



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02818710.5

G06G 7/62 G06F 17/50
G06F 9/455

[43] 公开日 2004 年 12 月 29 日

[11] 公开号 CN 1559066A

[22] 申请日 2002.9.24 [21] 申请号 02818710.5

[30] 优先权

[32] 2001.9.24 [33] US [31] 60/324,750

[86] 国际申请 PCT/US2002/030390 2002.9.24

[87] 国际公布 WO2003/041046 英 2003.5.15

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.24

[71] 申请人 伊梅森公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 罗伯特·拉克鲁瓦

亚当·C·布劳恩

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

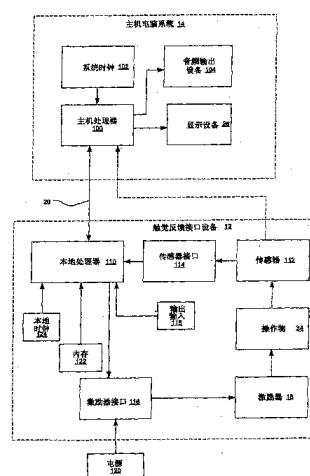
代理人 樊卫民 钟 强

权利要求书 6 页 说明书 16 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于触觉反馈设备的具有低带宽通信链路的数据滤波器

[57] 摘要

本发明的实施例提供电脑程序产品、方法与系统，以用于低速处理器(110)和/或低带宽通信链路(20)。本发明的实施例允许低带宽过滤数据，该数据被滤波器视为包含与先前发送的数据实质上相同的触觉反馈参数。



1. 一种过滤数据的方法，所述方法包括：

在发送包含触觉反馈参数的第二数据之前，发送包含触觉反馈参数的第一数据；

判定所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数；和

基于所述第二数据具有与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的判定，过滤所述第二数据。

10

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，过滤所述第二数据是在从主机电脑系统通过通信链路向触觉反馈接口设备发送所述第二数据之前执行的。

15

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中，过滤所述第二数据是在从主机电脑系统通过通信链路向触觉反馈接口设备发送所述第二数据之后执行的。

20

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中，对所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的判定包括：

判定所述第二数据中的触觉反馈参数与所述第一数据中的触觉反馈参数的差异是否在预先确定的百分比之内，和

基于所述第二数据的差异在预先确定的百分比之内的判定，维持所述第一数据的触觉反馈输出。

25

5. 如权利要求 1 所述的方法，其包括：

监测从主机电脑系统到触觉反馈接口设备的数据传输队列；和

如果在所述数据传输队列中等待的数据量低于门限水平，排队所述第二数据，即使所述第二数据具有与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数。

30

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中，所述门限水平依赖于所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的通信链路的预期带宽。

5 7. 如权利要求 1 所述的方法，其中，对所述第二数据的过滤包括：

阻止所述第二数据被发送到触觉反馈接口设备；和

模拟将所述第二数据成功地排队到送往所述触觉反馈接口设备的传输队列中。

10

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中，对所述第二数据的过滤包括：

从所述第二数据中丢弃相对所述第一数据冗余的信息；和

从所述第二数据中发送相对所述第一数据不冗余的信息。

15

9. 一种计算机可用介质，其具有计算机可读程序代码，所述计算机可读程序代码嵌入于所述计算机可用介质，所述计算机可读程序代码包括：

用于在发送包括触觉反馈参数的第二数据之前发送包括触觉反馈参数的第一数据的代码；

用于判定所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的代码；和

用于基于所述第二数据具有与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的判定而过滤所述第二数据的代码。

20

10. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其中，所述的计算机可用介质存储于主机电脑系统上的内存之中，并且由所述主机电脑系统上的处理器进行处理。

25

11. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其中，所述的计算机

可用介质存储于触觉反馈接口设备上的本地内存之中，并且由连接到所述触觉反馈接口设备的本地处理器进行处理。

12. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其进一步包括用于监测⁵主机电脑系统与连接到所述主机电脑系统的触觉反馈接口设备之间的队列的代码，

其中，所述的用于过滤的代码，被进一步配置为：发送所述第二数据，即使所述第二数据具有与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数，其基于所述主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的所述队列¹⁰低于门限水平的判定。

13. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其中，所述的用于判定所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的代码，被进一步编程为判定与所述第一数据的触觉反馈参数相比较，所述第二数据的触觉反馈参数的差异是否在预先确定的百分比以¹⁵内。

14. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其中，所述的用于过滤所述第二数据的代码，被进一步配置为阻止发送所述第二数据，并且模拟将所述第二数据成功地排队到送往触觉反馈接口设备的传输队²⁰列中。

15. 如权利要求 9 所述的计算机可用介质，其中，所述的用于过滤所述第二数据的代码，被配置为从所述第二数据中过滤相对所述第一数据冗余的信息，以及从所述第二数据中发送相对所述第一数据不冗余的信息。²⁵

16. 一种用于过滤数据的触觉反馈系统，所述系统包括：
主机电脑系统，其用于发送包括触觉反馈参数的第一数据与第二³⁰数据；

触觉反馈接口设备，其连接到所述主机电脑系统，并且被配置为从所述主机电脑系统接收所述第一数据与第二数据，

其中，所述主机电脑系统被配置为判定所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数，并且过滤发往所述触觉反馈接口设备的所述第二数据，所述过滤基于所述第二数据具有与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数的判定。
5

17. 如权利要求 16 所述的触觉反馈系统，其中，对所述第二数据的过滤包含阻止发送所述第二数据。

10

18. 如权利要求 16 所述的触觉反馈系统，其中，过滤包含阻止从所述第二数据中发送相对所述第一数据冗余的信息，以及从所述第二数据中发送相对所述第一数据不冗余的信息。

15

19. 如权利要求 16 所述的触觉反馈系统，其中，所述主机电脑系统被进一步配置为监测送往所述触觉反馈接口设备的传输队列内的数据量，并且，如果所述传输队列中的数据低于门限水平，允许所述第二数据进入所述传输队列，即使所述第一数据与第二数据具有实质上相同的触觉反馈参数。

20

20. 如权利要求 19 所述的触觉反馈系统，其中，所述的数据的门限水平依赖于以下两者中的至少一个：所述触觉反馈接口设备的处理能力，所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的通信链路的带宽。

25

21. 如权利要求 16 所述的触觉反馈系统，其中，所述主机电脑系统判定所述第二数据是否包含与所述第一数据实质上相同的触觉反馈参数，其通过判定所述第二数据的触觉反馈参数与所述第一数据的触觉反馈参数之间的差异是否在预先确定的百分比以内来进行。

30

22. 一种过滤数据的方法，所述方法包括：

监测主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的传输队列；和

过滤第二数据，其包含与先前传输的第一数据实质上相同的触觉反馈参数，所述过滤基于所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的所述传输队列内的数据量高于门限水平的判定。

5

23. 如权利要求 22 所述的方法，其中，过滤所述第二数据是在从所述主机电脑系统通过通信链路向所述触觉反馈接口设备发送所述第二数据之前执行的。

10

24. 如权利要求 22 所述的方法，其中，所述门限水平依赖于以下两者中的至少一个：所述触觉反馈接口设备的处理能力，所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的通信链路的预期带宽。

15

25. 如权利要求 22 所述的方法，其包括将所述第二数据排队到所述传输队列中，其基于所述传输队列低于所述门限水平的判定。

20

26. 一种计算机可用介质，其具有计算机可读程序代码，所述计算机可读程序代码嵌入于所述计算机可用介质，所述计算机可读程序代码包括：

用于监测主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的传输队列的代码；和

25

用于过滤第二数据的代码，所述第二数据包含与先前传输的第一数据实质上相同的触觉反馈参数，所述过滤基于所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的所述传输队列内的数据量高于门限水平的判定。

30

27. 如权利要求 26 所述的计算机可用介质，其中，所述门限水平依赖于以下两者中的至少一个：所述触觉反馈接口设备的处理能力，所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的通信链路的预

期带宽。

28. 如权利要求 26 所述的计算机可用介质，其包括用于将所述第二数据排队的代码，所述排队基于所述传输队列低于所述门限水平的判定。
5

10

29. 一种用于过滤数据的触觉反馈系统，所述系统包括：

主机电脑系统，其用于发送包括触觉反馈参数的第一数据与第二数据；

触觉反馈接口设备，其连接到所述主机电脑系统，并且被配置为从所述主机电脑系统接收数据，

15

其中，所述主机电脑系统被配置为监测主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的传输队列，并且过滤第二数据，所述第二数据包含与先前传输的第一数据实质上相同的触觉反馈参数，所述过滤基于所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的所述传输队列内的数据量高于门限水平的判定。

20

30. 如权利要求 29 所述的触觉反馈系统，其进一步包括将所述主机电脑系统连接到所述触觉反馈接口设备的通信链路，其中，所述门限水平依赖于以下两者中的至少一个：所述触觉反馈接口设备的处理能力，所述主机电脑系统与所述触觉反馈接口设备之间的所述通信链路的带宽。

用于触觉反馈设备的具有低带宽通信链路的数据滤波器

5 相关申请交叉引用

本申请要求于 2001 年 9 月 24 日提交、题为 “Data Filter for Haptic Feedback Devices Having Low Bandwidth Communication Links (用于触觉反馈设备的具有低带宽通讯链路的数据滤波器)” 的美国临时专利申请 60/324,750 的权益，在此通过引用将其完整内容结合进来。

10

技术领域

一般地，本发明的实施例涉及通过主机电脑系统使用的触觉反馈接口设备，更特别地，涉及用于触觉反馈接口设备的数据滤波器。

15

背景技术

20

用于与电脑系统或电子设备进行交互的普通的人机接口设备包括鼠标、游戏棒、跟踪球、游戏垫（gamepad）、方向盘、触笔、书写板、压感球、旋钮等等。在一些触觉反馈接口设备中，肌肉运动知觉力反馈和/或触觉反馈也被提供给用户，这里均称为“触觉反馈”。这些类型的接口设备能够提供可为用户所感知的物理感觉，该用户操作该接口设备的操作物（manipulandum）（例如游戏棒手柄、鼠标按键、旋钮等），该接口设备的机架，或该接口设备与该用户具有触觉接触的其他组件。一个或多个电动机或其他激励器可连接于该接口设备的机架或操作物，且与控制主机电脑系统通信。该主机电脑系统协同并配合事件与交互，通过向该接口设备上的激励器发送控制信号或命令，控制操作物和/或机架上的力和/或阻力。

25

30

大多数触觉反馈应用依赖于触觉反馈接口设备与主机电脑系统之间的高带宽通信链路。例如，全速的通用串行总线（USB）人接口设备（HID）类设备通常具有至多 64k 字节/秒的带宽，其对于许多触觉

应用已经足够。然而，在具有更廉价的控制器的低速 USB 设备中，通信链路可能具有较低的带宽。

在现存软件应用中，应用程序创建的触觉反馈数据通过驱动软件
5 传输到触觉反馈接口设备。当要求高带宽通信的触觉反馈应用程序被
用于与低带宽触觉反馈接口设备相连接时，常常会产生通信瓶颈，并
且该应用花费更多的时间来等待各个数据以完成其传输，从而降低了
该应用的整体性能。数据被排队，队列增长，当队列计数增长到太大
10 时，在一些场合下导致系统停顿或崩溃。在其他另一些场合下，输出
管道可能被填满，永远不被清空。

15 应用程序的显示帧率（或更新率）和/或整体性能可能因程序没
有能力处理低带宽通信链路而遭受损失。低效、糟糕的触觉效果或丢
失数据也可能发生在触觉反馈接口设备上具有高带宽但是低处理能
力的实现中，例如接收数据的速率过大，以致设备上的处理器或电路
不能正确地处理。

发明内容

20 在一个实施例中，本发明提供电脑程序产品、系统与方法用于过
滤数据。实施例包括从主机电脑系统向触觉反馈接口设备发送第一数
据，之后发送第二数据。判定该第二数据是否包含与该第一数据实质
上相同的触觉反馈参数。基于该第二数据具有与该第一数据实质上相
同的触觉反馈参数的判定，对该第二数据进行过滤。

25 在另一个实施例中，本发明提供电脑程序产品、系统与方法，其
被配置，以基于主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的传输队列内
的数据量，对数据进行过滤。本发明的示例性的实施例可监控从主机
电脑系统到触觉反馈接口设备的传输队列内的数据量。如果该传输队
列内的消息的数量低于门限水平，允许一些或全部消息发送到该触觉
反馈接口设备。然而，如果该传输队列内的数据量高于门限水平，提

供实质上相同的触觉反馈参数或者不显著改变对用户的触觉反馈输出的数据，可在发送给该触觉反馈接口设备之前被过滤。

通过参考本说明书的剩余部分以及附图，将更易于理解本发明的特性与优势。
5

附图说明

图 1 示意性地描绘了一种触觉反馈系统，其适于供本发明的实施例使用；

10 图 2 为流程图，描绘了一种用于根据本发明的一个实施例过滤消息的方法；

图 3 为流程图，描绘了一种用于根据本发明的另一个实施例过滤消息的方法；和

15 图 4 为流程图，描绘了一种用于根据本发明的又一个实施例过滤消息的方法。

具体实施方式

图 1 为框图，描绘了一种触觉反馈系统，其适于供所描述的本发明的实施例使用。该触觉反馈系统包括主机电脑系统 14 和触觉反馈接口设备 12，以及通过主机电脑系统 14 和触觉反馈接口设备 12 之一处理的数据滤波器。
20

主机电脑系统 14 可包括一个或多个主机处理器 100，系统时钟 102，和显示设备 26，且可包括音频输出设备 104。主机电脑系统 14 还可包括其他众所周知的组件，例如（但不限于），总线、随机存取内存（RAM）、只读内存（ROM）和输入/输出（I/O）电子器件（未显示）等等。
25

主机电脑系统 14 可以是具有一个或多个处理器的任何设备。范例包括（但不限于）操作于任何众所周知的操作系统下的个人电脑或
30

5

工作站，通常连接到电视机或其他显示器的多种家庭视频游戏控制台系统（例如来自 Nintendo、Sega、Sony 或 Microsoft 的系统）中的一种，允许用户利用标准连接与协议（例如用于因特网与万维网）同局域网或全球网交互的“机顶盒”、“网络”或“联网电脑”，器具或电子设备，车载电脑，街机游戏，便携式电脑，等等。

10

15

在一个实施例中，主机电脑系统 14 可实现一种主机应用程序，其与触觉反馈接口设备 12 交互。触觉反馈接口设备 12 可以是具有触觉反馈功能的任何设备。范例包括（但不限于）鼠标、游戏棒、跟踪球、游戏垫、方向盘、触笔、书写板、压感球、旋钮等等。主机应用程序的范例包括（但不限于）视频游戏、文字处理器、电子数据表、实现了 HTML 或 VRML 指令的网页或浏览器、科学分析程序、虚拟现实训练程序或应用、操作系统或其他应用程序。在这里，可称主机电脑系统 14 提供“图形环境”，其可以是图形用户接口、游戏、模拟或其他可视环境，且可包括为显示设备 26 所显示的图形对象。典型地，一种应用编程接口（API）被用于接合应用程序和与触觉反馈接口设备 12 直接通信的低级驱动程序。

20

25

在一个实施例中，显示设备 26 可连接到主机电脑系统 14，且可以是（举例说，但并非唯一的例子）标准显示屏幕（LCD、CRT、平板等等）、3D 眼镜或任何其他常规的或专用的可视输出设备。主机应用可提供在显示设备 26 上显示于图形环境内的图像，和/或其他反馈，例如听觉信号。音频输出设备 104，例如一套扬声器，可通过放大器、滤波器和本领域技术人员所知道的其他电路连接到主机处理器 100，在主机应用程序操作期间，当“音频事件”发生时，其向用户提供声音输出。其他类型的外设也可连接到主机处理器 100，例如存储设备（硬盘驱动器、CD ROM 驱动器、软盘驱动器、CD-R、CD-RW、DVD、DVD-R 等等）、打印机和其他输入与输出设备。

30

在一个实施例中，触觉反馈接口设备 12 可以是游戏垫、鼠标、

游戏棒、方向盘、触笔、触摸板、球形控制器、手指板、旋钮、跟踪球、用于选择电视功能的手持远程控制设备、录像机、立体声、联网或网络电脑、手机、个人数字助理或可向用户提供触觉力的任何设备。

5 在一个实施例中，触觉反馈接口设备 12 可包括机架（未显示）和操作物 34，例如（但不限于）游戏棒手柄、鼠标、旋钮、方向盘、跟踪球、按钮、触发器、脚踏板等等。操作物 34 可被用户移动，也可被传感器跟踪。来自（一个或多个）激励器 18 的力可施加到触觉反馈接口设备 12 的机架和/或可移动的操作物 34。

10 在一个实施例中，触觉反馈接口设备 12 以本领域所知的任意方式连接到主机电脑系统 14，以允许主机电脑系统 14 与触觉反馈接口设备 12 之间的数据传输，其为单向、双向或两者兼具。例如（但不限于）主机电脑系统 14 与触觉反馈接口设备 12 可通过通信链路（例如总线）20 连接，其在触觉反馈接口设备 12 与主机电脑系统 14 之间传达信号，在某些实施例中还可向触觉反馈接口设备 12 供电。在其他实施例中，信号可在触觉反馈接口设备 12 与主机电脑系统 14 之间通过无线发射/接收来发送。通信链路 20 的一些例子包括（但不限于）串行接口总线，例如通用串行总线（USB），RS232 串行接口，RS-422，MIDI 或依据本领域技术人员所知协议的任意总线；或者并行总线或无线链路。

15 触觉反馈接口设备 12 可包括一个或多个本地处理器 110。可选地，可将本地处理器 110 包括于触觉反馈接口设备 12 的机架之内或之外，以允许与该触觉反馈接口设备的其他组件之间的有效的通信。相对于触觉反馈接口设备 12 而言，本地处理器 110 被认为是本地的，这里“本地的”指的是本地处理器 110 是单独的处理器，其与主机电脑系统 14 内的任何处理器相分离。在一个实施例中，本地处理器 110 可包含指令，以等待来自主机电脑系统 14 的命令或请求，解码该命令或请求，以及根据该命令或请求处理/控制输入与输出信号。另外，
20
30

5

本地处理器 110 可独立于主机电脑系统 14 进行操作，其读取传感器信号，并且从那些传感器信号、时间信号、以及存储或延迟的根据主机命令选择的指令计算适当的力。一些可作为本地处理器 110 使用的合适的处理器的例子包括（但不限于）低端处理器以及更复杂的力反馈处理器，例如来自 STMicroelectronics 的 ST7 处理器和美国加州圣何塞(San Jose, California)的伊梅森公司(Immersion)制造的 Immersion TouchsenseTM 处理器。本地处理器 110 可包括一块微处理器芯片，多个处理器和/或协处理器芯片，和/或数字信号处理(DSP)能力。

10

15

本地处理器 110 可通过传感器接口 114 从传感器 112 接收信号，并通过激励器接口 116 向激励器 18 提供信号，其遵照主机电脑系统 14 通过通信链路 20 提供的指令。例如，在一个本地控制实施例中，主机电脑系统 14 可通过通信链路 20 向本地处理器 110 提供高层监督命令，本地处理器 110 可解码该命令，并且遵照该高层命令，管理对传感器和激励器的低层力控制循环，其与主机电脑系统 14 相互独立。在美国专利 5,739,811 与 5,734,373 中对此操作的更多细节进行了描述。本地处理器 110 还可在将被输出到用户目标的力的本地决定中使用传感器信号，以及向主机电脑系统 14 报告得自传感器信号的位置数据。

20

25

在此，术语“触觉感觉”指单个力或一系列力，其由激励器输出，以向用户提供一个或多个触觉感觉。例如，阻力、颤动、个别的摇晃或混合感觉都被认为是触觉感觉。在一些实施例中，本地处理器 110 可处理一个或多个输入的传感器信号，以通过遵循存储于内存 122 内的代码指令而确定合适的输出激励器信号。在此，内存 122 包括（但不限于）RAM、ROM、CDROM、DVD、硬盘驱动器、磁带，或任何磁性、光学或其他类型的数据存储媒介。

30

在其他实施例中，可在本地向触觉反馈接口设备 12 提供其他硬件，以提供类似于本地处理器 110 的功能。例如，可使用硬件状态机

或集成固定逻辑的 ASIC，以向激励器 18 提供信号和从传感器 112 接收传感器信号，以及输出触觉信号。

5 在另一个实施例中，主机电脑系统 14 可提供低层力命令，其通过本地处理器 110 或其他电路传输给激励器 18。主机电脑系统 14 从而控制和处理收自或发往触觉反馈接口设备 12 的信号。其他实施例可实施一种“混合”组织，其中一些类型的力（例如闭循环效应）部分或全部地为本地处理器 110 所控制，而另一些类型的效应（例如开循环效应）可部分或全部地为主机电脑系统 14 所控制。

10

在一个实施例中，本地内存 122 可连接到触觉反馈接口设备 12 的本地处理器 110 以存储指令，其包括用于本地处理器 110 的一个或多个代码模块，一个或多个力反馈效应，临时数据，以及其他数据。另外，本地时钟 124 可连接到本地处理器 110，以提供定时数据，其类似于主机电脑系统 14 的系统时钟 102。

15

在一个实施例中，传感器 112 可感觉触觉反馈接口设备（例如机架或操作物 34）在多个自由度中的位置或运动，并向本地处理器 110（或主机电脑系统 14）提供包括代表该位置或运动的信息的信号。适于检测运动的传感器 112 包括（但不限于）数字光学编码器、其他光学传感器系统、线性光学编码器、电位计、光学传感器、速度传感器、加速度传感器、应力表，或者也可使用其他类型的传感器，并且可使用相对或绝对传感器。可使用光学传感器接口 114 来将传感器信号转化为可由本地处理器 110 和/或主机电脑系统 14 解释的信号，如同本领域技术人员所知道的那样。

20

25

30

在一个实施例中，（一个或多个）激励器 18 可向触觉反馈接口设备 12 的机架、操作物、按钮和/或其他部分传输力，以响应从本地处理器 110 和/或主机电脑系统 14 接收到的信号。触觉反馈接口设备 12 可包括一个或多个激励器 18，其可以用来产生在触觉反馈接口设备 12

(或其一个组件)上的力,以及给用户的触觉感觉。该(一个或多个)激励器是“电脑控制的”,即来自激励器的力输出可最终为来自控制器(例如处理器、ASIC等)的信号所控制。本发明的实施例可通过任何已知的主动激励器(例如,但不限于,直流电动机、音圈激励器、
5 磁动激励器、风力/水力激励器、螺线管、扬声器音圈、压电激励器)或被动激励器(例如闸)合用。可选地,激励器接口116可连接于激励器18与本地处理器110之间,以将来自本地处理器110的信号转化为适于控制激励器18的信号。接口116可包括功率放大器、开关、
10 数模转换控制器(DAC)、模数转换控制器(ADC)以及其他组件,如同本领域技术人员所知道的那样。

其他输入设备118可被包含于触觉反馈接口设备12之中,并在
15 被用户操作时向本地处理器110或主机14发送输入信号。这样的输入设备包括(但不限于)按钮、拨号盘、开关、转轮、旋钮或其他控件或机制。可选地,电源120可被包含于触觉反馈接口设备12之内,
20 连接到激励器接口116和/或激励器18,以向激励器提供电力,或被作为一个分立组件提供。作为另一种可供选择的方案,电力可由分立于触觉反馈接口设备12的电源提供,或者电力可自通信链路20接收。
同样,接收到的电力可由触觉反馈接口设备12存储与管制,从而在需要的时候被使用,以驱动激励器18,或者以补充的方式被使用。在一些实施例中,用于触觉反馈接口设备12上的激励器18的电力可由
25 提供于触觉反馈接口设备12之上的电力存储设备(例如电感或者一个或多个电池(未显示))补充或单独供应。

本发明的实施例可包括滤波器,以在软件的驱动程序级别(或其他级别)提供额外的智能,该软件运行于主机电脑系统之上,或者存储于触觉反馈接口设备的内存之中,以允许低带宽通信获得与高带宽通信类似的触觉性能,其通过控制与过滤主机电脑系统的处理器之间
30 和/或主机电脑系统与触觉反馈接口设备之间的数据流来实现。

5

10

在一个实施例中，本发明的滤波器与代码模块可过滤通信速率，以允许触觉反馈接口设备上的本地处理器处理来自（一个或多个）主机处理器的通信流，而不牺牲用户体验到的触觉反馈的质量。例如，这可以通过使用数据滤波器实现，该数据滤波器知道触觉反馈接口设备的功能，可以部分过滤，完全丢弃，扔掉，抛弃，或以其他方式过滤预先确定的消息，或者以下这样的消息：该滤波器确定其包含与上一个数据消息实质上相同的触觉参数，或将不会显著地改变用户对触觉感觉的感知或触觉反馈体验。如此，每一个当前被递送到操作物与机架的触觉反馈效应将会持续，直到显著地改变用户对当前触觉感觉的感知的触觉反馈数据被发送给触觉反馈接口设备。

15

20

这里所述的过滤方法可通过硬件模块或电脑程序产品实现，该电脑程序产品具有软件代码模块，其存储于计算机可读的介质，例如 RAM、ROM、光盘（CD-ROM 或 DVD-ROM）、磁性硬盘、软盘、PCMCIA 卡、硬盘驱动器、磁带或其组合之中。例如，这里描述的实施例可使用低层驱动软件以实现此方法，这是由于在此层次，软件知道数据包如何被排队和发送到触觉反馈接口设备，数据消息（如何）可被接收自应用程序、API、更高层次的驱动或其他运行于主机电脑系统之上的更高层次的软件。在其他实施例中，可在主机电脑系统内的更高层次的软件（API、应用程序等）上实现方法。过滤方法的实施例可在（但不限于）一个或多个主机处理器、触觉反馈接口设备内的本地处理器或另一个独立于主机电脑系统或触觉反馈接口设备的处理器（未显示）上处理。

25

30

图 2 是流程图，其描绘了遵照本发明的一个实施例的用于过滤消息的方法。在 130，第一数据在第二数据之前被发送。在一些实施例中，第一数据与第二数据包含触觉反馈参数（其可包含命令或其他信息）。在 132，滤波器判定第二数据是否包含与第一数据实质上相同的触觉反馈参数。在 134，基于第二数据具有与第一数据实质上相同的触觉反馈参数的判定，过滤第二数据。

5

滤波器的实施例可以以多种方式过滤数据。例如，可完全过滤第二数据，阻止其发送到触觉反馈接口设备。在这样的实施例中，数据将被丢弃，而不被放置到发往触觉反馈接口设备的队列中。作为另一种可供选择的方案，滤波器可部分地过滤数据，其过滤数据的冗余部分，并且允许非冗余的数据发送到触觉反馈接口设备。

10

一般地，使用完整的数据消息来处理触觉通信，该数据消息携带用于一个效应（或触觉效应的一个特定组件）的所有其他数据。因此，所有消息被立刻传送和处理。然而，如果通信速度受限，则最好允许数据消息的选择性的部分被发送，而过滤掉冗余数据。因此，主机电脑系统可传输所有相对于先前数据发生改变的数据，同时减少消耗的通信带宽量。

15

这样的部分过滤的一个例子是设置一个周期性的触觉效应的参数。通常，这样的消息可以设置触觉效应的幅度、频率和相位值。第一数据消息可传送幅度、频率与相位值。如果其后的第二数据消息被发送，其中只有幅度发生改变，则其他参数（即频率与相位）不必传送。在此情形中，本发明的实施例可过滤第二数据，使得在第二数据消息中只有幅度参数被传送。如同本领域技术人员可以意识到的，滤波器可以以这样的方式来组织第二数据，使得触觉反馈接口设备将知道哪份数据被传送，哪份数据被忽略，从而使得触觉反馈接口设备知道“较小的”第二数据消息未被破坏。

20

在主机电脑系统与具有低处理能力的触觉反馈接口设备之间存在高带宽通信链路的实施例中，有可能在数据已通过高带宽通信链路传送之后，在触觉反馈接口设备上过滤该数据。在此情形中，主机电脑系统可传输为触觉反馈接口设备所请求的全部或部分数据。

25

在一些实施例中，第一数据滤波器可被集成于主机电脑系统之

5

中，以过滤相同的数据消息，第二数据滤波器可被集成于触觉反馈接口设备之中，以过滤被第二滤波器从触觉角度判定为实质上相同的数据消息。这样的实施例减小了对主机电脑系统上的数据滤波器的需要，该数据滤波器被用于觉察对特定触觉反馈接口设备而言“实质上相同”者。

10

另一种此方法可能有用的情形是主机电脑系统被配置为处理较老的触觉反馈接口设备。其一个例子是一种 Microsoft Xbox 或 Sony Playstation 游戏，这是为一种较老的、更有能力的触觉反馈接口设备而设计的。在此情形中，主机电脑系统上的代码通常是不可修改的，并且不可能为新的主机电脑系统或触觉反馈接口设备提供更新的驱动。如果减小该较新的触觉反馈接口设备的处理能力（相对于较老的触觉反馈接口设备而言），本发明的实施例可被用于在触觉反馈接口设备对数据消息进行处理之前，过滤掉任何不会影响触觉感觉的数据。

15

本发明的实施例可包含多个类别或类型的、可为滤波器接收的触觉反馈数据或消息。类型可隐含于消息自身内（例如作为命令标识符）。例如，控制与影响触觉效应回放或暂停回放的命令，例如“开始”或“结束”命令，可被用于本发明的实施例中。“开始”消息具有内在的“开始”类型，而“结束”消息具有内在的“结束”类型。其他消息可以是触觉效应定义消息，可将其发送到触觉反馈接口设备，以修改触觉效应，其在先前被发送到触觉反馈接口设备，和/或当前正在触觉反馈接口设备上进行。在触觉反馈接口设备正在进行触觉效应同时，这些效应的参数可实时改变（例如在一个周期效应正在进行的同时改变其频率，以在赛车模拟中表现汽车速度的改变）。例如，周期力消息可改变周期效应的频率，该周期效应急当正在触觉反馈接口设备上进行（先前命令进行该周期效应）。此方法适宜的触觉反馈消息包括（但不限于）周期力命令、常数力命令、弹簧力定义、阻尼力定义等等。这些命令中的每一个可具有与其命令类型相对应的类型，

20

25

30

其中该命令的参数确定所命令的感觉的该实例的特定特性。

在一些实施例中，本发明的各个滤波器可同时支持多个不同的触觉消息，并且各个滤波器可以彼此独立地处理不同的触觉消息效应。
5 因此，瞄准一个触觉效应的所有数据消息在一个组内过滤。瞄准触觉反馈接口设备上的不同触觉效应的任何数据消息在不同组内被处理，并且可存在对每个触觉效应的独立过滤。例如，如果在触觉反馈接口设备上存在两个颤动效应，则第一颤动参数将独立于第二颤动参数而被处理。如果第一颤动参数被命令，并且主机电脑系统在发送另一个
10 数据消息以修改第一颤动参数之前，发送多个消息以调节第二颤动参数，那么这些第二颤动参数数据消息将不会影响对第一颤动参数的过滤处理。

本领域技术人员将意识到，“相同信息”或“实质上相同的信息”
15 不必是具有相同或实质上相同的字节内容的消息；更正确地，此术语意味着第一与第二数据将在触觉反馈接口设备上产生相同或实质上相同的行为（例如输出力）。例如，一个命令 50% 力幅度的消息被认为与一个较晚的命令 50% 力幅度的消息相等，即使较晚的消息还包括与力输出无关的额外数据，例如时间戳或其他标识信息。驱动程序可存取主机电脑系统或触觉反馈接口设备上的内存，该内存存储先前发送的消息，从而可与上一个该类型的消息进行比较。
20

如果第二数据改变了触觉反馈接口设备根据第一数据的触觉输出的幅度，并且与触觉反馈接口设备的当前设置相比较，第二数据会导致对用户的触觉输出改变 0.5%，本方法的实施例就可判定该改变是否足够显著，是否显著到足以允许该数据被发送到触觉反馈接口设备。
25 这可能依赖于被输出的触觉反馈的类型（触觉的或肌肉运动知觉的）、触觉反馈接口设备的类型（游戏棒、游戏垫、鼠标、旋钮等）、触觉反馈接口设备内使用的激励器等等。滤波器的实施例可使用其关于触觉反馈接口设备能力的知识以判定该数据变化是否是实质上相同的。
30

5

10

例如，如果触觉反馈接口设备能够产生的颤动频率的上限是 25Hz，则如果该数据将频率从 30Hz 调节到 32Hz，将没有理由将此数据发送到触觉反馈接口设备，这是因为两个值都将被限定到 25Hz 的限制之外，其对于该触觉反馈接口设备而言是具体确定的。作为另一个例子，对于一个低带宽触觉反馈接口设备，像 0.5%这样一个小改变不大可能足够显著，足以证明以额外的数据来堵塞排队的通信链路是正当的。因此，此方法的实施例将在将该数据传送到触觉反馈接口设备之前将其过滤掉（例如扔掉）。然而，一个触觉力输出的 15%的参数变化通常会是足够显著的，足以允许将第二数据发送到触觉反馈接口设备。如果带宽低，则可实现低过滤门限，除非用户确实能够感觉到由接收到的数据所引起的力输出的变化，否则过滤掉接收到的数据。一般地，滤波器的主要标准是第一数据与第二数据之间的数据变化是否会在对用户的触觉输出上产生可觉察的效应。

15

20

25

例如，在一个实现中，在一个效应定义消息的情形下，如果数据的任何一个参数具有一个改变超过整个值范围 10%的值，则其被考虑为一个“显著的量”，必须发送该数据。本领域技术人员应该意识到，可以使用其他门限（例如 5%、8%、20%、100 毫瓦等）。这适用于覆盖一定范围的值的参数。对于二进制参数（例如开/关、是/否等），任何变化都是显著的，因此如果发生任何变化，就向触觉反馈接口设备发送该数据。可在具体事例具体分析的基础上评价参数，以确立何者为显著的变化量，但是这些方针可通用。也可使用例外。例如，周期力消息可具有一个参数，其定义所要的周期触觉感觉的周期。对于该周期参数而言，占一个八度音阶的 1/3 的变化（频率加倍）可被认为是显著的量。然而，本领域技术人员应该意识到，相应地，在本发明的其他实施例中，其他值（例如小于整个范围的大约 10%）可被认为是不显著的量，可以从递送中过滤掉。

30

图 3 为流程图，描绘了一种用于过滤消息的方法，其遵照本发明的另一个实施例。在 150，第一触觉数据（其通常包括触觉反馈参数）

5

被从主机电脑系统发送到触觉反馈接口设备。在 152，在第一数据之后，第二数据（其也包括触觉反馈参数）被发送。在步骤 154，监测送往触觉反馈接口设备的数据通信业务级别。在 156，判定到触觉反馈接口设备的当前数据传输队列是否高于门限水平。如果当前数据传输队列低于门限水平，则在 160，向触觉反馈接口设备发送第二数据。然而，如果送往触觉反馈接口的当前数据传输队列高于门限水平，则在 158，判定第二数据是否包含与第一数据实质上相同的信息。

10

15

如果第一数据与第二数据不包含实质上相同的信息（例如对用户的触觉反馈中将不会有显著的改变就是实质上相同的信息），则在 160，向触觉反馈接口设备发送第二数据。然而，如果第一数据与第二数据包含实质上相同的信息，则在 162，在将第二数据发送到触觉反馈接口设备之前，过滤第二数据（例如完全过滤、部分过滤等）。如果第二数据被完全过滤，滤波器表现得仿佛该第二数据被排队发送到触觉反馈接口设备。

20

25

30

图 4 为流程图，描绘了一种用于过滤消息的方法，其遵照本发明的又一个实施例。在 202，从主机电脑系统发送第一数据与第二数据，其包括触觉反馈参数。在一个实施例中，数据包含触觉反馈数据（其可为命令或其他信息）。在 204，将具有触觉反馈参数的第二数据与第一数据（其为同样的或相关的类型，例如触觉反馈数据）进行比较，以判定第一数据是否包含与进来的第二被发送数据相同的触觉反馈参数。为减轻性能负担，如果第二数据与第一数据中的特定数据包含相同信息，则过滤进来的第二数据 212，并且在 214，向调用程序返回控制。例如，如果第二数据是命令，其具有与先前接收到的、在第一数据中发送的命令参数相同的参数，则不发送冗余数据。这可能发生在支配触觉效应的主机电脑系统在指定频率或间隔上更新效应参数时（例如作为运行物理引擎或其他控制循环的结果）。典型地，在发送命令之前，这些应用程序将不会试图判定是否需要改变效应参数；甚至在提供相同的信息时（刚刚收到过数据），向触觉反馈接口设备发

送计算出的效应参数结果，而不做冗余检查，这样更简单，并且更容易出错。由于许多应用程序以这种方式写成，在 204，减小送往触觉反馈接口设备的数据通信业务可能是重要的，这是因为本发明的实施例的滤波器过滤了冗余数据。结果，节省了带宽。

5

然而，如果第二数据中的触觉反馈参数与相同或相关类型的第一数据不相同，则在 206，滤波器的实施例可监测送往触觉反馈接口设备的当前数据传输队列，以判定传输队列中的数据量是否高于门限水平。如果在传输队列中等待的数据量低于门限水平，则滤波器正常地进行到 210，第二数据被排队，以发送到触觉反馈接口设备。滤波器的门限水平将变化，并且可依赖于，但不限于，通信链路的预期带宽与可用带宽，触觉反馈接口设备的类型，本地处理器的处理速度等的对比。
10

15

如果在 206 判定传输队列中的数据量高于门限水平（例如，如果对于该特定的触觉反馈接口设备，通信信道被视为太忙），则在 208，滤波器的实施例可将第二数据的触觉反馈参数与第一数据的触觉反馈参数进行比较，以判定触觉反馈参数是否具有实质上相同的触觉反馈参数，如果是，这样的参数就将不会实质性地影响对用户的触觉输出。只向触觉反馈接口设备发送不具有实质上相同的触觉反馈参数的数据。此外，内存可存储先前发送的数据。为恰当地进行此项工作，驱动软件（或无论使用何种软件/硬件配置）可具有触觉反馈接口设备的能力的一些知识。
20

25

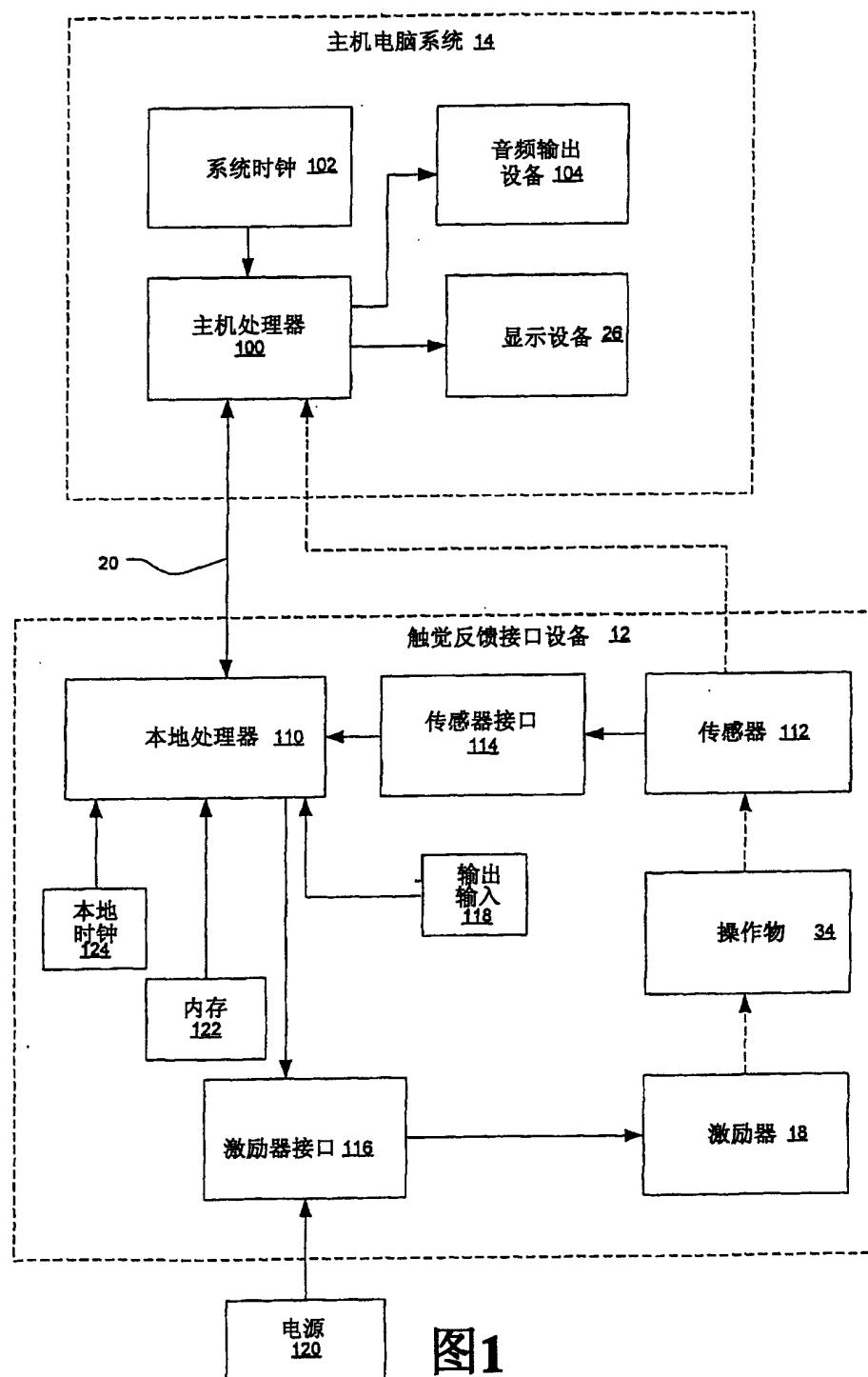
如果第二数据内的任何触觉反馈参数都不是与第一数据内的触觉反馈参数实质上相同的，此方法的实施例进行到 210，将第二数据添入送往触觉反馈接口设备的数据传输队列，并且在 214 会向调用程序返回控制。如果触觉反馈参数是实质上相同的，则执行 212，其中过滤第二数据（例如部分过滤，不发送到触觉反馈接口设备，等等），并且调用程序或驱动可表现得仿佛第二数据被排队发送到触觉反馈接
30

口设备。然后在 214 向调用者返回控制。

5 在一些情形下，“时间”可出现在过滤处理中。在一种情形下，
一些应用可发送触觉效应，其具有短的、经常更新的持续时间。当运行
在主机电脑系统上的应用出现问题时，这可能限制触觉反馈接口设
备上的触觉输出。如果主机电脑系统不知何故锁住，则触觉反馈接口
设备将生成对用户的触觉输出，直到触觉效应的持续时间过期为止。
10 如果向触觉反馈接口设备发送多个相同的更新，将不希望发送所有这些
数据，因为这些数据可能使通信链路过载。然而，即使所有更新是
相同的，滤波器能够保证足够经常地更新触觉反馈接口设备，以保证
触觉效应持续进行。

15 在另一情形下，触觉反馈数据的持续时间信息可被用于不同目的。例如，如果快速地向触觉反馈接口设备发送许多数据消息，则主
机电脑系统上的消息队列可能增长。由于这些消息在送往触觉反馈接
口设备的路上被延迟，在生成的触觉输出上存在相应的滞后。在此情
形下，滤波器的一些实施例可选择性地过滤数据，以防止用户从触觉
感觉上察觉到该队列。

20 尽管本发明是通过多个优选实施例来描述的，可以考虑到，对于
本领域技术人员来说，在阅读说明书和研究附图之后，对其的变更、
置换与等价物将是显而易见的。例如，在一个实施例中描述的许多特
性可以与其他实施例互换使用。同样地，应该意识到，许多不同类型的
触觉反馈接口设备与触觉感觉可以用于本发明。进一步地，使用特
定术语是为了描述上的清晰起见，而不是为了限制本发明。
25



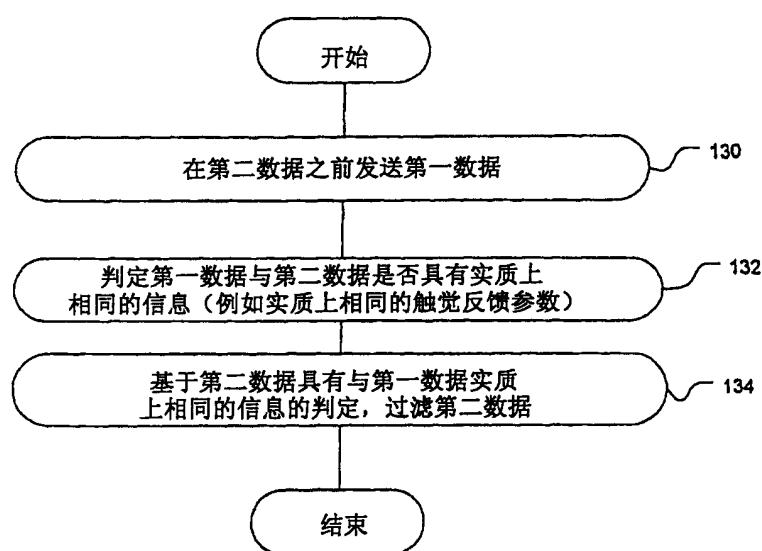
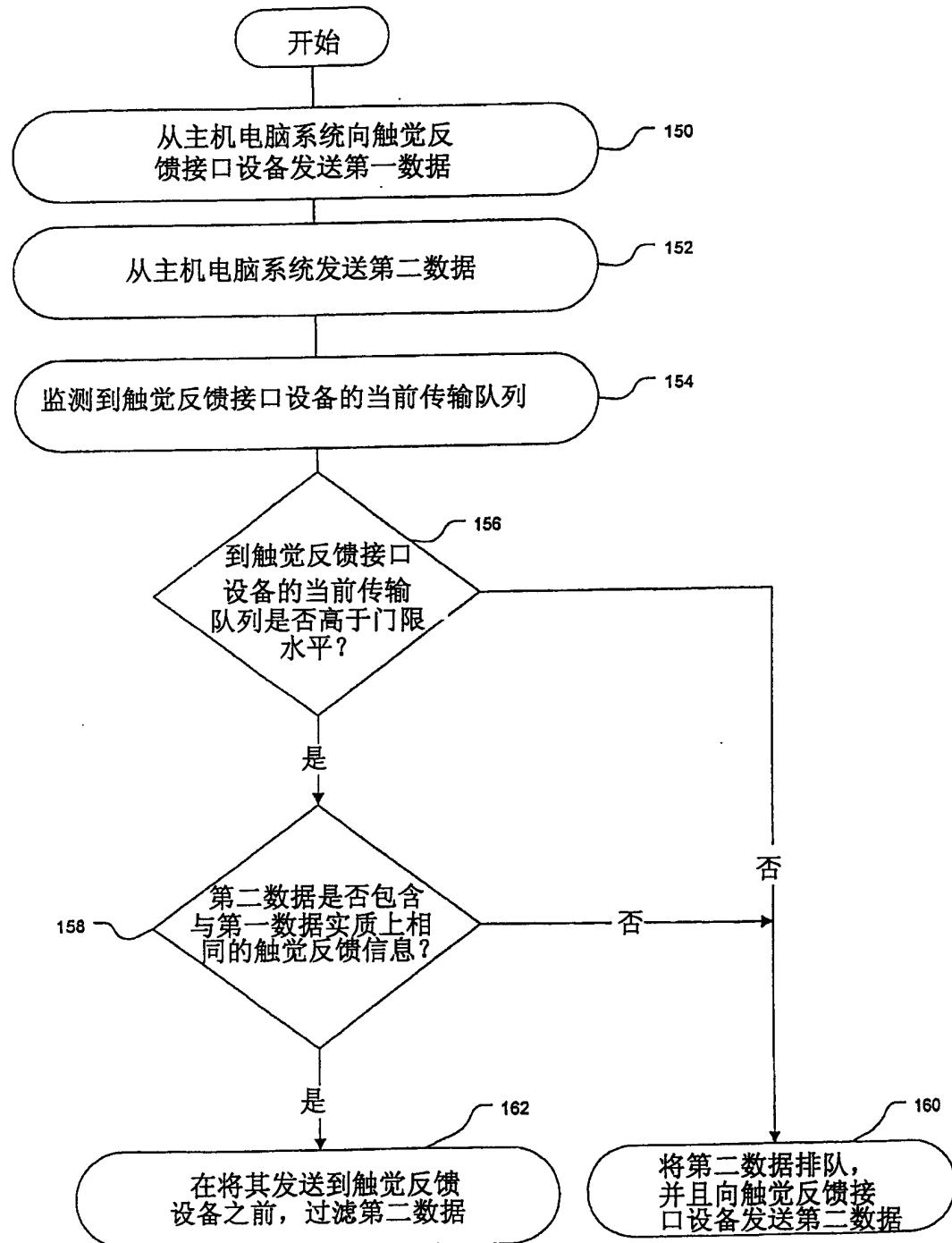


图2

图3



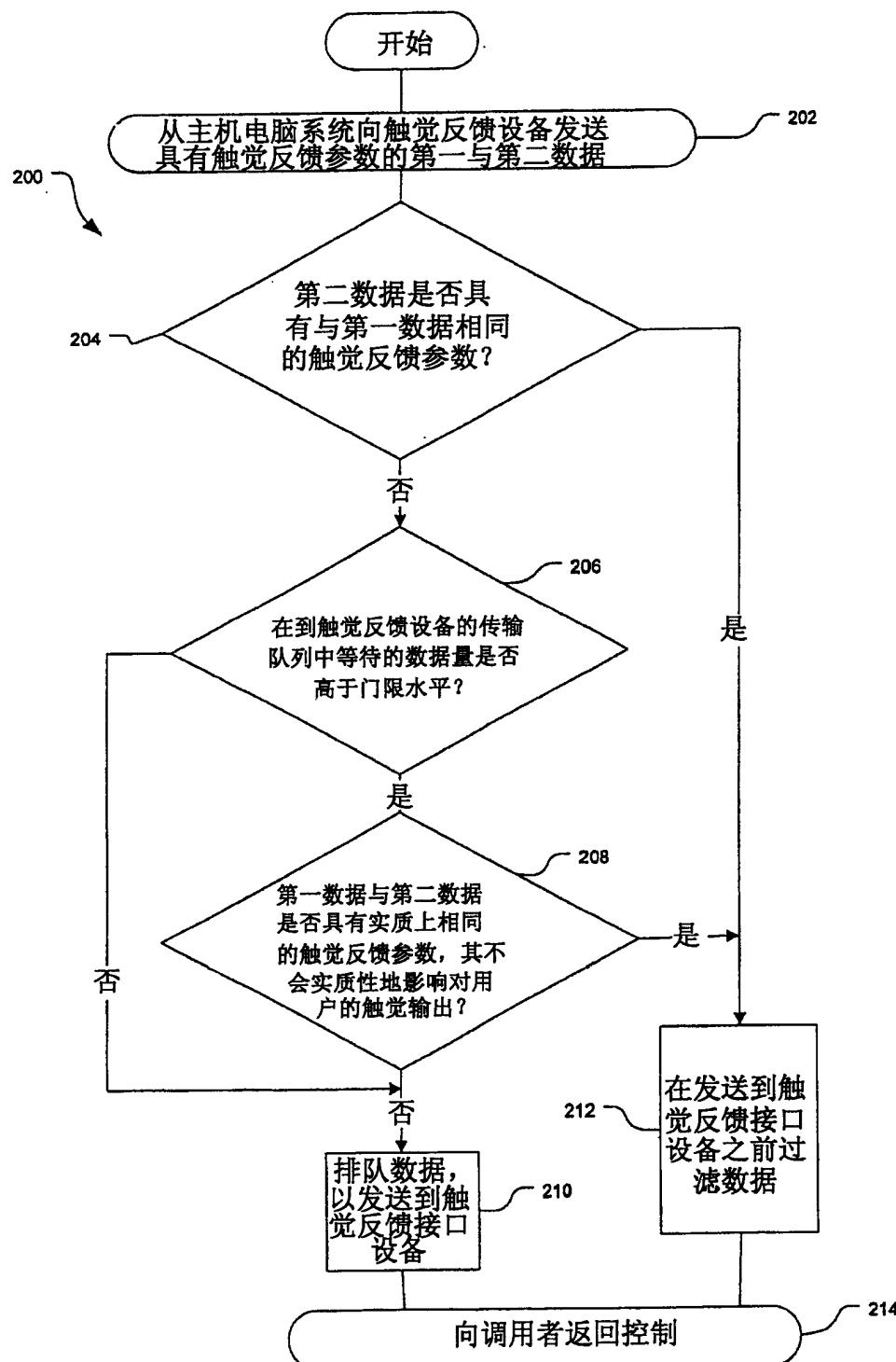


图4