间特别大时，记录更新的绝对值和相关相对值的组。相对值长度可以是变化的，并可生成合适信息数据表项以表明相关相对表项的长度。参数相对值可通过读取当前值并从中减去该参数的前一值来获得。当在日后分析期间将相对表项解码时，通过找到最近日志记录的绝对值并加上在绝对表项与期望相对表项之间该参数的所有相对表项的值，可获得在特定表项处特定参数的绝对值。

附图说明

图 1 表示其中可实现本发明的自动数据存储库的等轴视图；

图 2 表示图 1 所示自动数据存储库的一个机柜的前面板打开的等轴视图；

图 3 表示其中可实现本发明的自动数据存储库的框图；

图 4 表示控制器的一个配置的框图；

图 5 表示用于控制机械系统，如磁带库系统中的抓取器，的速度分布的绘图；

图 6 表示可应用本发明的伺服控制环路示例的框图；

图 7 表示绝对表项数据结构的示例；

图 8 表示相对表项数据结构的示例；

图 9 表示相对表项数据结构的第二示例；

图 10 表示信息表项数据结构的一个示例；以及

图 11 表示信息表项数据结构的第二示例。

具体实施方式

下面，结合附图，通过后面描述中的优选实施例，描述本发明，其中，相同的附图标记表示相同或相似的部件。尽管根据用于实现本发明目标的最佳模式描述本发明，本领域技术人员显然知道，这并非意在覆盖如所附权利要求所定义的本发明精神和范围内可包含的可选实施例、修改例以及等效方面。

此外，将本发明描述为包含在用于数据处理环境中的自动磁带库存储系统中。然而，本领域技术人员应该理解，本发明同样可应用于其他机械控制系统。从而，此处关于自动磁带存储系统的描述是示例性的，并不意在以任何方式限制本发明的范围。

自动数据存储库因提供大量数据的经济合算的存储与检索而众所周知。自动数据存储库中的数据被存储在数据存储介质上，这些介质随后以使介质及其常驻数据变得可物理取得访问的方式被存储在库里面的存储单元、机架等等上。这种介质通常被称为“可拆卸介质”。数据存储介质可包括数据可被存储在其上并且其可充当可拆卸介质的任何类型介质，包括但不限于磁性介质（诸如磁带或盘）、光学介质（诸如光带或盘）、电子介质（诸如 PROM、EEPROM、快闪 PROM、Compactflash™、Smartmedia™、Memory Stick™ 等等）或其他合适的介质。通常，存储在自动数据存储库中的数据被驻留在数据存储介

质上，该介质被包含在数据存储盒（也称作盒）中。数据存储盒的例子是盒式磁带，其被广泛地用于大容量数据存储的自动数据存储库中。

除数据存储介质之外，自动数据存储库通常包含将数据存储（写）到数据存储介质以及/或从数据存储介质检索（读）数据的数据存储驱动器。存储单元与存储驱动器之间的盒的传送通常通过一个或多个机器人存取器来实现。这种存取器具有抓取器，用于从自动数据存储库内的存储单元上物理地取得所选盒并且通过沿 X 和 Y 方向移动将盒传送到存储驱动器。

图 1 和 2 图解了自动数据存储库 10，其中在存储单元或机架 16 中存储并从中检索包含数据存储介质（未示出）的数据存储盒。注意到此处提及“数据存储介质”指的是数据存储盒，并且出于此处的目的同义使用两个术语。可实现本发明并且具有如图 1 和 2 中所描述的配置的自动数据存储库的例子是 IBM 3584 UltraScalable 磁带库。图 1 的库包括左服务间（service bay）13、一个或多个存储机柜 11A-11E（这里通称为存储机柜 11）以及右服务间 14。机柜可包括库的扩展单元。机柜可被添加或移去以扩展或缩减库的规模以及/或功能。机柜可包括附加的存储单元、驱动器、进口/出口站、存取器、操作面板等。

图 2 示出了存储机柜 11 的例子，其为库 10 的基础机柜并且考虑为库的最小配置。在该最小配置中，只有一个存取器（即，没有冗余存取器）并且没有服务间。库 10 被布置用于响应来自至少一个外部主机系统（未示出的）的命令而访问数据存储介质，并且包括用于存储含有数据存储介质的数据存储盒、在前壁 17 和后壁 19 上的多个存储单元 16；针对数据存储介质读取以及/或写数据的至少一个数据存储驱动器；以及用于在多个存储单元 16 和数据存储驱动器 15 之间传送数据存储介质的第一存取器 18。数据存储驱动器 15 可以是光盘驱动器或磁带驱动器、或用于针对数据存储介质读取以及/或写数据的其他类型数据存储驱动器。存储机柜 11 可选地可包括操作面板 23、或诸如基于万维网的接口的其他用户接口，其容许用户与库进行交互。存储机柜 11 可选地可进一步包括上 I/O 站 24 以及/或下 I/O 站 25，其允许

数据存储介质不中断库操作就被插入库中以及/或从库中移去。库 10 可包括一个或多个存储机柜 11，每个具有通过第一存取器 18 可访问的存储单元 16。

如上所述，可以基于预期功能用不同部件配置存储机柜 11。存储机柜 11 的一个配置可包括存储单元 16、数据存储驱动器 15 以及其他可选单元来针对数据存储盒存储并检索数据。第一存取器 18 包括用于抓住一个或多个数据存储介质的抓取器组件 20，并且可包括条形码扫描器 22 或诸如盒式存储器读出器或类似系统的其他读取系统，其被安装在抓取器部件 20 上来“读取”有关数据存储介质的识别信息。

图 3 图解了图 1 和 2 的自动数据存储库 10 的实施例，其采用具有多个处理器节点的分布式模块系统。自动数据存储库的例子是 IBM 3584 UltraScalable 磁带库，其可实现图 3 的方框图中所描述的分布式系统并且其可实现本发明。为了更全面了解装入自动数据存储库中的分布式控制系统，参考此处引作参考的美国专利 6,356,803，其题目是“自动数据存储库分布式控制系统”。

虽然自动数据存储库 10 已被描述为采用分布式控制系统，但本发明可在不考虑控制配置的自动数据存储库中实现，例如但不限于不是分布式的具有一个或多个库控制器的自动数据存储库，就像该术语在美国专利 6,356,803 中所定义的那样。图 3 的库包括一个或多个存储机柜 11、左服务间 13 和右服务间 14。所示左服务间 13 具有第一存取器 18。如以上所讨论，第一存取器 18 包括抓取器组件 20 并且可包括读取系统 22 来“读取”有关数据存储介质的识别信息。所示右服务间 14 具有第二存取器 28。第二存取器 28 包括抓取器组件 30 并且可包括读取系统 32 来“读取”有关数据存储介质的识别信息。如果第一存取器 18 或其抓取器组件 20 等发生故障或出现其他不可用的情况，第二存取器 28 可执行第一存取器 18 的一些或全部功能。两个存取器 18、28 可共享一个或多个机械路径或它们可包括完全独立的机械路径。在一个例子中，存取器 18、28 可具有带独立垂直轨道的公共水平轨道。第一存取器 18 和第二存取器 28 被称作第一和第二只是为了描述的目的，

并且该描述不意味着限制任何一个存取器与左服务间 13 或者右服务间 14 关联。

在图 3 的示出为例子的库 10 中,第一存取器 18 和第二存取器 28 沿被称作水平“X”方向和垂直“Y”方向的至少两个方向移动其抓取器,以在存储单元 16 处检索和抓住、或传递和释放盒以及在数据存储驱动器 15 处装卸盒。

库 10 从一个或多个主机系统 40、41 或 42 接收命令。诸如主机服务器的主机系统与库直接通信,例如在路径 80 上,通过一个或多个控制端口(未示出),或通过路径 81、82 上的一个或多个数据存储驱动器 15,从而提供命令来存取具体的数据存储介质并且例如在存储单元 16 和数据存储驱动器 15 之间移动介质。命令通常是存取介质而标识介质以及/或逻辑位置的逻辑命令。术语“命令”以及“工作请求”此处可互换地使用,指的是从主机系统 40、41 或 42 到库 10 的、意图引起访问库 10 内的具体数据存储介质的通信。

由从主机接收逻辑命令、确定所要求的动作以及将动作转换为第一存取器 18 以及/或第二存取器 28 的物理运动的分布式控制系统来控制库 10。

在库 10 中,分布式控制系统包括多个处理器节点,每个具有一个或多个处理器。在分布式控制系统的例子中,通信处理器节点 50 可位于存储机柜 11 中。通信处理器节点经由例如连接到线路 80 的至少一个外部接口提供用于直接或通过驱动器 15 接收主机命令的通信链接。

此外,通信处理器节点 50 可提供与数据存储驱动器 15 通信的通信链接 70。通信处理器节点 50 可位于机柜 11 中,接近数据存储驱动器 15。此外,在分布式处理器系统的例子中,提供一个或多个附加的工作处理器节点,其可包括例如位于第一存取器 18 的工作处理器节点 52,并且经由网络 60、157 连接到通信处理器节点 50。每个工作处理器节点可响应从任何通信处理器节点被广播到工作处理器节点的所接收命令,并且工作处理器节点也可指示存取器的操作、提供移动命令。

XY 处理器节点 55 可被提供并且可位于第一存取器 18 的 XY 系统。XY 处理器节点 55 被连接到网络 60、157，并且对移动命令做出反应，操作 XY 系统来定位抓取器 20。

同样地，可选操作面板 23 处可提供操作面板处理器节点 59，用来提供操作面板与通信处理器节点 50、工作处理器节点 52、252 以及 XY 处理器节点 55、255 之间通信的接口。

提供例如包括公共总线 60 的网络，从而连接各个处理器节点。网络可包括诸如市场上可买到的 CAN（控制器局域网）总线系统的健壮布线网络，其为多点网络，具有例如 CiA, the CAN in Automation Association, Am Weich Selgarten 26, D-91058 Erlangen 所定义的标准存取协议和布线标准。如本领域技术人员所熟知的，诸如以太网的其他网络，或诸如 RF 或红外的无线网络系统可被用于库中。此外，多个独立的网络也可被用来连接各个处理器节点。

经由线路 70，通信处理器节点 50 被连接到存储机柜 11 的每个数据存储驱动器，与驱动器 15 以及与主机系统 40、41 和 42 通信。可选地，例如在输入 80 处，主机系统可被直接连接到通信处理器节点 50，或连接到控制端口设备（未示出），其利用类似于驱动器 / 库接口的库接口将库 10 连接到主机系统。如本领域技术人员所熟知的，可采用各种通信配置与主机 40、41 和 42 以及与数据存储驱动器 15 通信。在图 3 的例子中，主机连接 80 和 81 是 SCSI 总线。总线 82 包括光纤通道（Fibre Channel）总线的例子，其为高速串行数据接口，从而允许在比 SCSI 总线系统更长的距离上发送。

数据存储驱动器 15 可以非常接近通信处理器节点 50，并且可采用诸如 SCSI 的短距离通信方案或诸如 RS-422 的串行连接。因此，通过线路 70，数据存储驱动器 15 被分别地连接到通信处理器节点 50。可选地，通过诸如公共总线网络的一个或多个网络，数据存储驱动器 15 可被连接到通信处理器节点 50。

附加的存储机柜 11 可被提供，并且每个都被连接到相邻的存储机柜。任何存储机柜 11 可包括通信处理器节点 50、存储单元 16、数

据存储驱动器 15 以及网络 60。

如上所述，进一步地，自动数据存储库 10 可以包括多个存取器。例如，第二存取器 28 在图 3 的右服务间 14 中示出。第二存取器 28 可包括用来存取数据存储盒的抓取器 30，XY 处理器节点 255 可被提供，并且可位于第二存取器 28 的 XY 系统 255。第二存取器 28 可以在与第一存取器 18 相同的水平机械路径上，或在相邻的路径上运行。此外，控制系统也可以包括形成连接到存储机柜 11 的网络 60 以及连接到左服务间 13 的网络 157 的网络的扩展网络 200。

在图 3 以及所附描述中，第一和第二存取器分别与左服务间 13 和右服务间 14 相关联。这是为了说明的目的并且可能不是实际的关联。此外，网络 157 可能不与左服务间 13 相关联，网络 200 可能不与右服务间 14 相关联。基于库的设计，可能不必具有左服务间 13 以及/或右服务间 14。

自动数据存储库 10 通常包括一个或多个控制器来指示自动数据存储库的操作。主机计算机和数据存储驱动器通常包括类似的控制器。控制器可采用许多不同的形式，并且可包括例如但不限于嵌入系统、分布式控制系统、个人计算机或工作站等等。或者，处理器节点 50，52，55，59，252，255 的其中之一可包括控制器。在这样的配置中，其中一个处理器节点包括控制器，而任何其他处理器节点可在该控制器的指挥下工作。此外，处理器节点 50，52，55，59，252，255 的其中两个或多个可包括控制器。在此进一步配置中，两个或多个处理器节点包括控制器，而任何其他处理器节点可在该控制器的指示下工作。基本上，此处所使用的术语“控制器”意在广义地表示包含至少一个处理器的设备或系统，如此处术语所定义的那样。

图 4 示出了具有处理器 402、RAM（随机存取存储器）403、非易失存储器 404、以及 I/O 接口 405 的典型的控制器 400。可选地，像设备专用电路 401 以及 I/O 接口 405 那样，RAM 403 以及/或非易失存储器 404 可被包含于处理器 402 中。处理器 402 可包括例如现成的微处理器、定制的处理器的处理器、FPGA（现场可编程门阵列）、ASIC（专

用集成电路)、离散逻辑等等。RAM (随机存取存储器) 403 通常被用于保持可变数据、栈数据、可执行指令等等。非易失存储器 404 可包括任何类型的非易失存储器, 例如但不限于 EEPROM (电可擦可编程只读存储器)、快闪 PROM (可编程序只读存储器)、备用电池 RAM 以及硬盘驱动器。非易失存储器 404 通常被用于保持可执行的固件和任何非易失性数据。I/O 接口 405 包括允许处理器 402 与控制器外的设备通信的通信接口。例子可包括但不限于串行接口, 例如 RS-232、USB (通用串行总线)、光纤通道 (Fibre Channel)、SCSI (小型计算机系统接口) 等等。设备专用电路 401 提供附加的硬件使控制器 400 能执行独特功能, 例如但不限于盒抓取器的电动机控制。设备专用电路 401 可包括电子设备, 其提供例如但不限于脉宽调制 (PWM) 控制、模数转换 (ADC)、数模转换 (DAC) 等等。此外, 设备专用电路 401 的全部或部分可驻留在控制器 400 之外。

库 10 包括许多机械部件, 用于例如但不限于, 存取器 18 的移动、抓取器 20 的动作、驱动器加载器对盒的接收和弹出、在驱动器中磁带在读/写头上的运动、当读取头寻找多轨介质的特定数据轨道时的定位、当读取头进行读/写时与数据轨道保持对齐时的运动、等。对这些机械部件的控制是通过使用伺服控制环路来实现的, 伺服控制环路的算法可在设备专用电路 401 中, 在处理器 402 中和/或在机械部件内的电路中执行。

图 5 表示用于控制机械系统的速度分布 (velocity profile) 绘图。当将机械系统从一个位置移向另一位置时, 通常使用、创建速度分布, 以使得移动不会对被移动或执行移动的机械硬件导致过大压力。简单的速度分布可由加速部分 502, 恒速部分 504 和减速部分 506 组成。该速度分布表示出在速度曲线 502, 504, 506 下面的区域 508 表示所要经过的距离。在任意时刻机械系统的预计位置可通过将速度分布从移动开始时间到所关心时刻的积分并将其与机械系统移动开始时的位置相加而得到。

图 6 显示出用于控制机械系统位置的伺服控制环路的框图。期望

位置 602 通常通过将速度分布积分而获得，类似图 5 所示。控制算法使用期望位置 602、测量位置 610、测量速度 612 和 / 或测量加速度 614 计算应施加到受控系统（例如，机械系统的电机）上的扭矩 606，以使得机械系统移动到期望位置。对于受控系统的测量位置 610、速度 612 和加速度 614 可被逐个测出。或者，如图所示，可通过求关于测量位置的导数得出加速度和速度。期望位置 602、扭矩 606、测量位置 610、测量速度 612 和测量加速度 614 通常作为在伺服日志中记录的重要参数。

继续该示例，为了将存取器 18 从一个位置移动到另一位置，基于存取器 18 的当前位置、到其目标目的地其要行进多远、其要行进多快以及什么样的加速度和减速度合适，来选择或生成运动分布。因此，用于控制存取器电机的伺服算法的参数可包括，期望和实际位置、期望和实际的速度、加速度和电机扭矩。在现有技术的数据日志系统中，当电机根据运动分布移动存取器时，将对这些参数进行监视，其值在规则间隔记录在连续日志表项的字段中。从而，一旦出现故障，可由表示一系列电机状态的记录参数值重新建立存取器 18 的进度。

日志表项的字段的长度可根据记录的具体参数而变化。例如，实际和期望电机位置均可存储在 16 位字段中，实际和期望速度均可存储在 22 位字段中，扭矩可以存储在 9 位字段（8 位值和 1 位符号）中。因此，每个日志表项将需要 85 位，或者，如果不记录期望速度的话则需要 63 位。

然而，本发明基于有关某些参数值从一个记录表项到下一个记录表项没有大幅度变化的认识，以及有关由被控制硬件的加速度和 / 或速度分布可预测至少某些变化的认识，提供了一种能够以更少空间日志记录这样数据的系统和方法。从而，通过存储在移动开始时的和 / 或在移动期间在一定间隔存储参数绝对值，以及存储绝对值之间的相对值，在不损失任何信息的条件下，可大大缩减表项所需的空间量。可以在规则的周期性间隔记录绝对值。可选地，或作为补充，如果参数的相对值，即，相对前一值的变化，大于在相对表项中所存储的值，

则可记录更新的绝对值。例如，假设正要记录电机的期望和实际位置，且如果作为绝对值存储，各需要 32 位，每个表项的日志记录数据总共为 8 个字节。当每个伺服间隔电机移动少于 128 个计数时，相对位置仅需要 8 位，大大节省了存储空间。另外，如果电机移动得快于每间隔 128 个计数，则可记录满长度 (full) 绝对值。从而，在同样量的存储器 403 中可存储更多的日志记录数据 410 (图 4)。尽管显示出日志记录数据被存储在 RAM 403 中，不过也可将日志记录数据存储在不失性存储器 404 中，或者可将其通过 I/O 接口 405 发送到另一控制器或发送到监视系统。

应该注意，此处所用术语“绝对值”并非具有数学意义 (即，数量的值与其符号无关)，而是用于指参数的最大、未压缩的值，与相对值相对。

无论在日志表项中存储的是参数的绝对值还是相对值，首先从用于对参数进行监视的任何设备获得当时 (then-current) 的完全值 (complete value)。如果要存储绝对值，则使用该完全值。然而，如果要存储相对值，则确定完全值与前一完全值之间的差，将该差存储作为相对表项。从而，差相对于完全值很小。在对日志记录数据的日后分析期间，特定表项 (表示时刻) 处特定参数的完全值的获得，可通过找出最近日志绝对值并加上在绝对表项与期望相对表项之间对于该参数的所有相对表项的值来实现。

图 7 表示用于存储绝对参数值的数据结构的一个示例，在该情形中，在用于绝对位置、绝对期望速度、绝对实际速度和绝对扭矩的字段中进行存储。将填充此处所述数据结构和表项的参数选择作为代表性示例，并非具有限定性。应该理解，在实际日志系统中，可记录其他参数，更少参数 (甚至单个参数) 或更多参数。图 7 的数据结构还包括用于表项类型的字段，以下将会描述。保持绝对值的字段的长度应选择为大得足以存储对于该字段的所有预期或可能的值。例如，如果绝对值位置总是在 -1,000,000 与 1,000,000 之间，则将需要 21 位来存储所有可能的绝对位置。

保持相对值的字段的长度应选择为大得足以存储每个参数的一般预期变化，小得足以使用于存储日志记录数据所需的存储器大大缩减。在特定移动期间位置的变化量可由运动的速度分布进行估计，速度的变化量可由加速度分布进行估计。同样还可对其他参数值的变化进行估计。此外，字段长度选择需要折衷考虑。大长度字段能够容纳更宽范围的参数值变化，但付出需更多存储器的代价。另一方面，更小长度字段在变化较大时可能需要更频繁地记录绝对值，但在大多数时间值仅发生小幅度变化，则这可能是更有效的方案。为进行更方便的存储器管理，可将最大日志表项扩展到整数个字节，某些位空间保持不用或用于额外开销，例如表示表项类型。

图 8 表示用于存储相对参数值的数据结构的一个示例，在此情形中，在用于相对位置、相对期望速度、相对实际速度和绝对扭矩的字段中进行存储。在图 8 中，再次仅以示意性方式显示出特定字段。在某些伺服应用中，扭矩变化得非常快，以致记录相对值不会提供明显的空间节省。因此，图 8 所示数据结构允许记录更新绝对值。图 9 表示用于存储相对参数值的数据结构的更短版本，其中，去除了用于相对期望速度的字段，这是由于其变化或许不会非常频繁。使用图 9 所示数据结构可意味着期望速度未发生变化。

本发明优选地包括定义信息表项的数据结构。图 10 表示出这样的数据结构的一个示例。该数据结构包括用于存储随后相对值数据表项的每个字段的位数的字段。在视图中，4 位字段指定相对位置字段的位数，另一 4 位字段指定相对期望速度字段的位数，最后的 4 位字段指定相对实际速度字段的位数，对相对值分配零位表明，当使用相对表项时，特定参数不发生变化，例如，当位置保持恒定或电机以恒定速度移动时。如果 / 当参数发生变化，可使用绝对值表项。

在一个实施例中，可实现多个相对级或度。在图 11 的实例中，在数据结构中表示出两个级。应该理解，这两个所示的级仅仅是示意性的，还可使用更多级（或单个级）。例如，级 1 的相对表项可使用 4 位字段存储参数的相对值，只要值变化小于 8 个单位即可。如果值

变化超过 8 个单位，而小于 128 个单位，则可在相对级 2 的 8 位字段中存储该值。而且，如果变化超过 128 个单位，则可在更新绝对表项中存储该值。

当实际参数值接近相应期望参数值时可实现进一步压缩，当实际位置紧紧跟踪期望位置时也是如此。可记录和存储期望位置和位置误差，而不再存储期望位置和相关的实际位置相对值。在日后分析中，可从这些值得出实际位置。

由于数据日志限制了长度，即便是已实现本发明的系统和方法，其最终也要变满，并对最先存储的数据进行覆写，以便为最新日志记录数据腾出空间。然而，如果按照传统方式覆写数据，则当覆写了绝对表项而随后记录的相关相对表项保留：“孤立 (stranded)”的相对表项将不再具有参考点，从而不再能够被“解码”时，可使得信息不必要地丢失。同样，如果相对表项具有可变字段长度，对信息表项的覆写还可导致相关相对表项孤立以及信息的丢失。孤立的相关相对表项被认为是无效的。周期性存储绝对和 / 或信息表项，即便是相对表项字段的长度不发生变化，也能够减小（但并非必须消除）损失。在每次移动的结束和开始时存储绝对和 / 或信息表项，并将相关相对表项夹在二者之间，也能减轻信息丢失。或者，将绝对和 / 或信息表项存储在相关相对表项之前和之后，消除孤立相对表项，减小存储器使用和信息的丢失。然后，通过最早的随后绝对和 / 或信息表项将相对表项解码。

重要的是要注意，尽管以全功能数据处理系统的情形描述了本发明，然而本领域普通技术人员应该理解，本发明的处理能够以指令的计算机可读介质的形式以及各种形式发布，且本发明的应用与用于实现发布的特定类型的信号承载介质无关。计算机可读介质的示例包括可记录类型介质，例如软盘、硬盘驱动器、RAM 和 CD-ROM，以及传输类型介质，如数字和模拟通信链路。

以上出于示意和说明的目的给出了本发明的描述，该描述并不意在穷举出本发明或将本发明局限于所披露形式。本领域普通技术人员

将易于想到许多修改和变型例。选择和描述实施例的目的是为了更好地解释本发明的原理、实际应用，以及使本领域其他普通技术人员能够理解本发明具有各种实施例，通过多种变型以适于预期特殊应用。此外，尽管上面针对方法和系统进行了描述，不过，通过计算机程序产品也可满足现有技术的需求，其中，该计算机程序产品包含指令，以便对从用于将计算基础设施部署到(包括将计算机可读代码集成到)有此用途的计算系统中的系统或方法所获得的运动相关数据，进行日志记录。

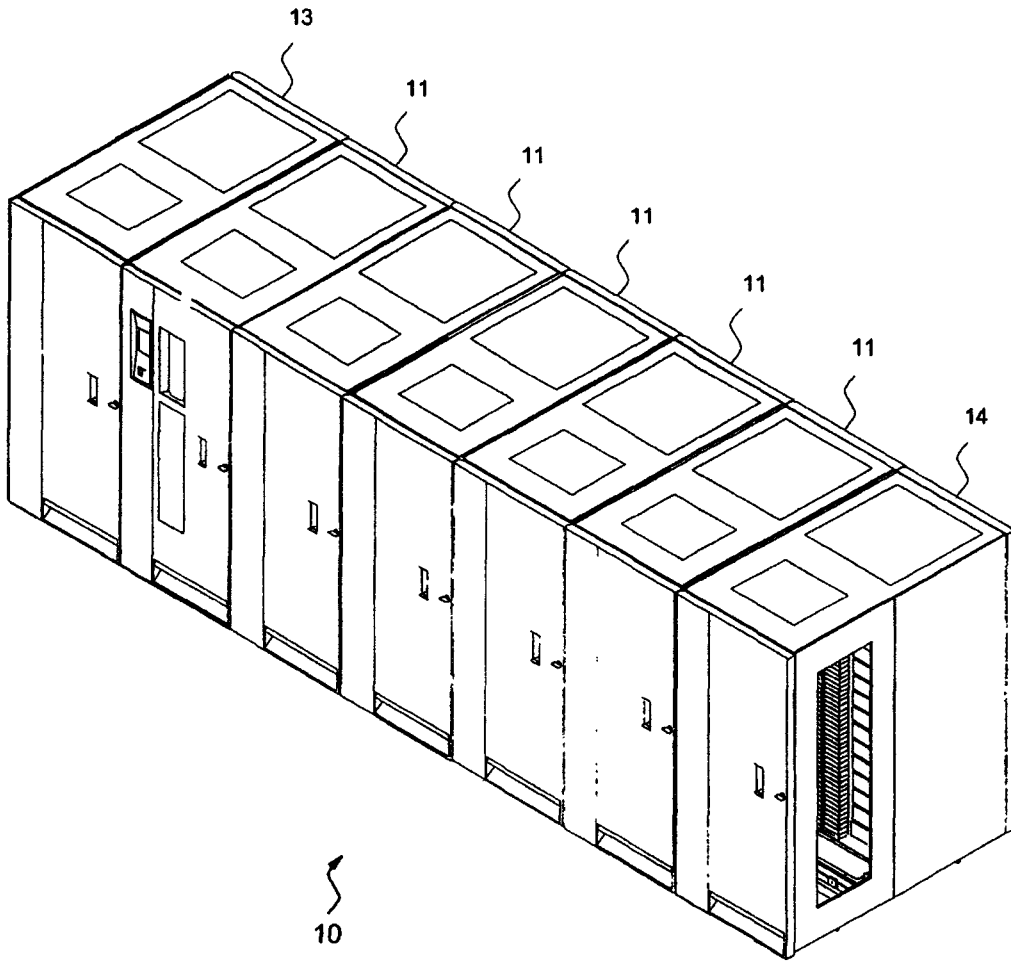


图1

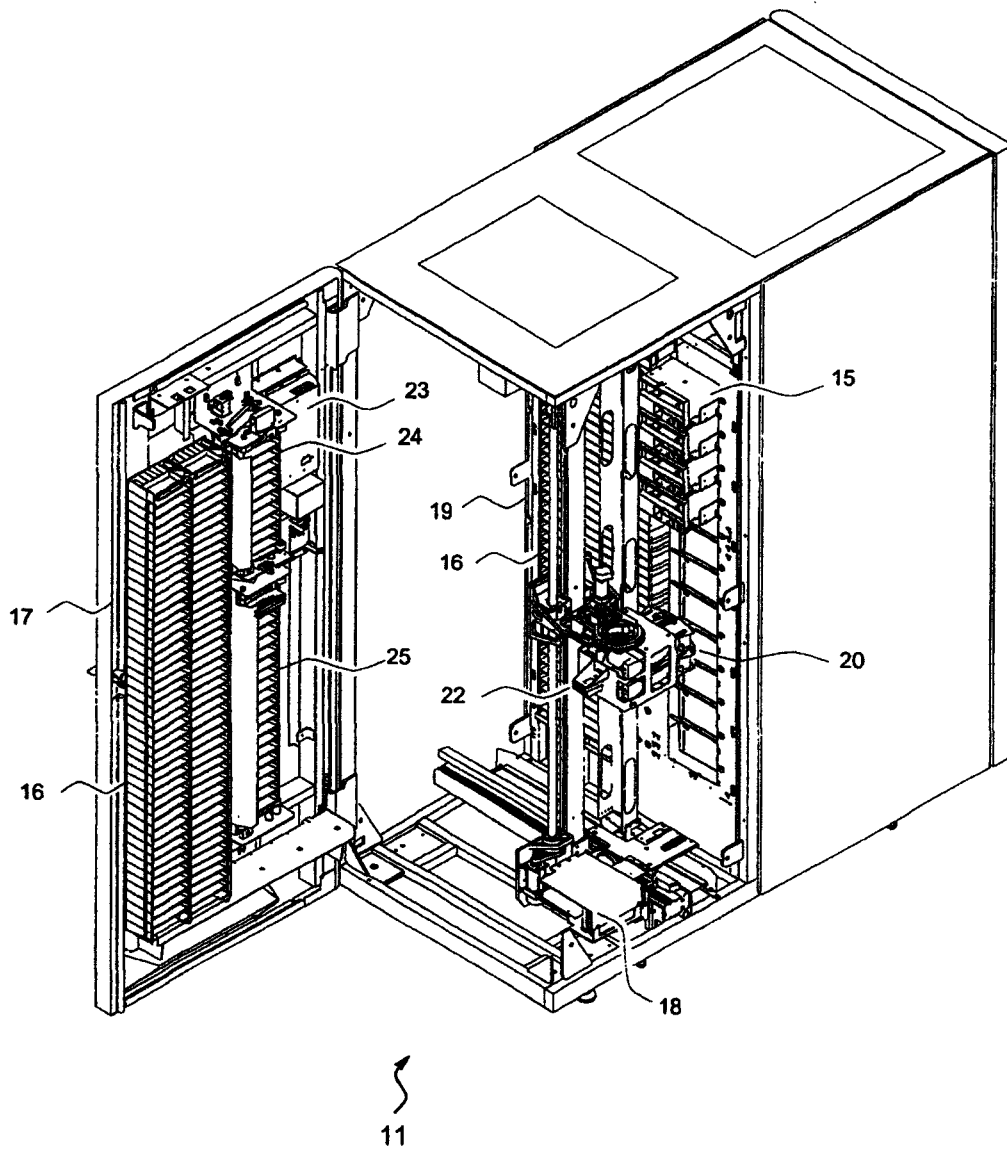
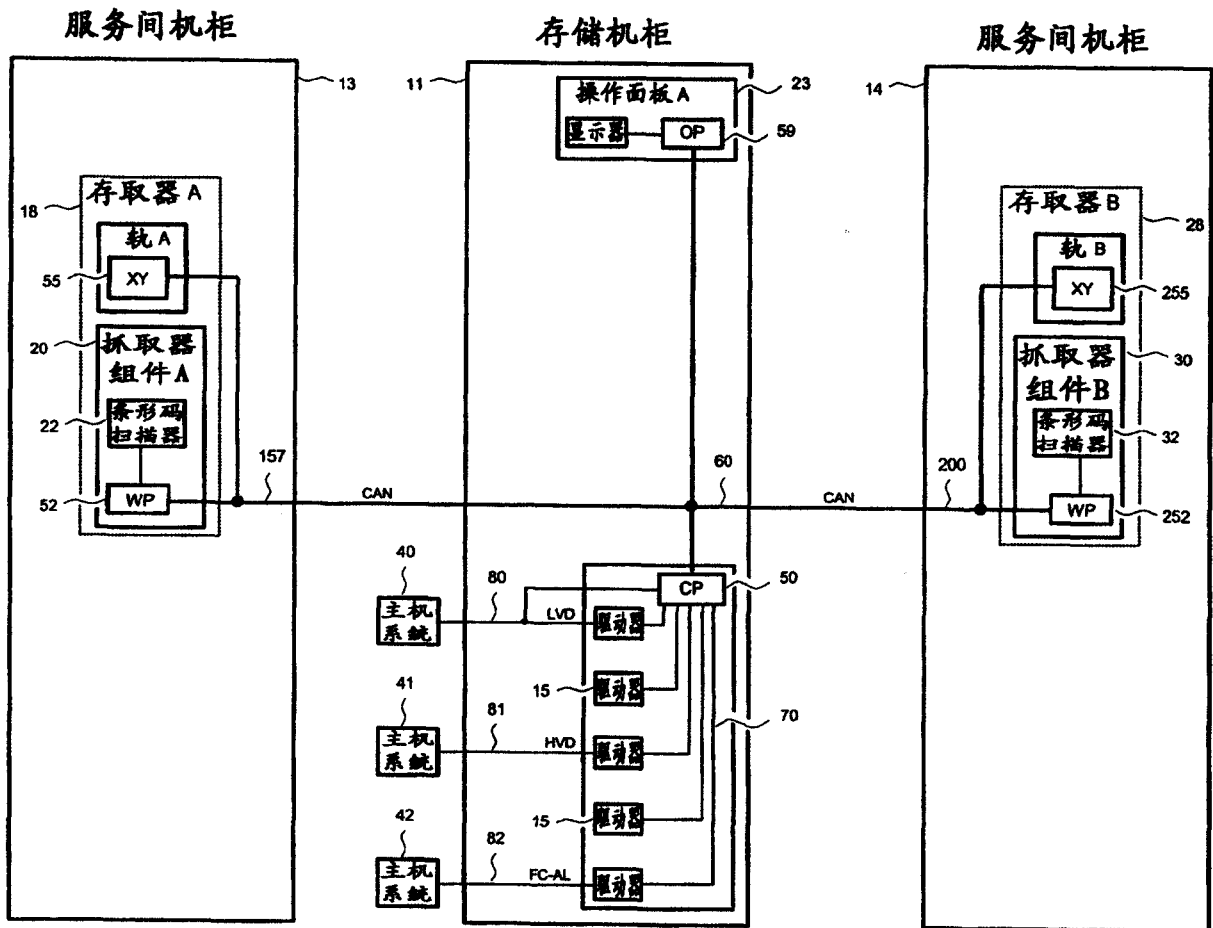


图2



10

图 3

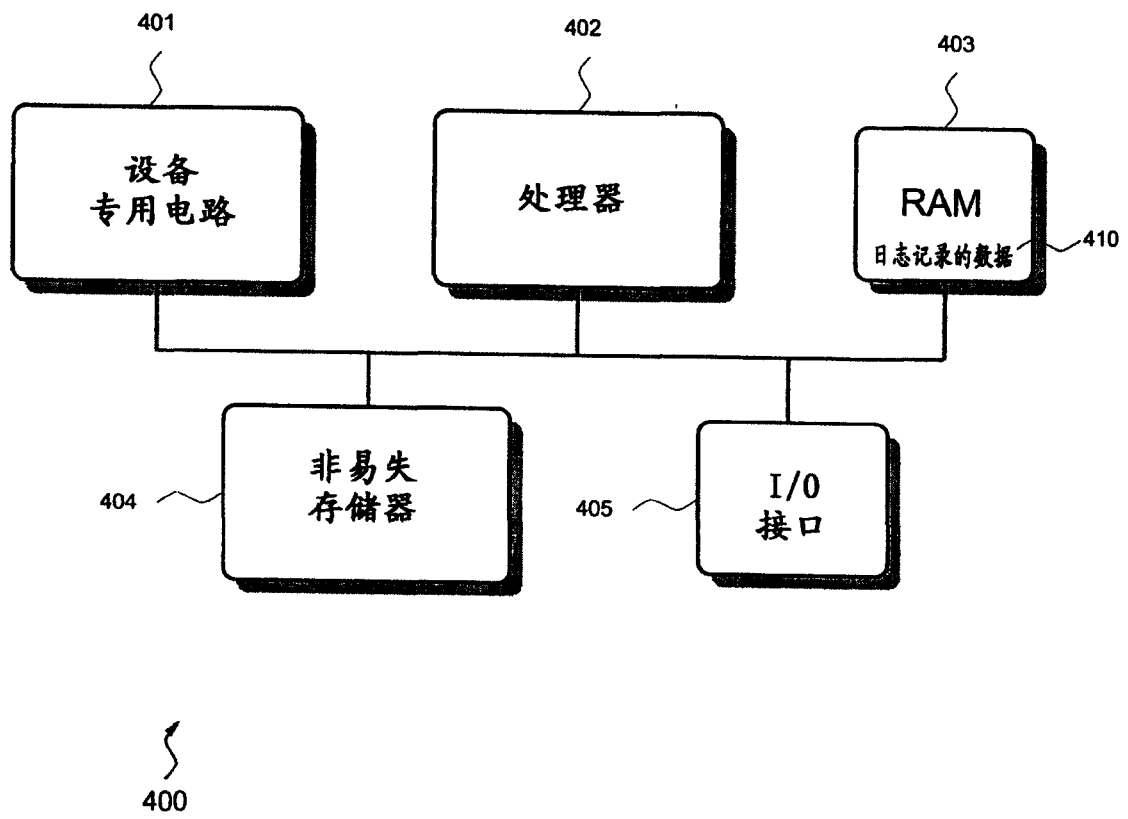


图4

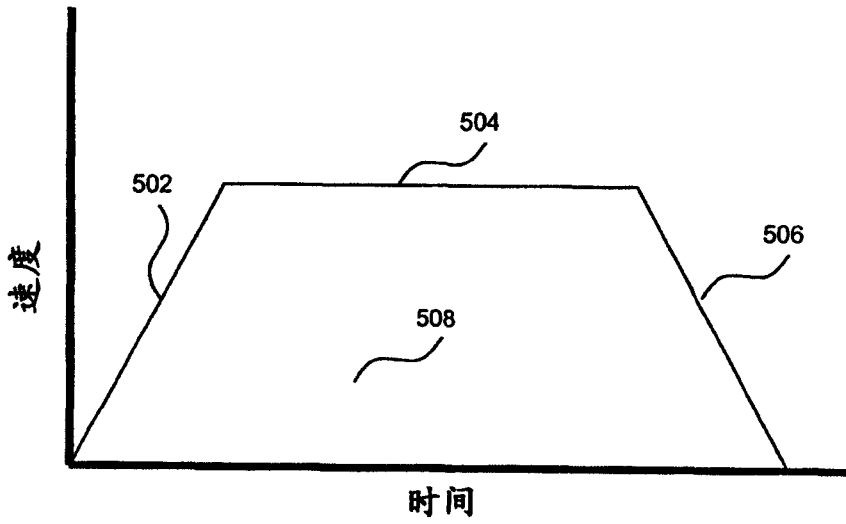


图5

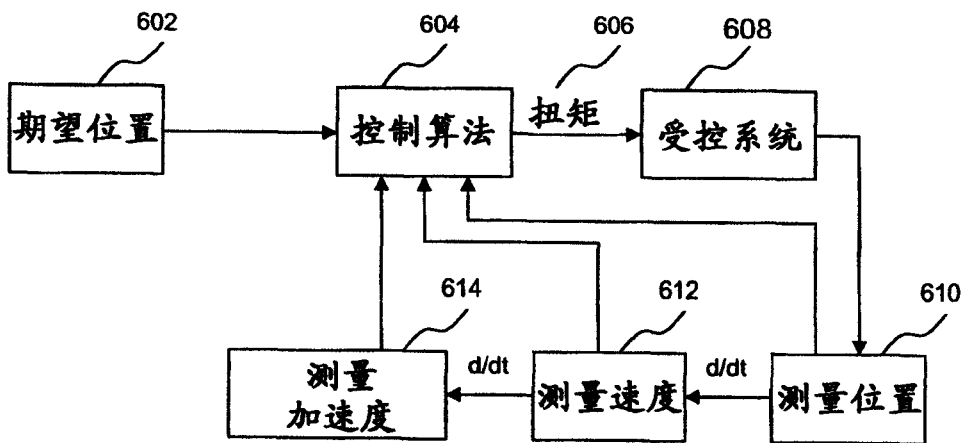


图6

绝对表项(表项类型0x1)

	0-1	2-17	18-39	40-61	62-70
含义	表项类型	绝对位置	绝对期望速度	绝对实际速度	绝对扭矩

图 7

相对表项级别2(表项类型0x03)

	0-1	2-10	11-24	25-38	39-47
含义	表项类型	相对位置	相对期望速度	相对实际速度	绝对扭矩

图 8

相对表项级别1(表项类型0x02)

	0-1	2-9	10-22	23-31
含义	表项类型	相对位置	相对实际速度	绝对扭矩

图 9

相对定义信息表项(表项类型0x0,信息类型0x0)

	0-1	2-3	4-7	8-11	12-15
含义	表项类型	信息类型	位置的位数	期望速度的位数	实际速度的位数

图 10

相对定义信息表项(表项类型0x0,信息类型0x0)

			相对等级 1			相对等级 2			
	0-1	2-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	28-31
含义	表项类型	信息类型	位置的位数	期望速度的位数	实际速度的位数	位置的位数	期望速度的位数	实际速度的位数	未用

图 11