

基于动作检测的交互模式研究与应用

杨锦平 侯紫峰

(中国科学院计算技术研究所 北京 100080) (联想研究院 北京 100085)

摘要 目前的大屏幕显示设备一般为用户提供间接的交互模式,因为交互设备采用的是面向桌面系统的指点设备,这些设备并不能提供最优的交互方式。好的交互方式应允许用户直接和屏幕交互,交互方式的设计符合用户的直观感受,用户可以快速自然地完成交互任务。本文介绍了基于动作检测的交互模式,并介绍了实验模型的实现方案。

关键词 大屏幕交互,指点设备,动作追踪

Research and Application of Interact Approach Based on Motion Track

YANG Jin-Ping HOU Zi-Feng

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080) (Lenovo Corporate R&D, Beijing 100085)

Abstract Existing large scale display systems generally adopt an indirect approach to user interaction. This is due to the use of standard desktop-oriented devices to control the large scale display. However, these devices are not optimal. Better approach should allow users to interact with objects on the display naturally and easily. This paper described a interact mode based on motion-track approach and details of implementation.

Keywords Large scale interact, Pointing device, Motion track

1 引言

随着信息时代的到来,特别是网络技术的发展,信息共享和信息综合的需要日益突出,这就造就了对超大屏幕显示的需求,因而大屏幕显示广泛应用在先进会议设备中。当用户和大尺寸屏幕交互时,一般使用标准鼠标等指点设备完成交互任务。标准鼠标是为桌面系统设计,所以用户需要装有桌面系统的主机作为中间设备间接完成交互。这种间接的交互模式会带来使用上的不便。例如当用户需要改变屏幕上光标的位置时,必须回到主机前,用标准鼠标在主机上完成光标重定位,屏幕上的光标才会定位到相应的位置。这样的操作流程较为复杂,不适合用户快速地完成交互任务。

为了实现快速的交互,交互设备应该允许用户直接和屏幕交互。例如当用户需要改变屏幕上光标的位置时,用户可以通过按键或动作等方式直接完成光标定位、点击等操作,而不需要通过主机间接完成。目前有多种指点设备试图达到这一目的。

Polhemus FasTrack 和 Logitech 3D 鼠标同属于动作追踪系统。前者是使用电磁场信号来定位接收器的位置,后者使用超声波来定位接收器的位置。两者系统复杂性高,所以价格也很高。激光斑点跟踪设备采用摄像机采集屏幕画面并进行分析,提取激光点的位置,需要用户使用场合安装别的设备并进行调整;使用时的准备工作较复杂,而且价格也高。Logitech 和 Space ball 通过滚球和五向键完成光标定位,都需要用户手指的灵活操作和配合,难以快速完成交互任务。Gyratation Gyromouse 通过用户动作完成光标定位,价格很高,推广使用困难。

以上的交互设备,其实现方式可以分为两类:基于按钮操作的交互模式;基于用户动作的交互模式。Scott MacKenzie

的研究表明,前者的可用性要差于后者。基于用户动作的交互模式实现上分为:基于光笔斑点检测方式和基于动作探测方式。前者需要较多的设备支持,而且激光点会影响用户的观感;基于动作探测方式的优点在于需要较少的外部设备支持,用户可以用自然的动作完成交互操作,适用场合广。

本文首先介绍了基于动作检测的交互模式的特点和实现原理,然后介绍了基于这一交互模式的实验模型的实现,最后分析了基于动作检测的交互模式的应用前景和存在的问题,并对未来的趋势进行了展望。

2 基于动作检测的交互模式

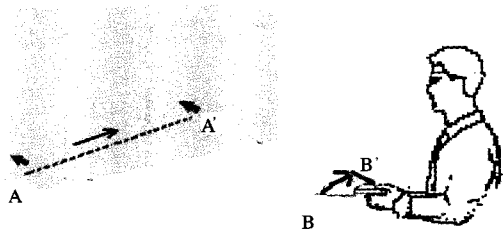
这一节首先阐述基于动作检测的交互模式,然后阐述如何基于角速度传感器实现该交互模式。

2.1 交互模式

基于动作检测的交互模式为:用户可以用手臂滑动动作拖动光标,以改变光标的位置,同时可以通过按键完成标准指点设备的功能,通过滚轮自由调节光标位置变化与手臂移动距离之间的对应关系。

这种交互模式允许用户直接与屏幕交互。当用户需要移动光标时,可以用手臂的滑动动作把光标拖到指定位置,同时可以用按键输入完成点击等操作,不需要回到主机前用鼠标间接完成交互。在用手臂拖动光标的过程中,用户可以完全将注意力放在屏幕上,并且可以实时地控制手臂动作来改变光标的移动方向和距离,可以更为直接有效地完成交互任务。

如图 1,用户的手臂由 B 位置移动到 B' 位置时,光标可由 A 位置拖动到 A' 位置。如果将光标拖到指定位置,根据光标位置变化的距离大小,用户手臂需要做一次或者多次拖动,这种拖动方式和标准鼠标的方式类似。



用户手臂由 B 位置拖动到 B' 位置时, 光标可由 A 位置移动到 A' 位置

图 1 交互模式

2.2 交互模式的实现

基于动作检测的交互模式下, 用户可以用手臂动作把光标拖动到希望到达的位置, 同时用按键输入完成点击等指点功能。手臂动作的检测由角速度传感器完成, 按键输入等可由普通按键完成。本节将介绍用角速度传感器实现动作检测的原理。

当用户的手臂做滑动动作时, 小幅度运动是用手部围绕腕关节做旋转, 大幅度运动是用前臂围绕肘部做旋转。一般而言, 用户手臂的滑动动作都是围绕关节做圆弧运动。角速度传感器可以检测圆弧运动信息, 放在手持设备上, 则可以检测用户的手臂圆弧运动的运动信息。

本文设计的实验模型中放置两个角速度传感器, 分别检测用户手臂在水平面和竖直面上的运动信息。单个角速度传感器输出的信号可以反映在对应平面上运动的速度和方向, 两个正交放置传感器输出可以反映当前用户手臂的动作方向和速度。可以根据两个传感器的输出近似重构出当前的手臂运动状态, 然后将光标移动到对应的位置。

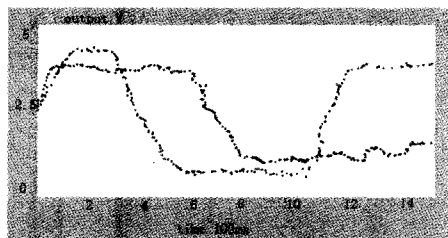
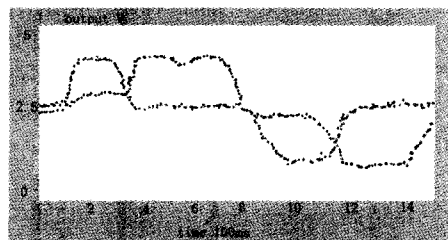


图 2 不同方向动作对应的数据曲线

图 2 为在不同的方向运动时两个传感器的输出信号图像。由传感器输出信号的幅度及两个传感器信号的相对比例可以近似得到当前手臂的运动方向和速度, 然后可以根据手臂的运动状态在对应的方向上移动光标。

3 实验模型的实现

实验模型设计为手持设备, 其上附有角速度传感器, 可以探测用户手臂的动作; 还附有按键和滚轮。按键分为使能按键, 当用户不需要拖动光标时, 可以关闭动作探测功能; 标准左右键, 对应鼠标的左右功能键; 滚轮, 用户可以调节手臂拖动距离和光标移动距离之间的比例, 在尺寸较大的屏幕上, 用户拖动少量距离就可以将光标移动到指定的位置。

实验模型上附有微控制器。微控制器的功能是采集传感器和按钮的输入信息, 并将信息发送至主机处理。主机端在接受数据后进行分析, 判断当前手臂的运动状态, 并将光标移动到对应的位置。为提高数据传输速度, 实验模型和主机间的数据传输为有线方式(图 3)。

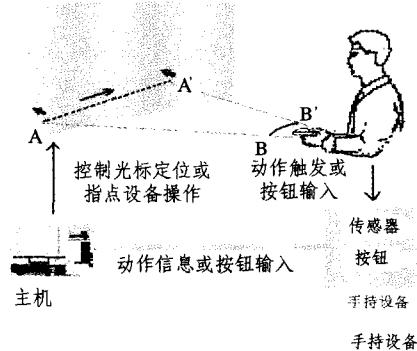


图 3 整体设计图

用户在使用手持设备时, 只需将手持设备连入主机, 即可与大屏幕显示器交互。用户可以用手臂指向完成光标定位, 用按钮输入完成标准指点设备操作。这里的交互模式主机仍然是不可缺少的中间设备, 但是用户在和屏幕交互时, 不再需要回到主机前, 而可以直接使用手持设备用直接的方式完成, 这就大大提高了操作效率。

3.1 硬件设计

实验模型的角速度传感器采用的是 CG-L53 角速度传感器, P89LPC936 微控制器对角速度进行采样, 同时监控由按钮输入的信号, 然后发送至串口, 经串口将数据送入主机。微控制器内部集成 A/D 转换器, 可以在内部指令控制下完成 A/D 转换。角速度传感器可以连接微控制器的 A/D 转换接口, 用户自调节比例的按钮为滑动按钮, 输出为模拟值, 也须接入微控制器的 A/D 转换口。按钮电路输出可接入微控制器的普通 I/O 口, 微控制器将检测到的信息经过 I/O 口送入 MAX232 转换为串口电平, 然后送入主机(图 4)。

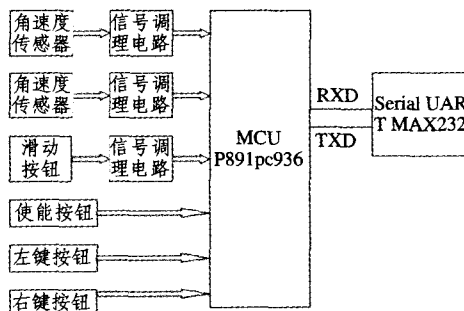


图 4 硬件架构图

national Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, December 2005. 94~96

7 Alhusaini A H, Prasanna V K, Raghavendra C S. A framework for mapping with resource co-allocation in heterogeneous computing system [C]. In: 9th Heterogeneous Computing Workshop, May 2000. 273~286

8 Alhusaini A H, Prasanna V K, Raghavendra C S. Run-Time Adaptation for Grid environments [C]. In: Proceedings 15th International Parallel and Distributed Processing Symposium, April 2001. 864~874

9 Topcuoglu H, Hariri S, Wu Min-You. Performance-effective and

low-complexity task scheduling for heterogeneous computing [J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed System, 2002, 13: 260~274

10 Simgrid C H. A toolkit for the simulation of application scheduling [C]. In: Proceedings of the 1st IEEE international Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid'01), 2001

11 丁箐, 陈国良, 顾钧. 计算网络环境下的一个统一的资源映射策略[J]. 软件学报, 2002, 13(7): 1303~1308

12 李慧贤, 程春田. 一种并行的网格资源协同分配方法[J]. 大连理工大学学报, 2005, 45(2): 272~277

(上接第 63 页)

3.2 软件设计

软件设计分为两个部分:手持设备端和主机端。手持设备端完成数据采集和传送工作,主机端完成数据处理工作。手持端的软件设计要求是能够以足够的精度对传感器、按键电路进行检测,然后将信息打包发送。所以手持设备端的软件以轮询的方式对按键输入,传感器输入采样,并将信息按照协议打包,通过串口发送至主机。软件流程图如图 5。

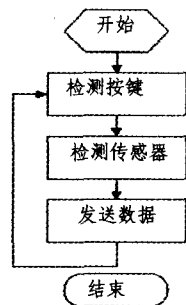


图 5 发送端流程图

该循环每执行一次的时间为 10ms,也就是每 10ms 对传感器和按钮输入采一次样。我们采用的是机械式按钮,需要软件消除抖动。每隔 10ms 访问一次按钮,可以满足软件消除抖动的需要。角速度传感器反映的是用户手臂的角速度,以 10ms 采样,每秒钟可以采样 100 次。我们实地测量,用户完成一次指向滑动动作,时间在几百毫秒到几秒之间,所以这样的采样精度已可以重现动作信息。手持设备端的软件将用户在每个 10ms 内的手臂运动角速度采集并发送给主机端,主机端则根据第 2 节中我们讨论过的算法,完成光标定位和按键响应的任务。

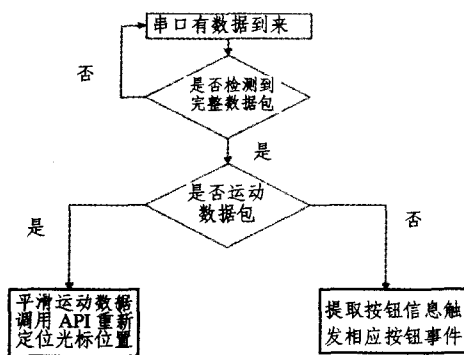


图 6 接收端流程图

主机端的监视串口输入的数据,分解数据,提取出用户的动作信息和按钮输入信息,依据算法完成光标定位和按钮响应。主机端为 windows 平台,通过进程检测串口输入数据,

每检测到完整的数据包就对其进行分解,抽取用户的动作角速度和按钮输入。对于按钮输入的响应可以调用 windows API 中的 SendInput 函数,根据按钮的输入状态向 window 的消息队列发送标准鼠标的左键或右键。按下或弹起或双击消息,系统便会在光标当前位置上响应这一消息。对于动作角速度,由于用户的手臂悬空操作,因此会有手臂的无意识抖动信息包含在其中,需要做平滑处理。即在每次收到数据后,将数据和前几次收到的数据做均值,用均值来代替当前用户的手臂角速度,然后使用我们在第 2 节讨论过的算法完成光标定位。

主机端程序的处理流程见图 6。

4 使用前景和存在的问题

基于动作检测的交互模式允许用户直接和屏幕交互,交互的模式是符合用户直觉的,学习和掌握的过程并不复杂,适合应用于大屏幕交互场合,如商务展示或是家用大屏幕显示设备的交互。

这种交互模式也存在一定的局限性,检测动作的传感器存在性能上的误差,所以用户的过于细微的动作并不能被全部探测到,这在使用时会给用户带来一定的限制。经实际测试后,我们认为可以用多次调整拖动的方式完成细微定位。

结束语 本文介绍了基于动作检测的交互模式,并阐述了这种交互模式的实现原理和实验模型的实现方法。基于动作检测的交互模式是为大尺寸屏幕交互环境设计,用户可以直接用手臂动作把光标拖动到希望到达的位置,不需采用传统的指点设备进行间接定位,从而提高了操作效率。

参考文献

1 Cheng K, Polo K. Direct Interaction with Large-Scale Display Systems using Infrared Laser Tracking Devices. School of Information Technologies, The University of Sydney NSW, Australia, 2006

2 Oh Ji-Young, Stuerzlinger W. Laser Pointers as Collaborative Pointing Devices. Department of Computer Science, York University. <http://www.cs.yorku.ca/~wolfgang>

3 MacKenzie I S, Jusoh S. An Evaluation of Two Input Devices for Remote Pointing. Department of Mathematics & Statistics, York University, Toronto, Ontario, Canada M3J1P3; Department of Computer Science University of Victoria, Victoria, British Columbia, Canada V8W 3P6

4 Fuhrman T, Klein M, Dahl M O. Blue wand. A versatile remote control and pointing device. Institute furs Telemetric Universidad Karlsruhe, Germany

5 Soukoreff R W, MacKenzie I S. Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. Department of Computer Science and Engineering, York University, 4700 Keele Street, Toronto, Ont, Canada M3J 1P3