[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
*G06K 9/00 (2006.01)*
*H04N 5/228 (2006.01)*
*G11B 27/00 (2006.01)*
*G06F 3/00 (2006.01)*

# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680007251.6

[43] 公开日 2008 年 3 月 5 日

[11] 公开号 CN 101137996A

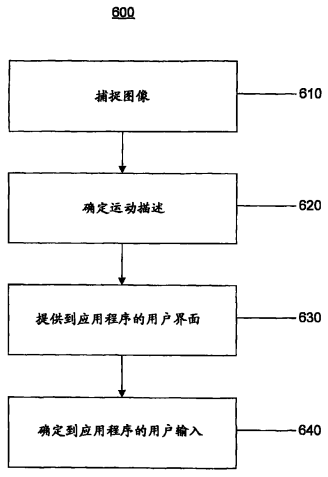
[22] 申请日 2006.1.6
[21] 申请号 200680007251.6
[30] 优先权
[32] 2005. 1. 7 [33] US [31] 60/641,751
[86] 国际申请 PCT/US2006/000295 2006.1.6
[87] 国际公布 WO2006/074290 英 2006.7.13
[85] 进入国家阶段日期 2007.9.6
[71] 申请人 格斯图尔泰克股份有限公司
地址 美国纽约州
[72] 发明人 埃文·希尔德雷思
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 邵亚丽
权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 13 页

[54] 发明名称

基于光流的倾斜传感器

[57] 摘要

描述了一种方法，用于确定运动的可移动相机的运动描述，从而确定到应用程序的用户输入(640)。该方法可以包括从运动的可移动相机捕捉一系列图像(610)，和对出现系列图像中的静止特征进行比较。可以对系列图像进行光流分析，以确定运动的可移动相机的运动描述(620)。基于所确定的运动，可以确定到应用程序的用户输入(640)，和，应用程序可以例如通过更新应用程序的用户接口，对用户输入进行响应。



1. 一种方法，包括:

捕捉来自运动的可移动相机的图像;

基于捕捉到的图像确定所述运动的可移动相机的运动描述;

将用户接口提供给接口设备上的应用程序；和

根据所确定的运动，以自动方式确定到所述应用程序的用户输入。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述接口设备被物理地耦合到所述可移动相机。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述接口设备被物理地集成到包括所述可移动相机的设备中。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定运动的描述是以自动方式执行的。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定运动的描述包括确定一个或多个幅值和方位。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运动描述包括按照两个自由度计算所述运动的可移动相机的旋转。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运动描述包括按照三个自由度计算所述运动的可移动相机的旋转。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运动描述包括计算所述运动的可移动相机的平移。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运动描述包括计算相对所述运动的可移动相机的初始位置该运动的可移动相机的运动。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中，可以通过应用程序重新设置所述运动的可移动相机的初始位置。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运动描述包括:

确定捕捉到图像内的特征的运动；和

基于该特征的运动确定所述可移动相机的运动。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其中，确定所述运动的可移动相机的运

动描述还包括:

基于所确定的特征运动，将所述特征分段为一组运动的特征，所述运动的特征相对于真实世界的参考帧运动。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其中，所述分段运动的特征包括选择一组覆盖最大面积的特征，和将没被选择的特征忽略。

14. 如权利要求 12 所述的方法，其中，所述分段运动的特征包括忽略不具有与有效特征组类似的方向和幅值的特征。

15. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定运动描述包括使用光流。

16. 如权利要求 1 所述的方法，其中，确定运动的描述包括:

从捕捉到的图像中提取特征;

对图像进行比较，以使存在不止一个图像中的特征相匹配;

通过计算当前图像中的特征的位置相对于前一个图像中的特征的位置的位移，确定用于匹配的特征的流矢量; 和

根据用于匹配的特征的流矢量，确定所述可移动相机的运动。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中，从捕捉到的图像中提取特征包括检测多个拐角和多个边缘中的至少一个。

18. 如权利要求 16 所述的方法，其中，比较多个图像以匹配特征包括首先比较靠近另一个图像中的该特征的已知位置的图像块。

19. 如权利要求 16 所述的方法，其中，比较图像以匹配特征包括首先比较低分辨率的图像，和，无论是否找到匹配，比较较高分辨率的图像。

20. 如权利要求 16 所述的方法，其中，基于所述流矢量确定所述可移动相机的运动包括通过转换在图像相关单元中确定的运动确定在真实世界单元中所述可移动相机的运动。

21. 如权利要求 1 所述的方法，其中:

捕捉图像的步骤包括捕捉序列图像，和

确定所述运动的可移动相机的运动的描述包括:

确定用于所述序列图像内第一子组图像中可见的第一特征的运动;

确定用于所述序列图像内第二子组图像中可见的第二特征，所述第二子组与所述第一子组部分重叠，和所述第二特征与所述第一特征具有固定的物理关系，其中，即使所述第一特征在图像的所有第二子图像组中不可见，用于所述第二特征的运动也可以基于用于所述第一特征的运动; 和

根据已经确定的用于第一和第二特征的运动，确定所述运动的可移动相机的运动描述。

22. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入复制倾斜传感器功能，和控制应用程序中对象的倾斜。

23. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制应用程序中的球的运动。

24. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制应用程序中的运输工具的调整功能。

25. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制应用程序中的对象的靶向功能。

26. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制应用程序中的对象的导航功能。

27. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制应用程序中有关节人物的移动。

28. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述用户输入控制粒子仿真应用程序中的粒子的移动。

29. 如权利要求 1 所述的方法，其中，当已经确定的运动的幅值大于阈值幅值时，确定所述用户输入。

30. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述应用程序至少是游戏、跟踪应用程序以及安全应用程序中的一个。

31. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述运动的可移动相机被物理地耦合到移动电话。

32. 一种手持设备，包括:

相机；和

处理器，被配置为:

捕捉来自所述相机的图像;

基于所捕捉到的图像确定所述手持设备的运动描述;

提供用户接口给接口设备上的应用程序；和

基于所确定的运动，以自动方式确定到应用程序的用户输入。

33. 如权利要求 32 所述的手持设备，其中，所述处理器还被配置为使用以下处理确定所述手持设备的运动描述:

从捕捉到的图像中提取特征;

比较多个图像，以使存在于在不止一个图像中的特征相匹配;

通过计算当前图像中的特征的位置相对于前一个图像中的特征的位置的位移，确定用于所匹配的特征的流矢量；和

基于用于所匹配的特征所确定的流矢量，确定所述手持设备的运动。

34. 一种计算机可读介质或具有已经嵌入在其上的计算机程序的传播信号，该计算机程序包括:

捕捉用于捕捉来自运动的可移动相机的图像的代码段;

确定用于基于所捕捉到的图像确定所述运动的可移动相机的运动描述的代码段;

提供用于将用户接口提供给接口设备上的应用程序的代码段；和

确定用于基于所确定的运动以自动方式确定到应用程序的用户输入的代码段。

35. 如权利要求 34 所述的介质或信号，其中:

用于捕捉来自运动的可移动相机的图像的所述捕捉代码段包括用于捕捉序列图像的代码段，和

用于确定所述运动的可移动相机的运动描述的所述确定代码段包括:

用于确定与所述序列图像内第一子组图像中可见的第一特征相关的运动的代码段;

用于确定与所述序列图像内第二子组图像中可见的第二特征相关的运动的代码段，所述第二子组与所述第一子组部分重叠，和所述第二特征与所述第一特征具有固定的物理关系，其中，即使所述第一特征在图像的所有第二子组中不可见，用于所述第二特征的运动仍然基于用于所述第一特征的运动；和

用于根据所确定的用于第一和第二特征的运动，确定所述运动的可移动相机的运动描述的代码段。

36. 一种便携式电话机，包括:

相机，整体形成在所述电话机中;

显示器，整体形成在所述电话机中;

处理设备，物理地和通信地耦合到所述相机以及所述显示器；以及

计算机可读介质，被物理和通信地耦合到所述处理设备，和包括用于使所述处理设备至少执行下列操作的指令:

接收从所述相机捕捉的图像，

根据接收的图像确定所述电话机的运动描述，

在所述显示器上提供用户接口给应用程序，

根据所述电话机的所述运动描述，以自动方式确定对应用程序的用户输入，和

将所述用户输入提供给应用程序。

37. 如权利要求 36 所述的电话机，其中，所述计算机可读介质为所述处理设备的经过集成的一部分。

# 基于光流的倾斜传感器

## 技术领域

本公开涉及运动估算。

## 背景技术

数字相机捕捉图像的数字表示，和可以被结构为在指定时间内捕捉多个图像。对数字图像进行处理可以包括对单个图像的多个方面进行处理，以确定单个图像的特性，或者包括对一系列图像的多个方面进行处理，以识别正在成像的环境特性或者图像捕捉设备的属性。在被称为光流的处理中，可以比较一系列图像中对象的位置，以确定该多个图像中的对象与该图像捕捉设备之间的相对运动。

## 发明内容

在这里描述的一个一般例子中，可以对取自数字相机的一系列图像进行分析，以确定该数字相机的运动，和，基于所确定的运动，确定到设备的用户输入。所描述的各种实施例包括以下特性中的一个或多个。例如，将光流用作诸如照相电话的手持娱乐设备中的倾斜传感器。为了实现实时性能，可以使用稀疏特征集/稀疏流场。通过为流场找到最典型的(或者最大统计聚类的)结果，可以对非静止场景进行处理。可以在一段经过延伸跨度的时间内，对相对于初始位置和/或方位的位置和/或方位进行计算。可以在照相电话上使用特征，在该照相电话中，相机被固定，和背向用户。可以为处理能力有限的设备设计实施例/特性。

按照一般方面，方法包括捕捉来自运动的可移动相机的图像，和基于所捕捉的图像确定运动的可移动相机的运动描述。该方法还包括提供接口给接口设备上的应用程序。基于所述确定的运动，以自动方式确定到应用程序的用户输入。

上述一般方面的实施例可以包括以下一个或多个特性。例如，所述接口设备可以被物理地耦合到可移动相机，或者，被物理地集成在包括可移动相

机的设备中。运动的可移动相机可以被物理地耦合到移动电话。

可以自动方式执行对运动描述的确定，和，可以包括一个或多个幅值和方位的确定。确定运动的描述还可以包括使用光流。

确定运动的可移动相机的运动描述可以包括计算运动中可移动相机在两个或三个自由度中的旋转。确定运动的可移动相机的运动描述还可以包括计算运动的可移动相机的平移。

确定运动的可移动相机的运动描述可以包括计算运动的可移动相机相对于运动的可移动相机的初始位置的运动。可以使用应用程序重置所述运动的可移动相机的初始位置。

确定运动的可移动相机的运动描述可以包括确定被捕捉到图像内的特征的运动，和，基于所述特征的运动确定可移动相机的运动。可以基于已经确定的特征运动将所述特征分段为一组相对于真实世界的参考帧移动的运动特征。分段运动特征可以包括选择一组覆盖最大面积的特征，和忽略没有被选择的特征。分段运动特征还可以包括忽略不具有与有效组特征相似方向和幅值的特征。

确定运动的描述可以包括从捕捉到的图像中提取多个特征，和比较所述图像，以匹配在不止一个图像中出现的特征。通过计算当前图像中的特征的位置相对于前一个图像中的特征的位置的位移，可以确定用于匹配特征的流矢量。根据为匹配特征所确定的流矢量，确定可移动相机的运动。

从捕捉到的图像中提取多个特征可以包括对若干拐角和若干边缘中的至少一个进行检测。比较所述图像以匹配特征可以包括首先比较靠近另一个图像中该特征的已知位置的图像块。比较所述图像以匹配特征还可以包括首先比较低分辨率处的图像，和，无论是否找到匹配，比较较高分辨率的图像。根据流矢量确定可移动相机的运动的步骤可以包括通过对按照图像相关单元确定的运动进行转换，按照真实世界单位，确定可移动相机的运动。

捕捉图像可以包括捕捉序列图像。确定运动的可移动相机的运动描述可以包括确定用于该序列图像内第一子组图像中可见的第一特征的运动。确定运动的可移动相机的运动描述还可以包括确定用于该序列图像内第二子组图像中可见的第二特征的运动，第二子组与第一子组部分重叠，和第二特征与第一特征具有固定的物理关系，其中，即使第一特征在所有的第二子组图像中不可见，第二特征的运动仍然基于与第一特征相关的运动。基于已经确定

的与第一和第二特征相关的运动，可以确定运动的可移动相机的运动描述。

用户输入可以复制倾斜传感器功能，和对应用程序中的对象的倾斜、应用程序中的球的运动、应用程序中的运输工具的调整功能、应用程序中的对象的靶向功能、应用程序中的对象的导航功能、应用程序中有关节人物的移动或者粒子仿真应用程序中的粒子移动进行控制。当确定的运动的幅值大于阈值幅值时，可以确定所述用户输入。所述应用程序可以包括游戏、跟踪应用程序以及安全应用程序中的至少一个。

按照另一个一般方面，便携式电话机包括相机和显示器，它们中的每一个都集成形成在电话机中。电话机还包括处理设备，被物理和通信地耦合到所述相机和显示器。电话机还包括计算机可读介质，被物理和通信地耦合到处理设备。计算机可读介质包括用于使处理设备至少执行下列操作的指令:(1) 接收从相机捕捉的图像，(2) 基于所接收的图像确定电话机的运动描述，(3) 在显示器上提供到应用程序的用户接口，(4) 基于电话机的运动描述，以自动方式确定到应用程序的用户输入，和,(5) 将用户输入提供给应用程序。

上述一般方面的实施例可以包括各种附加特性。例如，计算机可读介质为处理设备的经过集成的一部分。

即使这里，例如，只以单个方式进行了描述，但是，可以以各种方式实现各个方面、实施例和特性。例如，使用方法、设备、用于执行方法的设备、程序或其他指令集、包括程序或其他指令集的设备、计算机可读介质中或者传播信号中的一个或多个，可以实现各个方面、实施例和特性。例如，计算机可读介质或传播信号可以包括指令、软件、图像和其他数据。各个方面、实施例和特性还可以包括附加部件，例如，相机。

在附图和以下描述中，对一个或多个实施例的细节进行阐述。通过该描述和附图和根据权利要求，其他的特性将是明显的。

附图说明

图 1 示出了被配置为确定运动描述和几乎所确定的运动控制用户接口的照相电话的例子。

图 2 示出了相机以及用于定义相机运动的轴系统的例子。

图 3A 示出了相机以及由于相机围绕 X 轴旋转所导致的光流矢量的例子。

图 3B 示出了相机以及由于相机围绕 Y 轴旋转所导致的光流矢量的例子。

图 3C 示出了相机以及由于相机围绕 Z 轴旋转所导致的光流矢量的例子。

图 4A 示出了相机以及由于沿着 X 轴平移所导致的光流矢量的例子。

图 4B 示出了相机以及由于沿着 Z 轴平移所导致的光流矢量的例子。

图 5A 和 5B 示出了手持移动电话的用户的例子，该移动电话包括在移动电话下侧的相机。

图 5C 和 5D 示出了人手围绕 X 轴旋转包括相机的移动电话的运动的例子。

图 5E 和 5F 示出了人手围绕 Y 轴旋转包括相机的移动电话的运动的例子。

图 6 是用于确定设备的运动描述以确定到应用程序的用户输入的处理的例子的流程图。

图 7 是用于确定运动相机的运动描述的处理的例子的流程图。

图 8A 示出了坐姿用户手持配备有相机的手持设备的例子。

图 8B 示出了站姿用户手持配备有相机的手持设备的例子。

图 8C 示出了在相机指向用户的情况下，站姿用户中手持配备有相机的手持设备的例子。

具体实施方式

提供了一种用于确定运动的可移动相机的运动描述以便确定到应用程序的用户输入的技术。一种技术包括从运动的可移动相机中捕捉一系列图像，和比较存在于该一系列图像中的静止特征。特征可以包括图像中的对象、图像内对象的任一部分和/或图像内的对象的拐角或边缘。对这一系列图像执行光流分析，以确定运动的可移动相机的运动描述。基于所确定的运动，确定到应用程序的用户输入，和，该应用程序例如通过更新该应用程序的用户接口响应所述用户输入。

参看参看图 1 来描述一种系统，在该系统中，来自嵌入到诸如照相电话 100 的手持娱乐设备中的相机的序列图像的光流被用于确定该手持设备的运动，以作为例如控制游戏或应用程序的手段。照相电话 100 包括用户接口 110，被配置为允许用户与该设备互动。用户接口 110 包括例如显示接口 111、小键盘 112、麦克风 113 和扬声器 114。显示接口 111 给用户提供可视显示，可以表示与照相电话的状态有关的信息，或者提供用于应用程序的视觉接口，所述应用出使诸如是被结构为在该照相电话上执行的游戏。小键盘 112 包括

一组按钮或者用户可以按动的压力致动开关，以给照相电话提供输入。麦克风 113 接受来自用户的声音输入，和可以被配置为使用电话系统将声音输入发送到另一个设备，或者根据用户的声音输入确定用户输入。扬声器 114 产生到用户的声音输出，和可以被配置为产生通过电话系统的通信的声音输出，或者产生表示关于照相电话的状态的信息的声音输出(例如，产生表示接受用户输入的声音)。处理器(没有示出)接受来自用户接口 110 的每个部分的输入，根据用户输入执行功能或操作，和在显示接口 111 上提供显示，和/或者，当适当时，响应于用户输入从扬声器 114 产生声音。

照相电话 100 还包括相机 120。相机 120 具有用于聚焦图像的镜头 121，和能够捕捉由镜头 121 聚焦的图像的数字表示。虽然图 1 示出了位于照相电话 100 的顶部和当用户正在观察显示接口 111 时面对用户的相机 120，但是，相机 120 也可以以各种位置和方位位于照相电话上。例如，相机 120 可以位于照相电话 100 的顶部且用户正在观察显示接口 111 时背对用户。相机 120 可以被配置为当照相电话 100 移动时在一定的时间内捕捉一系列图像。处理器(没有示出)可以接收这一系列图像，和对这一系列图像进行处理，以确定照相电话 100 的运动描述。基于所确定的运动，处理器可以确定到与所确定的照相电话 100 的运动对应的应用程序的用户输入。例如，如果处理器确定用户向左旋转照相电话 100，则处理器可以确定用户希望采取一个特定的动作，和，如果处理器确定用户向右旋转照相电话 100，则处理器可以确定用户不希望采取一个特定动作。在另一个实施例中，处理器可以将所确定的运动用作到在照相电话 100 上执行的游戏的用户输入。例如，向左旋转照相电话 100 可以使游戏中显示的对象向左移动，而向右旋转照相电话 100 可以使游戏中显示的对象向右移动。

照相电话 100 的处理器可以用于根据相机移动时捕捉的图像确定相机的运动描述这样一种技术被称为光流。光流描述了在序列图像内的特征的明显的相对速度。可以从单个相机获得序列图像，使得可以在没有特殊相机硬件或校准的情况下使用光流。传统上，光流被用于诸如对图像序列进行时间内插(在电影中插入帧)和 3D 对象重构研究之类的应用程序。

为了确定相机的运动，处理器可以识别和比较系列图像内的静止特征。当相机运动时，图像内的特征的位置响应于该运动而改变。特征的速度可以被描述为流矢量，和，特征速度的集合被称为流场。速度是相对于相机的。

其他工作经常使用术语“运动矢量”和“运动场”，但是，使用术语“运动矢量”和“运动场”可以暗指(不必出于本目的)图像序列中的特征的速度直接对应于对象的运动，由此，相机被假设为静止的。

由于光流是相对于相机的，因此相机的运动将导致相机视野中的特征明显的速度。特征可以是静止的，即，不改变它们的物理位置，如树。反过来，特征也可以是动态的或移动的(例如汽车)。一系列图像中的静止特征的明显运动被用于估算相机的运动。可以根据相机视野中的特征的明显速度，计算相机的运动。此外，良好分布的稀疏特征集足以用于估算相机运动。

虽然可以使用各种能够给予捕捉到的图像确定相机运动的运动估算技术，但是，现有的光流系统一般计算上昂贵，因此不适合当今消费者的手持设备。消费者手持设备包括能够进行类型范围很宽的计算的通用处理器，但能够为每个视频帧进行的计算量有限。

现有的光流系统一般试图生成稠密流场。可以按照六个自由度(例如沿着X、Y和Z轴平移以及围绕X、Y和Z轴旋转)对相机运动进行描述。但是，在有意识地应用下，可以用较少的自由度来对运动进行近似。在一个实施例中，通过假设沿着特定自由度的运动可以不予重视和忽略在那个自由度的运动，可以实现对相机运动的近似。例如，当忽略相机围绕Z轴旋转以及沿着X、Y和Z轴平移时，通过描述围绕X轴和Y轴的相机旋转，可以实现对相机运动的近似。因此，尽管处理器可以生成稠密流场，以估算相机运动，但是良好分布的稀疏特征集足以对相机运动进行估算。例如，以下结合图7对良好分布的稀疏特征集进行讨论。

当跟踪特征时，在没有平移的情况下的相机视野的旋转(摇摆和倾斜)将导致光流，从而使流矢量独立于3D场景的几何形状(深度)。在以下讨论的图3A-3C中对此进行了示出。在相机正在旋转的静止场景中，当相机移动时，没有特征会被其他对象遮挡或暴露，和只有当它们进入或离开相机的视野时，特征彩绘出现或消失。为了说明，假设人想看对象的后面，以看看它后面是什么。人必须倾斜或移动(例如平移运动)以围绕对象观看，且不能简单地转动他或她的眼睛(例如旋转运动)以围绕对象观看。

图2-4示出了可能的相机运动的例子以及由所表示的运动引起光流矢量和光流场。

参看图2，相对于用于定义相机运动的轴系统示出了能够捕捉一系列图

像的相机 200。具体地说，就三个自由度测量相机的旋转。例如，可以就 X 轴 210、Y 轴 220 和 Z 轴 230 测量旋转。对围绕每个轴的旋转进行的测量可以完全定义相机的旋转。以下针对这样定义的轴系统，对用于相机的运动描述进行描述。在下面的例子中，将基于从页面的上方向下看且在该页面上成像对象的相机 200 确定光流矢量。

参看图 3A，相机 200 被示出为围绕 X 轴 210 旋转，如矢量 310 所示。在静止场景中，对于围绕 X 轴 210 的旋转，流矢量将趋于平行且幅值相等。在光流场 320 中示出了相机 200 围绕 X 轴 210 旋转所引起的光流矢量。当相机 200 沿着矢量 310 所示的方向围绕 X 轴 210 旋转时，在一系列图像中捕捉到的静止对象出现沿着由光流场 320 中示出的光流矢量表示的方向运动。确切地说，在相机 200 捕捉一系列图像的同时，当相机 200 围绕 X 轴 210 转向所述页面的顶部时，存在于该一系列图像当中的静止对象出现在更靠近时间上在后拍摄的图像中图像的底部，和导致流矢量指向该页面的底部。基于所计算的光流场 320，可以检测围绕 X 轴 210 的旋转。

参看图 3B，相机 200 被示出为围绕 Y 轴 220 旋转。在静止场景中，对于围绕 Y 轴 220 的旋转，流矢量趋向于平行且幅值相等。在光流场 340 中示出了相机 200 围绕 Y 轴 220 旋转引起的光流矢量。当相机 200 沿着矢量 330 所示的方向围绕 Y 轴 220 旋转时，在一系列图像中捕捉的静止对象呈现出，沿着由光流场 340 中示出的光流矢量表示的方向移动。确切地说，由于相机 200 在捕捉一系列图像时，围绕 Y 轴 220 向页面的右侧旋转，因此出现在这一系列图像中的静止对象呈现出从右向左移动。因此，静止对象出现在靠近时间在后拍摄的多个图像中的该图像的左侧，和导致流矢量指向该页面的左侧。可以基于所计算的光流场 340 检测围绕 Y 轴 220 的旋转。

参看图 3C，相机 200 被示出为围绕 Z 轴 230 旋转。在静止场景中，对于围绕 Z 轴 230 的旋转，流矢量趋向于与围绕相机视野中点的圆相切，且幅值与半径成正比。在光流场 360 中示出了相机 200 围绕 Z 轴 230 旋转引起的光流矢量。当相机 200 沿着矢量 350 所示的逆时针方向围绕 Z 轴 230 旋转时，在一系列图像中捕捉的静止对象出现沿着由光流场 360 中示出的光流矢量表示的顺时针方向移动。因此，可以实现大致圆形的矢量光流场 360。可以基于计算的光流场 360 检测围绕 Z 轴 230 的旋转。

参看图 4A，相机 200 被示出为在矢量 410 表示的方向沿 X 轴 210 平移。

相机视野的平移将引起光流，因此，流矢量取决于 3D 场景的几何关系(深度)。在相机正在进行平移的静止场景中，流矢量的幅值将取决于对象到相机 200 的距离、即深度，和，特征会被更靠近相机的对象遮挡或暴露。在光流场 430 中示出了相机在对场景 420 进行成像时沿着 X 轴方向 410 平移所引起的光流矢量。当相机 200 沿 X 轴方向 410 向左平移时，在一系列图像中捕捉的静止对象(例如，场景 420 中的树和山)呈现出沿着由光流场 430 中示出的光流矢量表示的方向向右移动。如由存在于光流场 430 中的流矢量的幅值差异所示，更靠近相机 200 的对象比远离相机 200 的对象呈现出移动更大的距离。因此，用于平移的流矢量的长度取决于正在成像的对象相对于相机 200 的深度。例如，由于树 440 是最靠近相机的对象，因此代表树 440 的流矢量的幅值最大。可以基于所计算的光流场 430 检测沿着 X 轴 210 的平移。

参看图 4B，相机 200 被示出为沿着矢量 450 表示的方向，沿 Z 轴 230 平移。在光流场 460 中示出了相机沿着 Z 轴方向 450 平移所引起的光流矢量。当相机 200 沿 Z 轴方向 450 平移时，在一系列图像中捕捉的静止对象出现沿着由光流场 460 中示出的光流矢量表示的方向运动。确切地说，当相机 200 沿着 Z 轴方向 450 朝向该相机捕捉一系列图像时正在被捕捉的对象运动时，存在于这一系列图像中的静止对象出现沿着从该图像中心延伸的径线向外的运动。因此，可以实现从该图像中心沿径向向外延伸的流矢量的光流场 460。基于所计算的光流场 460，可以检测沿着 Z 轴 230 的平移。

尽管没有示出，但是，除了流矢量将与 Y 轴 220 平行以外，相机 200 沿着 Y 轴 220 的平移应该产生与图 4A 所示相似的光流场。

图 5A-5F 示出了用户可以使用他或她的手告知运动的可移动相机的运动的例子。具体地说，图 5A 和 5B 示出了移动电话 510，它包括在移动电话 510 下侧的相机 520。手持移动电话 510 的用户可以将他或她的手腕向后 530(图 5C)或向前 540(图 5D)伸展，以实现移动电话 510 和相机 520 围绕 X 轴旋转。用户向后 530(图 5C)伸展他或她的手腕的运动，是沿着可以产生图 3A 所示的光流场 320 的方向围绕 X 轴的用户运动的例子。

此外，手持移动电话 510 的用户可以将他或她的手腕顺时针 550(图 5E)或逆时针 560(图 5F)扭转，以实现移动电话 510 和相机 520 围绕 Y 轴旋转。用户顺时针 550(图 5E)扭转他或她的手腕的运动，是沿着可以产生图 3B 所示的光流场 340 的方向围绕 Y 轴的用户运动的例子。例如，使用图 5C-5F 中示

出的运动，用户可以将可检测的运动告知相机，以产生对应用程序的用户接口进行控制的用户输入。

图 6 为处理 600 的流程图，处理 600 用于确定设备的运动描述，从而确定到应用程序的用户输入。在一个实施例中，在具有附属相机的手持娱乐设备(如照相电话 100、PDA 或其他配备有相机的可移动设备)上的处理器可以执行处理 600，和对相机视野的旋转的测量被用于控制在该手持娱乐设备上运行的游戏或应用程序。所述旋转的测量可以被用于提供与倾斜传感器相似的输入。此外，由于倾斜的方向和幅值都可以被测量，因此可以提供“模拟”控制。模拟控制趋向于提供更精细的控制，而对于许多玩游戏的风格来说，最好是数字”控制。

在实施图 6 所示的处理 600 的过程中，运动的可移动相机捕捉数字图像(610)。例如，捕捉图像(610)可以包括例如在相机运动的时间周期内捕捉一系列图像的数字表示。

处理器依据所捕捉的图像确定相机的运动表示(620)。处理器例如可以将在时间上最近获得的图像与较早获得的图像进行比较以确定这一系列图像中静止特征的位置的变化，从而估算该相机运动。处理器可以使用以上讨论的光流处理。以下参看图 7，对确定运动描述 620 进行更详细的讨论。

此外，在接口设备上提供到应用程序的用户接口(630)。用户接口可以与可移动相机分开(例如，使用无线通信)，或者，可以被物理地耦合到包括可移动相机的设备或集成在其中(例如，集成在照相电话 100 中的显示接口 111)。用户接口可以包括用于应用程序如游戏的可视显示，用户可以使用它进行互动。用户接口还可以包括被配置为响应于用户输入产生声音的扬声器。例如，用户接口可以包括被配置为产生表示接受对动作进行触发的运动的声音。

基于所确定的相机运动确定到应用程序的用户输入(640)。可以与该相机运动对应的自动方式来确定用户输入。在一个实施例中，应用程序可以将相机的运动和位置乘以一个因数，以调节“灵敏度”，其中，用户可以预编程或选择该因数。“灵敏度”确定了用户必须将设备倾斜或移动多少才能实现用户输入，诸如在游戏的虚拟环境中人物的移动。例如，只有当相机的运动大到足以满足“灵敏度”的级别时，才可以检测和确定用户输入(即，小且不明显的运动可以被忽略，和不导致确定的用户输入)。在使用“灵敏度”的场合，

通常不需要也不计算真实世界位置。真实世界位置指的是设备在以英寸、厘米和角度为单位进行测量的物理世界中的位置(例如，设备旋转 25 度并向东移动 30 厘米)。虚拟世界位置指的是在虚拟环境，如包括虚拟人物和对象的游戏中的位置(例如，虚拟人物在虚拟环境中走过三个街区)。例如，当使用“灵敏度”时，将例如以像素确定的相机运动与“灵敏度”因数进行比较或者乘以“灵敏度”因数，以生成虚拟环境中的输入和移动。由于输入或移动涉及虚拟环境，因此不需要相机的真实世界位置。

在一个例子中，应用程序可以用相机方位来复制倾斜传感器的功能。在对游戏中的球进行控制的过程中，可以使用倾斜传感器功能，包括模拟球滚动的平面的倾斜。在另一个例子中，应用程序可以用相机方位来复制调整功能。调整功能可以用于控制交通工具(例如，汽车、摩托车、飞机、船舶、冲浪板、滑雪板、滑板、飞艇、宇宙飞船)。调整功能可以包括控制对方向、斜度、偏转或滚动进行调整中的一个或多个。在另一个例子中，应用程序可以用相机方位来复制靶向(瞄准)功能。靶向或瞄准功能可以用在对虚拟武器进行控制的过程中(例如，将步枪瞄准)。靶向(瞄准)功能一般包括两个自由度。此外，如下所述，应用程序可以使用已经被分类为移动对象的特征子组。这可以用于对靶向(瞄准)应用程序进行扩充(例如，可以将移动对象或特征指定为目标，和，游戏的目的可以是将设备瞄准，使得运动的对象或特征位于显示的瞄准器内的屏幕中心)。举例来说，应用程序还可以用相机方位来复制绝对定位功能。绝对定位功能可以用在导航应用程序中(例如，跟踪用户在真实世界环境中的位置，以通过环境如商店或购物中心，帮助用户进行导航)或者用在迷宫游戏中(例如，用户通过在真实世界中迂回行进，走过虚拟迷宫)。需要的运动可以是通过手进行的运动，或者，可以要求用户在环境中动来动去。

在另一个实施例中，应用程序可以用相机方位来对活动人物进行控制(例如，bobblehead 或牵线木偶)。倾斜的瞬时幅值和方向可以被变换为人物的运动。可以给有关节的人物的部件以模拟的质量，由此，假设检测到运动，则部件移动的幅度与其质量成反比。还可以通过模拟的、具有预定共振频率的弹簧使有关节的人物的部件相互连接。

此外，应用程序可以用相机方位来对粒子模拟应用程序中的粒子进行控制(例如，雪球（snow-globe）或沙艺(sand-art))。倾斜的瞬时幅值和方向

可以确定粒子的数量和/或它们的动能。粒子可以被模拟引力所吸引，从而粒子被镶嵌在虚拟环境中。虚拟环境可以包括图像或对象，和，粒子可以被镶嵌在对象的顶部。在这种应用程序的一个版本中，粒子代表雪。可选择地，该应用程序可以以电子贺卡(例如，圣诞卡)的形式进行分发。在这种应用程序的一个版本中，以选择的颜色显示粒子(例如，沙艺)。在这个应用程序中，着色的粒子可以镶嵌在图案中。

图 7 示出了使用光流确定运动的相机的运动描述的处理 700 的流程图。尽管可以使用稠密流场算法，但是，可以按照六个自由度，和在预计用更少的自由度进行近似的应用程序的情况下，对相机运动进行描述。因此，良好分布的稀疏特征集足以按照变化的自由度，对相机运动进行检测和估算，和，可以将良好分布的稀疏特征集用于减少处理工作量。在减少了处理工作量的情况下，在某些实施例中，可以实时地对图像进行捕捉和处理。

在一个实施例中，良好分布的稀疏特征集足以按照六个自由度对相机运动进行估算。在稀疏光流中，可以只为图像内的视觉可分辨的特征生成流矢量。这些特征可以遍布整个图像。在良好分布的特征集中，特征遍布整个图像，使得在图像的每个区域内至少有一个特征(与此相反，例如，所有特征聚集在图像的一个角落里)。因此，不需要用稠密流场对图像的所有区域中的运动进行描述，如果特征分布良好，稀疏集可以起同样作用。

在稀疏光流中，可能需要良好分布的特征集。例如，将围绕 Y 轴的旋转(图 3B)与沿着 X 轴的平移(图 4A)进行比较。如果特征分布不佳，例如，所有特征都沿着图像的底部分布，则所有的流矢量都将具有相似的方向和长度，和，沿着 X 轴的平移与围绕 Y 轴的旋转将难以区分。

本发明的某些实施例用少于六个的自由度对运动进行近似，在这种情况下，假设某个特定自由度是可以忽略并将其忽略。当自由度减少时，对良好分布特征的要求也将放宽。例如，在一个实施例中，可以通过对围绕 X 轴和 Y 轴的相机旋转进行描述同时忽略围绕 Z 轴的旋转以及沿着 X、Y 和 Z 轴的平移对相机运动进行近似。由于这种假设，在其中所有特征都沿着图像底部的前述例子中相机运动可以被假设为与围绕 Y 轴的旋转效果相同，这是因为假设沿着 X 轴的平移不明显。

处理 700 包括提取特征(710)。在对从运动的可移动相机捕捉的一系列图像进行分析的过程中，特征提取处理被应用于通过相机获得的每个图像。特

征提取处理只需要从任意图像中提取稀疏特征集。找到之后的特征通常包括拐角和边缘。在设备一般运行的许多环境中，都能找到拐角和边缘。拐角和边缘对动态光线级别反应明显，如果设备在室外运行，则这一点很重要。此外，对于在图像中进行检测，对拐角和边缘特征进行计算相对廉价。提取拐角和边缘的方法是众所周知的。

提取特征之后，处理 700 比较多个图像，以便使不止一个图像所共有的特征相匹配(720)。例如，流场计算处理使当前相机图像的特征与前一个相机图像的对应特征匹配。为了使特征匹配，将当前相机图像的每个特征与前一个相机图像的特征子组进行比较。该子组是依据近似度和特征的特性(例如，方向以及拐角的对比度)选择的。在具体实施例中，需要进行比较的特征的数量少有助于使对设备的计算要求最小。

在一个实施例中，使用先前的流场对在前相机图像特征的当前图像位置进行预测(除了没有可用的先前流场的第一帧以外)。基于到预测位置的距离、特征特性的相似性以及相对于该组所有可能匹配的匹配唯一性所生成的得分，选择一对一的匹配。得分是一个标量值，和表示置信度的测量。为了保证一对一匹配，基于其得分减去基于包括多对特征之一的其他可能匹配得分的处罚对可能的对进行分类。将具有足够得分(置信度)的匹配加入流场。利用所述流矢量记录所述得分(置信度)，以备后用。

在其他实施例中，为了减少计算需求，匹配特征的操作可以包括首先分析靠近该特征的块，或者，首先尝试匹配位于较较低分辨率处的特征，和，持续地增加分辨率，直到找到了匹配或者已经比较了最高分辨率图像为止。例如，可以应用每十个图像取一个图像的金字塔法。例如，通过将图像分段为块，和生成一个代表每个块的像素值(例如，通过求块内的像素平均值)，十取一生成低分辨率版本的图像(称为金字塔的一级)。由于低分辨率版本的图像要分析的像素较少和要搜索的区域较小，因此可以减少处理需求。一旦已经在低分辨率下找到结果，则可以使用在低分辨率下找到的结果，按照较高的分辨率对图像进行分析，从而抑制搜索。例如，如果在一个或多个特定的低分辨率区域中找到特征匹配，则可以对那些特定的低分辨率区域进行搜索，寻找较高分辨率的特征。

在匹配多个特征之后，处理 700 确定用于每个特征的流矢量(730)。一个实施例通过计算当前相机图像中特征的位置相对于它在前一个相机图像中的

位置的位移确定流矢量。该组流矢量形成了流场。每个流矢量可以包括幅值和方向。匹配对产生在两个相关的相机图像之间的特征位置的全部路径。对路径进行有选择的存储，使得可以在更长的时间跨度内计算光流(并因此计算相机运动)。

由于不能保证环境是静止的，和运动的特征会导致对运动的估算不精确，因此，所以，可以有选择地对特征进行分段(740)。图 7 中操作 740 的虚线框表示操作 740 是可选的。在一个实施例中，特征被分段为“多个组”或“多个段”，以便生成一组与环境(即背景)的静止要素相关的流矢量。例如，如果一只鸟沿着与相机运动相同的方向飞过图像，则代表这只鸟的特征不会显示如静止特征那么大幅值的位移，或者，如果这只鸟比相机运动得快，则会显示出相反方向的位移。因此，分段代表鸟的特征并将注意力集中在所述静止特征上能够更准确地确定相机运动。

在一个分段的例子中，假设环境的静止部分构成了比任何单个动态(移动)部分大的面积。在这样的假设下，最有效的一组特征与环境的静止要素有关，其中，由于特征分布不均匀，因此，“最有效”的测量包括被该组所覆盖的面积，而不仅是特征计数。使用该组特征估算相机的旋转。可以对特征进行分类并加上标签，以表示它是否可能是静止背景或运动对象的一部分。在后面的帧期间更新特征分类的过程中，该标签可以被用作提示。

在另一个例子中，在假设围绕 Z 轴的旋转不明显(即旋转仅限于围绕 X 轴和 Y 轴)和沿着 X、Y 和 Z 轴的平移也不明显的情况下，与环境(即背景)的静止要素有关的流矢量将趋向于具有相似的方向和幅值。例如，如图 3A 和 3B 所示，只围绕 X 轴和 Y 轴的旋转将导致近似于平行和相似幅值的静止特征的流矢量。通过检测具有不充分平行于或者幅值足够靠近静止特征(例如，被确定为静止特征的特征)的流矢量的流矢量的特征，可以根据静止特征分段运动特征。例如，可以根据静止特征的、已经确定的方位和幅值，计算可接受方位的范围(例如，将静止特征的流矢量的方位加上五度或减去五度)以及可接受幅值的范围(例如，将静止特征的流矢量的幅值加上五个像素或减去五个像素)。如果一个特征的流矢量的方位没有落在可接受方位的范围内或者没有落在可接受幅值的范围内，则可以将该特征分段为运动的特征。

为了与计算能力有限的系统一起使用，将特征分段为运动特征和静止特征的最佳方法是使用它们流矢量的方向和幅值的相似性选择最有效的一组特

征。在本实施例中，由于静止背景通常比任何一个移动对象都大，因此假设该最有效的一组特征是静止背景。在其他实施例中，最有效的一组特征可以被假设为已知的真实世界的参考对象，如在相机指向用户的实施例中的用户面部。无论使用什么样的假设，都可以通过选择平行和幅值相等的、在图像中跨过最大面积和/或具有最大特征计数的流矢量，来确定最有效的一组特征。一旦已经确定了最有效的一组特征，就可以通过将与该最有效的一组特征具有不平行或幅值不相等的流矢量的特征舍去来分段运动的对象。对相机运动的附加自由度(例如，围绕 Z 轴旋转)的估算是可选的，和，是否对附加自由度进行估算可以取决于手持设备的可用计算能力。

处理 700 确定相机的运动(750)。可以使用包括用于一系列图像中的经过匹配的和没有被分段出去的每个特征的光流矢量的光流场，确定相机运动。可以根据由光流矢量代表的、相机视野中的特征的明显速度来计算相机运动。用于静止特征的流矢量的幅值和方向与相机运动有关，并被用于对相机运动进行估算。

例如，在静止场景中，可以使用下式来近似相机旋转:

Vxi=Mx+Mz*Ri*cos(Thetai)

Vyi=My+Mz*Ri*sin(Thetai)

式中，Vxi 和 Vyi 代表特征 i 的流矢量的分量

Mx、My、Mz 代表相机旋转

Ri 和 Thetai 代表图像中，按照极坐标的特征位置，和根据测量确定。

在已知少量分布充分的特征的情况下，可以对未知的 Mx、My、Mz 进行估算。确定的旋转(即 Vxi 和 Vyi)可以被直接用于控制应用程序，或者，在已知相机知识和镜头特性的情况下，可以将已经确定的旋转转换到真实世界的单位(度)。

在另一个实施例中，由于用户通常不使相机围绕 Z 轴旋转和该用户通常是静止的，因此假设围绕 Z 轴的旋转和沿着 X、Y 和 Z 轴的平移不明显。在该实施例中，围绕静止场景中的 X 轴和 Y 轴的相机旋转可以被简单地估算为所有特征的流矢量的平均值。由于仅围绕 X 轴和 Y 轴的旋转将导致近似平行和幅值相似的流矢量，因此所有流矢量的平均值将代表对所有流矢量的比较。在一个例子中，围绕静止场景中的 X 轴和 Y 轴的相机旋转可以被估算为所有特征流矢量的加权平均值。在加权平均值中，将每个流矢量的改变

（influence）乘以置信分数。结果是，置信度高(例如，匹配良好)的流矢量比置信度低(例如，匹配较差或可疑)的流矢量对结果的影响大。

处理 700 可选择地计算相机的累积运动(760)。图 7 中的操作 760 的虚线框表示该操作是可选的。通过跟踪已确定的相机运动，可以计算所述累积运动。可以计算序列相机图像的累积运动，以确定该设备相对于初始位置的位置。但是，会相对快地从图像到图像地构成误差。

为了帮助减小构成误差，在计算流场的过程中，可以存储特征的全部路径。因此，上述的相机运动技术可以被应用于代表特征相对于初始位置的位移的全部运动矢量。当相机运动受到限制从而在整个跟踪过程中多个子组特征始终保留在相机的视野中时，这可能是特别有用的。例如，铅笔尖可以是图像中的特征。当相机运动到其中铅笔尖保留在图像中的区域上方时，如果存储了代表该铅笔尖的特征的原始位置，则通过比较代表铅笔尖的特征的当前位置与代表铅笔尖的特征的原始位置，可以计算相机的累积运动。由于每个路径一般持续许多相机帧，因此，该误差累积将慢于简单计算帧之间的累积运动。

在已知自初始图像开始检测的所有特征的情况下，不保证该组全部特征路径包括在进行跟踪的整个持续时间内走过的路径。例如，如上面建议的，对象(如铅笔尖)可以离开相机的视野。但是，该组全部特征路径将很可能包括相互分离但彼此相关且与开始(第一次检测到/进入相机视野)和结束(最后检测到/退出相机视野)时刻重叠的多个路径。(时间上)重叠的路径的组合可以被用于累积定位多个特征相对于初始位置的位置。

例如，铅笔尖可以是图像中的特征，但是，铅笔的橡皮可能不出现在图像中。当相机运动时，代表铅笔尖的特征运动过整个图像并被跟踪。在后面的图像中，相机可以以下述的方式运动，即，铅笔的橡皮已经进入视野，和铅笔尖和铅笔的橡皮都是在该图像内被跟踪的特征。随着进一步运动，铅笔尖可能离开该图像，但是，代表该铅笔的橡皮的特征可能仍然存在并被跟踪。由于铅笔尖和铅笔橡皮同时为图像中的特征，因此，处理器可以计算铅笔橡皮相对于铅笔尖的相对位置。因此，使用(1)代表铅笔橡皮的特征的当前位置，(2)铅笔橡皮相对于铅笔尖的相对位置，以及(3)在铅笔尖离开相机视野之前存储的铅笔尖的路径，处理器可以确定橡皮的全部路径。然后，处理器可以使用橡皮的全部路径对相机的累积运动进行跟踪，和断定相机的初始位置。

当铅笔橡皮离开图像时，可以使用另外的特征重复这个技术，以便继续对相机的累积运动进行跟踪。使用这种相关的但是分开的特征可以使误差积累比使用单独的特征路径的误差积累慢得多。

使用处理 700 例如可以计算：相机运动、相对于初始位置和/或方位的相机位置和/或方位，每个量都在两个和六个(包含)自由度之间。按照少于六个自由度对相机运动进行估算是假设了沿着六个自由度中的一个或多个自由度的运动被固定。例如，如果预期用户站或坐在一个位置和不使设备围绕 Z 轴旋转，则可能两个自由度(围绕 X 轴和 Y 轴的旋转)是适当的，如果预期用户站或坐在一个位置，则可能三个自由度(围绕所有三个轴的旋转)是适当的，而如果预期用户迂回走动，则可能六个自由度(关于所有三个轴旋转并平移)是适当的。应用程序可以在任何时候，或者在例如会议、游戏、阶段开始时，或者当用户要求时，对用于累积位置计算的初始位置进行重新设置。

尽管按照图像相关单元(image-dependent unit)对这些进行了计算，但是，在已知相机镜头的知识的情况下，可以将它们转换为真实世界单位(即，角度)。图像相关单元可以以与相机图像有关的像素为单位，而真实世界单位可以以角度(用于旋转)以及英寸或厘米(用于平移)为单位。在将图像相关单元转换为真实世界单位的一个实施例中，将方位简单地乘以代表图像尺寸(即像素)内的视野(即角度)的因数。

图 8A-8C 示出了用户操作配备有相机的手持设备 810，手持设备 810 包括被配置为，例如，执行图 6 中示出的处理 600 和图 7 中示出的处理 700 的处理器(没有示出)。该处理器可以被配置为执行具有显示接口的应用程序，如游戏。

参看图 8A，由坐姿用户 820 手持设备 810。对于附属于手持娱乐设备(如照相电话)的相机而言，不能保证相机运动是没有平移的纯旋转。但是，如果场景中的对象离相机足够远，由于旋转对特征的流矢量幅值的影响大于平移，因此平移对光流的影响不明显。在示出的例子中，设备 810 的相机 830 面对距离相机约 1 米的地板。在这种情况下，相机旋转 1 度可以与相机平移 17cm 引起的光流速度的幅值相似。在这种情况下，故意使照相电话倾斜的用户不太可能使手机平移超过几厘米。因此，为了通过旋转设备来以必要的精度控制游戏，可以将平移的作用忽略，和可以将光流假设为纯旋转的结果，这是由于用户必须将设备平移异乎寻常大的距离才能生成明显的误差。因此，用

户 820 可以通过旋转该设备，给在配备有相机的手持设备 810 上执行的应用程序提供用户输入。

参看图 8B，由站立用户 840 手持设备 810。在本例中，用户 840 相对静止地站立，设备 810 的相机 830 面对地板。与坐姿用户的情况相似，到地板的距离足够远，以至相机的平移可以忽略，和，用户 840 可以通过旋转配备有相机的手持设备 810，给应用程序提供用户输入。

参看图 8C，由站立用户 860 手持配备有相机的手持设备 850。在本例中，配备有相机的手持设备 850 的相机 870 面对用户的面部。当相机 870 指向用户面部，和面部组成了相机图像的有效部分时，对旋转的测量将与用户 860 有关，使得用户 860 能够在步行或者以其他方式迂回移动的同时，对配备有相机的手持设备 850 进行操作。这是由于在用户 860 移动时，用户面部不相对于配备有相机的手持设备 850 移动。由于与静止背景相比，用户面部成为最有效对象，因此，相对于用户 860，对配备有相机的手持设备 850 的运动进行测量。因此，用户 860 的步行运动不被检测为设备的运动，和不影响对用户输入的检测。

确定用户输入以控制诸如游戏的应用程序的用户接口是一个已经描述过的应用程序。但是，也可以实现其他的应用程序。具体地说，应用程序可以控制已经被物理地耦合有相机的设备的其他方面或特性。例如，可以使用防盗的安全应用程序，从而当检测到设备的运动和警报还没有被激活时，激活该设备的报警信号。此外，可以实现音量控制应用程序，借此，当用户使照相电话远离他或她的耳朵而倾斜时，可以增加照相电话的音量。这里描述的处理 600 和 700 以及各种其他实施例、特性、技术等大部分可以通过在设备上运行的操作系统，以软件实现。软件与来自相机的数据接口，和与诸如计算机显示器、电视机或集成在设备中的 LCD 之类的显示设备接口。固件和硬件可以结合软件使用，或者代替软件。

如根据公开内容显而易见的，这里所描述的实施例、特性和技术以及它们的各种变化和组合都可以用运行于一个或多个各种设备上的操作系统或独立应用程序或实用程序来实施。

移动电话、个人数字助理(PDA)以及其他便携式设备提供了许多实施例，这是由于其用户接口的尺寸一般受到限制，和，通常难以对这种设备的用户接口进行控制。例如，实施例可以包括黑莓(Blackberry)设备、电子管理器

(electronic organizer)、iPod 设备或其他便携式音乐播放器、BP 机或者其他通信设备、以及用于游戏、通信和/或数据组织的便携式电子设备。

实施可以包括一个或多个被配置为执行一个或多个处理的设备。例如，设备可以包括分立的或集成的硬件、固件和软件。设备例如可以包括通常被称之为处理设备的处理器，包括例如微处理器、集成电路、可编程逻辑器件以及包含软件应用程序的设备。

实施也可以被坎入在包括一个或多个计算机可读介质的设备中，这个计算机可读介质具有用于执行一个或多个处理的指令。例如，计算机可读介质可以包括存储设备，如硬盘、光盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)。例如，计算机可读介质还可以包括编码或发送指令的格式化电磁波。例如，指令可以是硬件、固件、软件状态，也可以是电磁波状态。例如，可以在操作系统、独立的应用程序或者二者的组合中找到指令。例如，处理器可以是被配置为执行处理的设备以及包括计算机可读介质的设备，而这个计算机可读介质具有用于执行处理的指令。

还可以将实施例体现在软件对象中。可以使用各种应用程序访问这样的对象，或者，这样的对象可以被并入各种应用程序中。

已经对若干实施例进行了描述。然而，应该理解，可以进行各种修改。例如，为了产生其他实施例，可以对不同实施例的要素进行组合、补充、修改或去除。此外，为了产生实施例，可以使用、组合和修改各种技术，例如，这些技术包括各种硬件、软件、固件、集成元件、分立元件、处理设备、存储器或存储设备、通信设备、透镜、滤光器、显示设备和投影设备。因此，其他实施例在以下的权利要求的范围内。

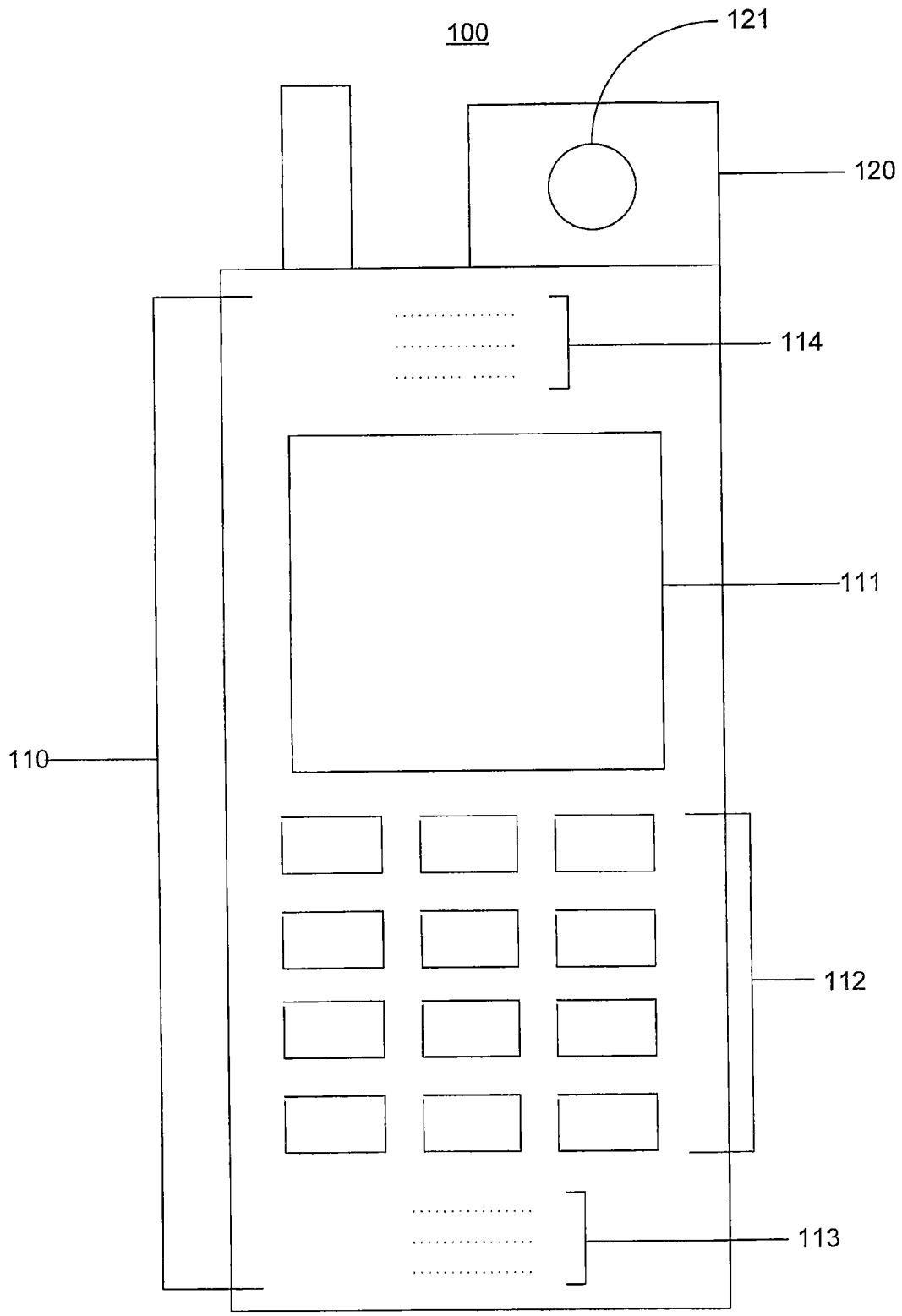



图 1

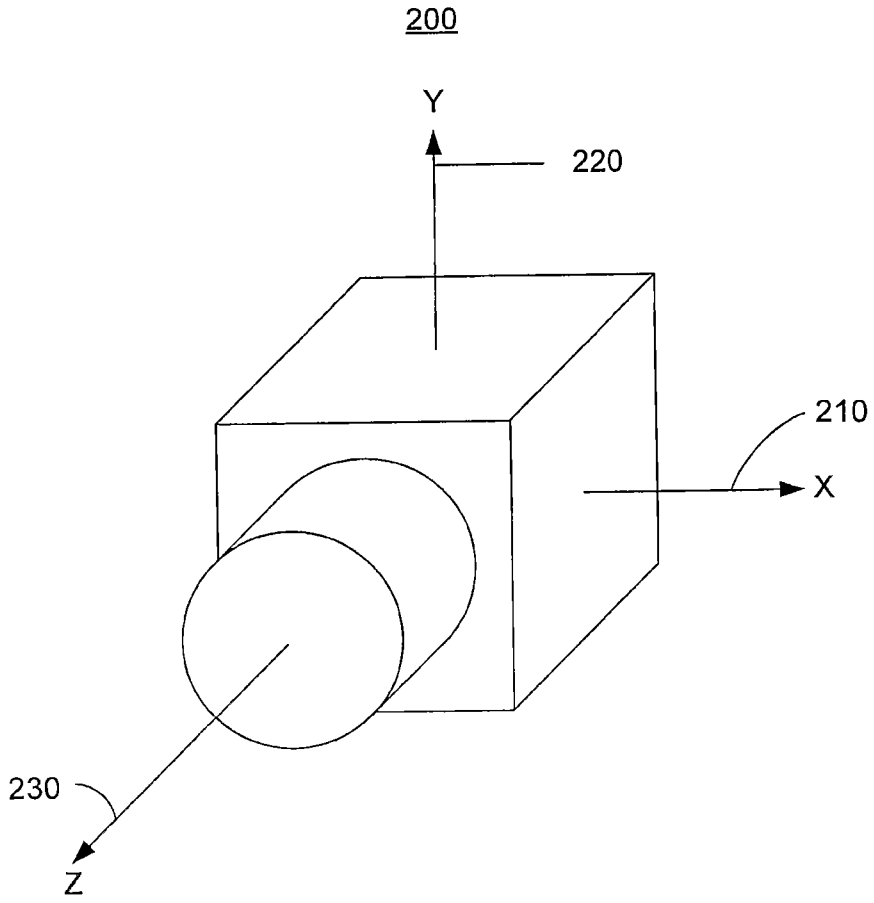



图 2

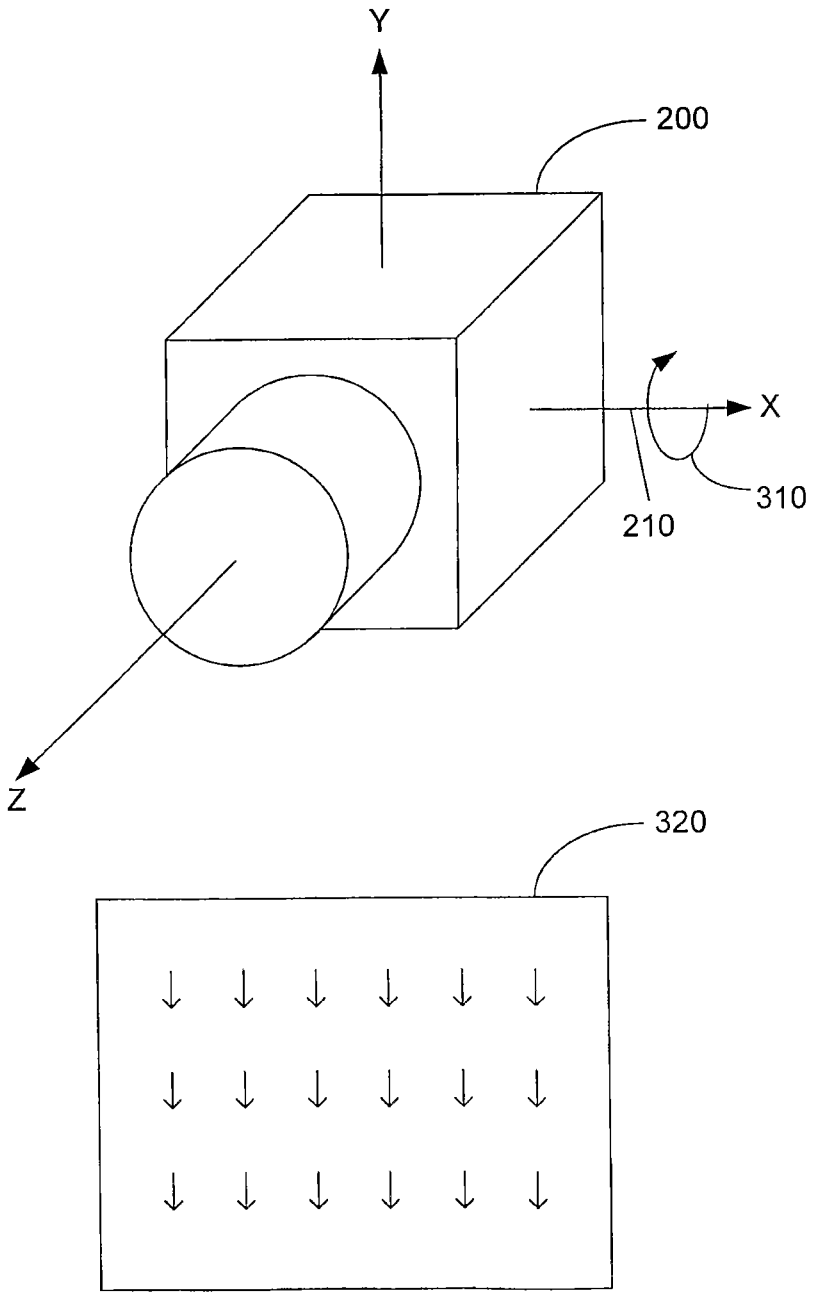



图 3A

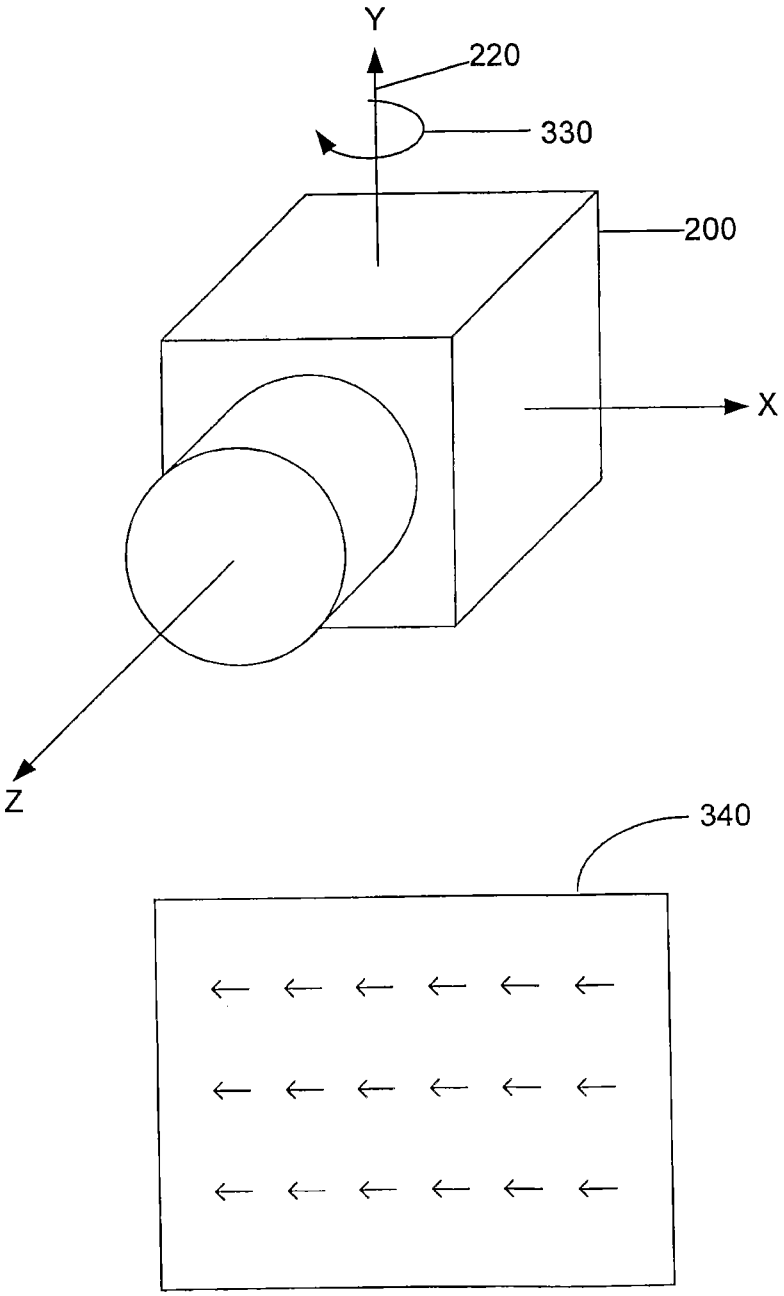



图 3B

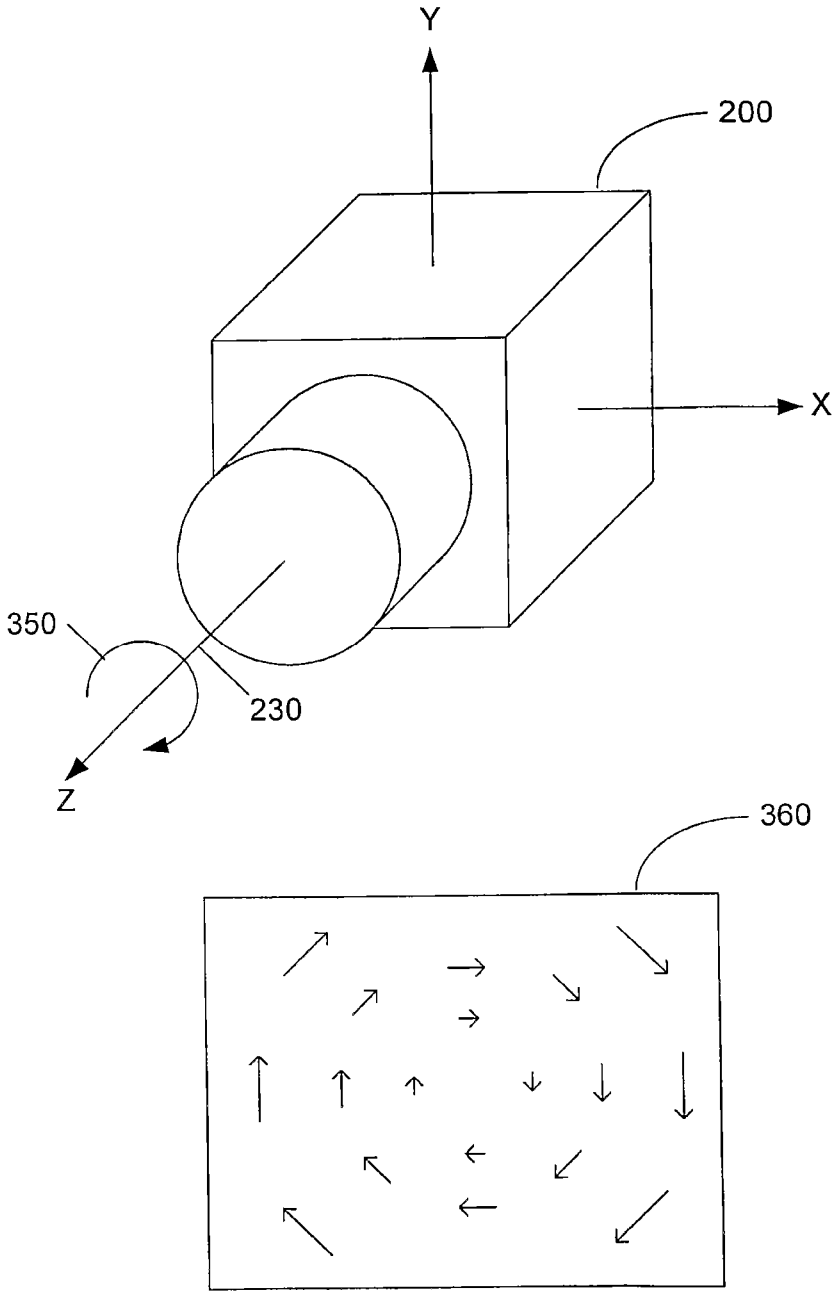



图 3C

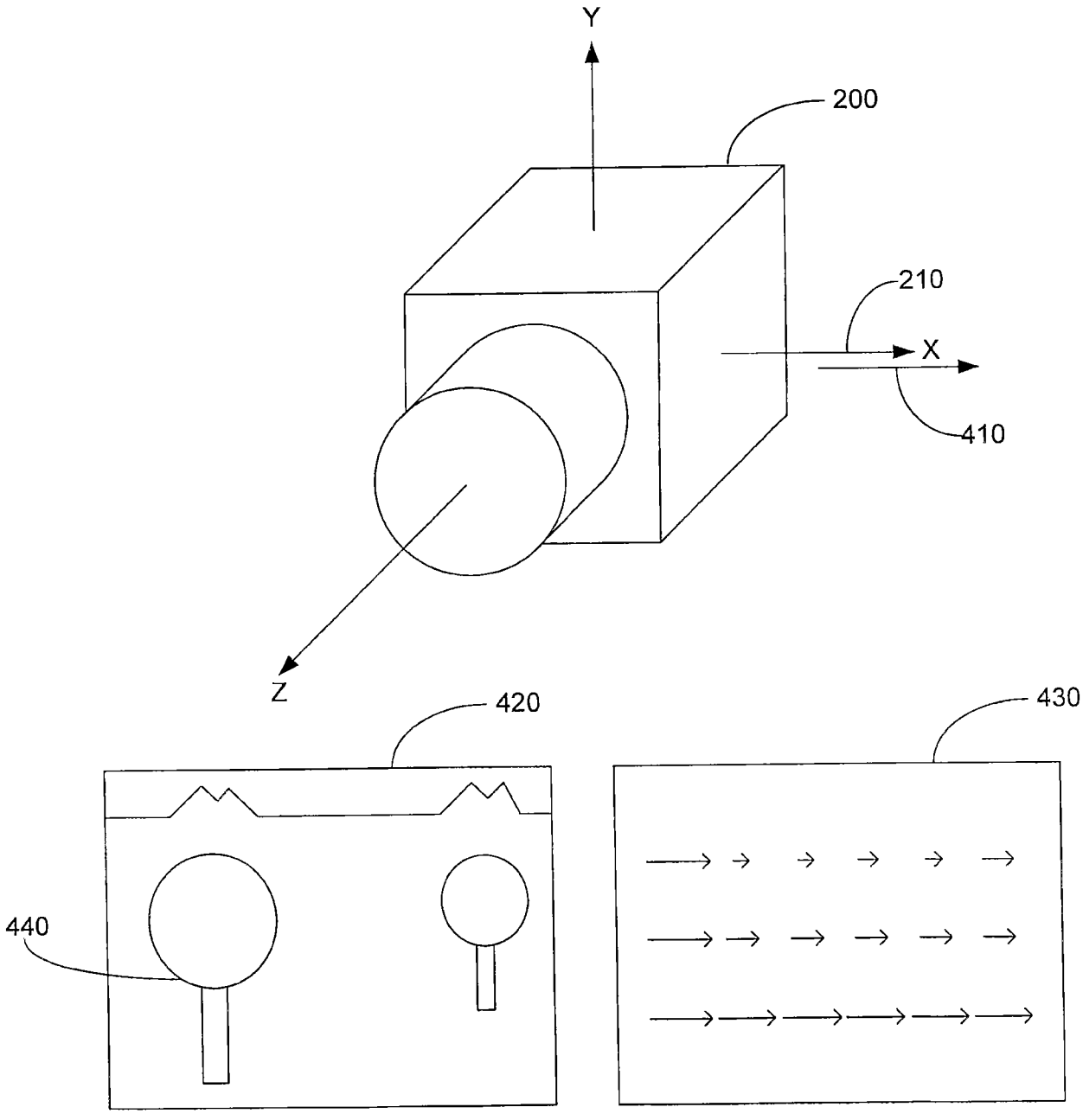



图 4A

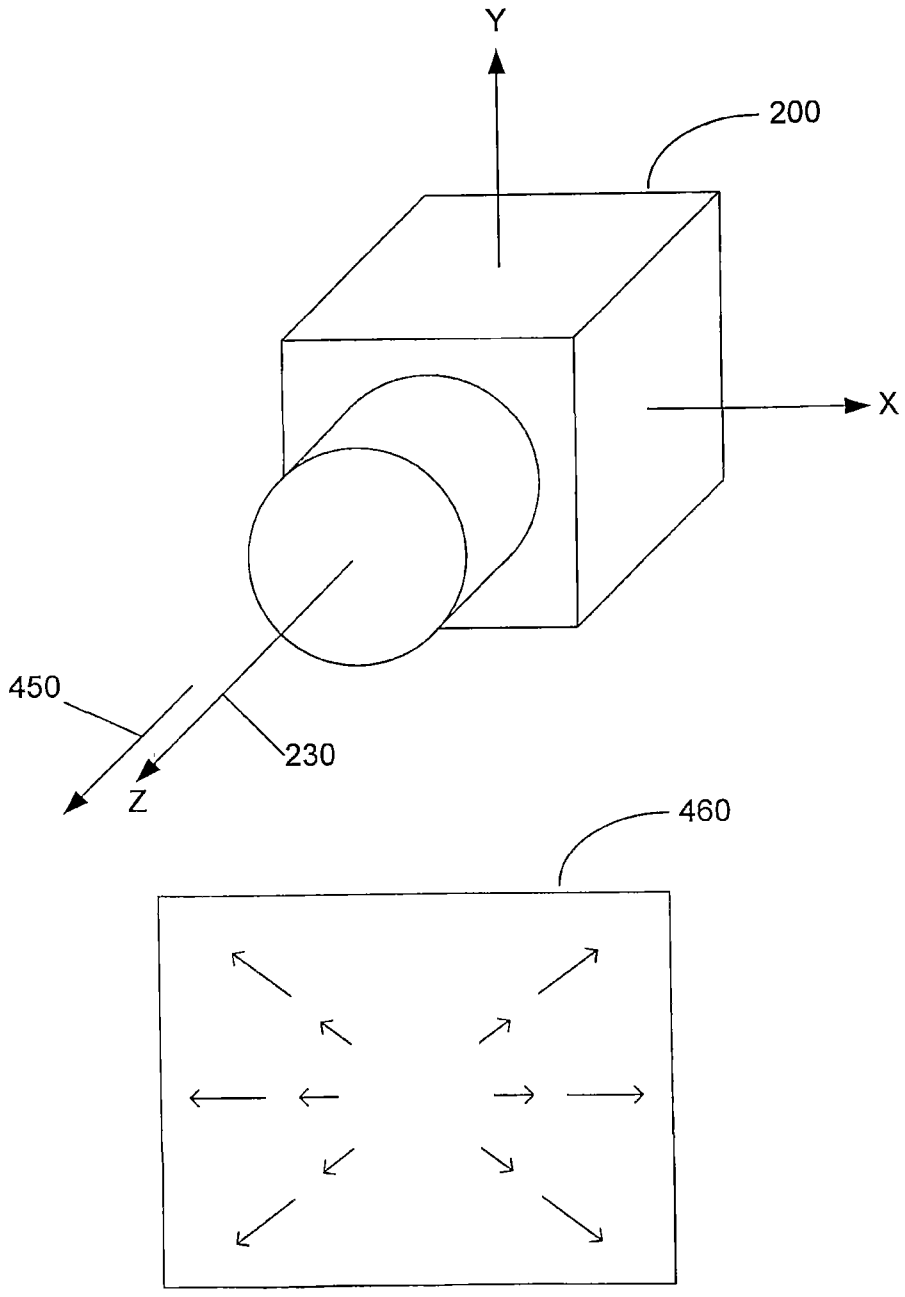



图 4B

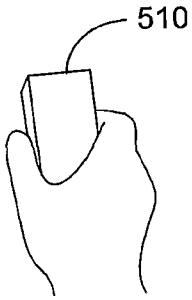



图 5A

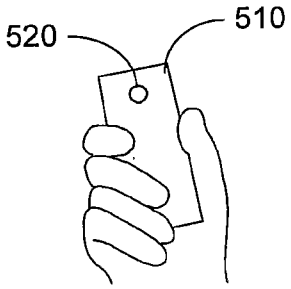



图 5B

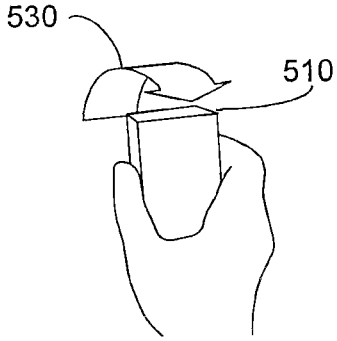



图 5C

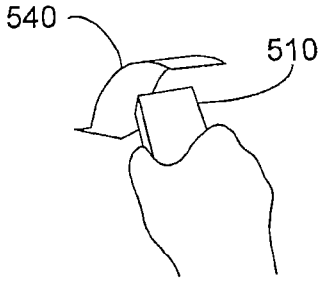



图 5D

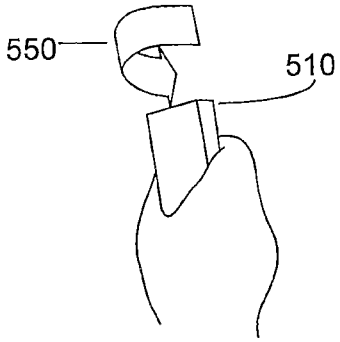



图 5E

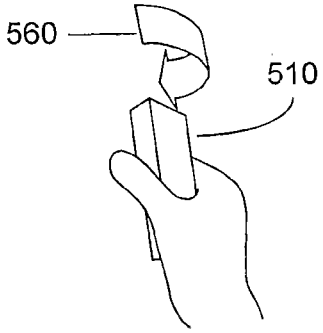



图 5F

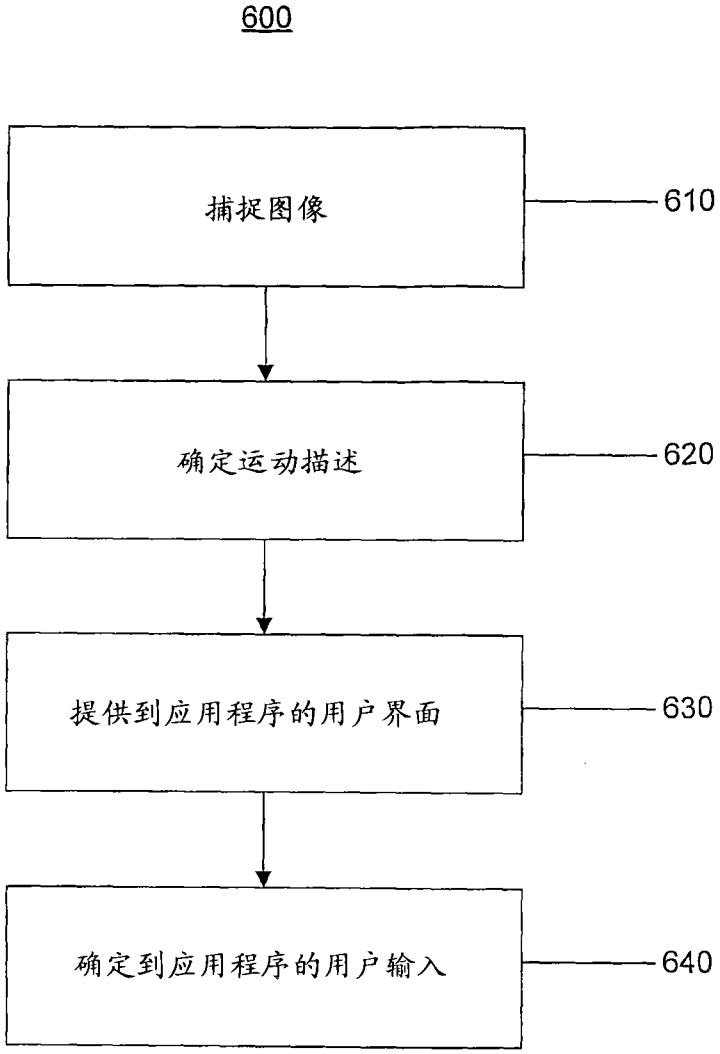



图 6

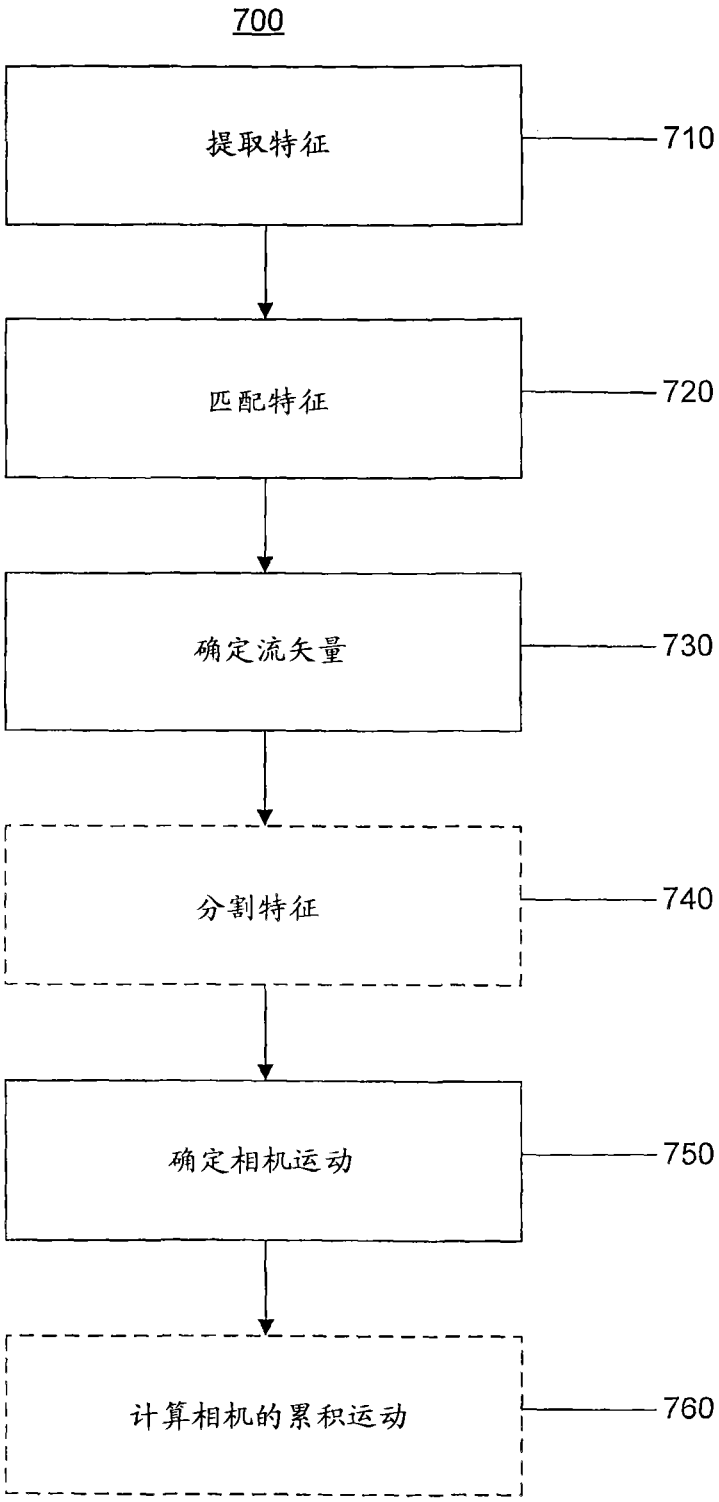

700
提取特征
710
匹配特征
720
确定流矢量
730
分割特征
740
确定相机运动
750
计算相机的累积运动
760

图 7

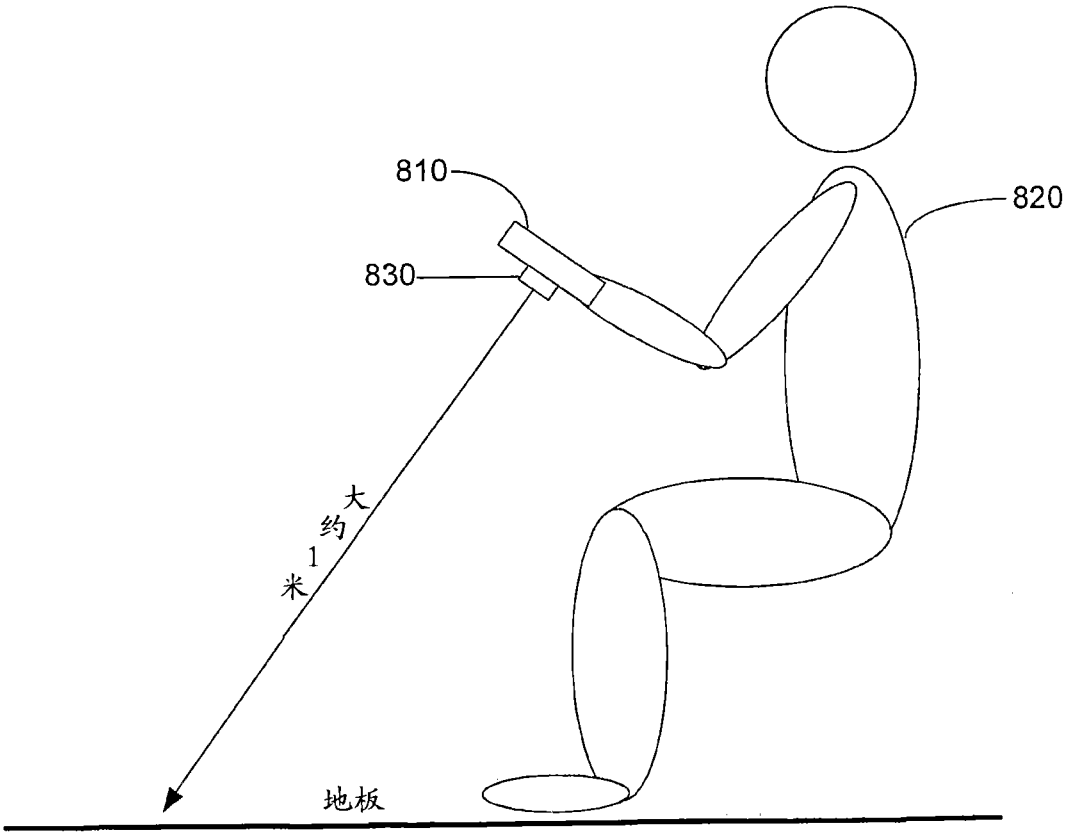



图 8A

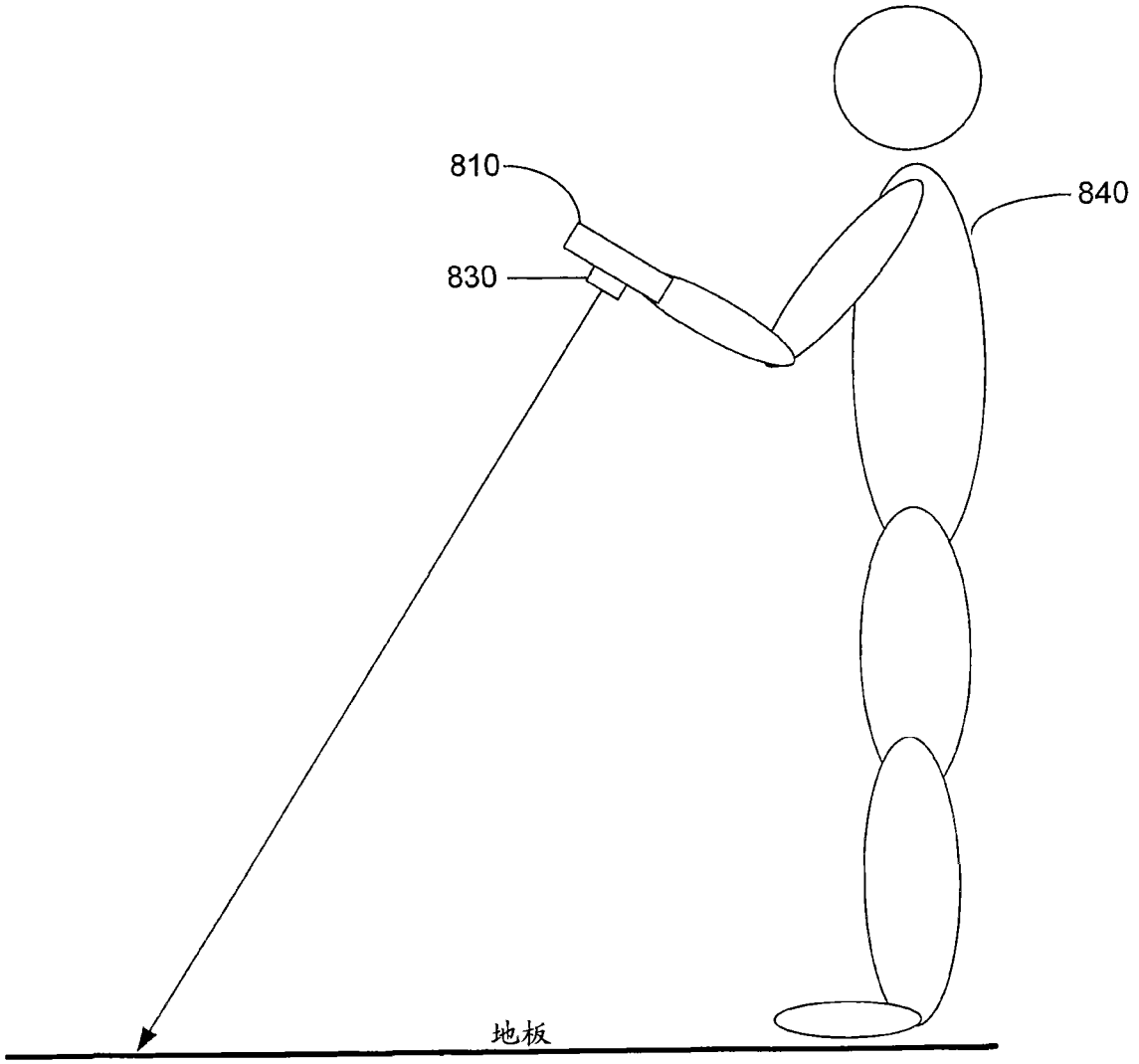



图 8B

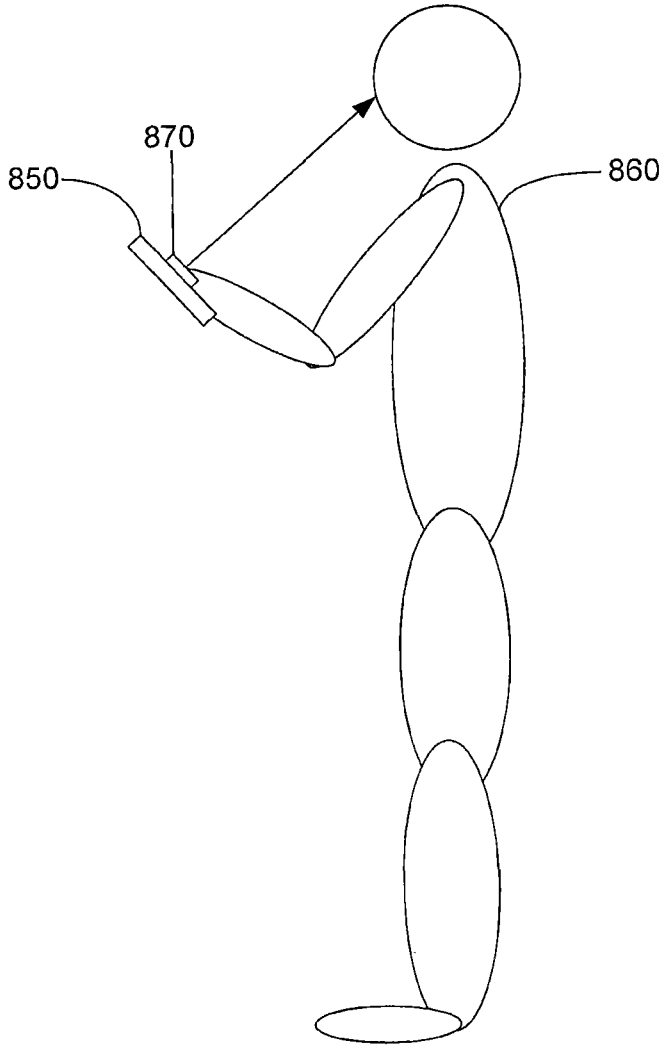



图 8C