

基于惯性感应的手机交互模型研究及应用分析^①

王 军, 桂雪会

(中国电子科技集团第 52 研究所, 杭州 310012)

(中国电科(杭州)物联网研究院, 杭州 310012)

摘 要: 传感器技术在人机交互领域催生了新型的 3D 输入方式, 并促使不可见交互方式广泛应用. 在分析现有交互模型的基础上, 提出了基于惯性感应的手机交互模型, 具有层次分明, 扩展性好等特点. 在此基础上提出一种手机交互系统概念模型并分析了基于惯性感应的手机应用.

关键词: 惯性传感器; 人机交互; 交互模型; 姿态识别

Research and Application Analysis on Human-Mobilephone Interaction Prototype Based on Inertial Sensors

WANG Jun, GUI Xue-Hui

(The 52th Institute of China Electronic Technology Group Corporation, Hangzhou 310012, China)

(Institute for Internet of Things, China Electronic Technology Group Corporation, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Microsensors leads to a new three-dimension input mode, and promotes the application of invisible interaction. On the basis of analyzing the existing interaction models, a new distinct and extensible human mobilephone interaction(HMI) prototype was put forward, and its system concept model was built. Then, the mobilephone application based on inertial sensors was analyzed.

Key words: inertial sensor; HCI; interaction prototype; human posture recognition

手持移动计算中的交互效率低、自然友好性差, 用户认知门槛较高等一系列问题一直困扰着手机交互的体验提升. 2007 年苹果公司推出的 iPhone 手机对业界带来了一次革命性改变, 特别 iPhone4 手机让移动计算中的姿态交互方式得以全面普及应用, 这里面的关键功臣就是惯性传感器.

惯性传感器可分为: 加速度传感器(加速度计)和角速度传感器(陀螺仪). 其最早应用于国防等工业领域上, 如惯性导航、冲击感应、重力感应等. 到 20 世纪 90 年代初, 惯性传感器开始引入到手机交互领域, 整个应用发展过程可以归结为三个阶段. 第一阶段, 基于加速度传感器的交互方式探索研究, 在上世纪 90 年代初, 开始使用加速度传感器监测移动设备的运动状态, 并开始应用于手势交互研究, 例如, IBM 于 1996 年推出具有自动感知运动状态的玩具和工具^[1], Fishkin

K P 在 1998 年利用加速度传感器进行了嵌入式交互界面研究^[2]; 第二阶段基于惯性传感器的交互研究开始进入理论规范初步实用阶段, 例如, 在 PDA 上通过旋转、倾斜等手势实现滚屏、选择等功能^[3], 通过操作实现音乐播放等操作, 对基于传感器的交互概念、理论、语法等都进行了广泛的研究^[4]; 第三阶段, 随着 MEMS 技术与工艺的进步, 微型陀螺仪等的出现使手机的交互体验有了质的飞跃. 微加速度计和微陀螺仪的组合能够快速而精确地识别出手机当前的姿态, 结合各类手机应用已经逐步颠覆人们的交流方式了, 人类的感官交流逐步变成手机的间的姿势交流了, 如 iPhone 中的微信, 相互之间用手机碰一下或者摇动一下就能把身边的朋友加为好友, 这种给人类带来了的体验冲击是革命性的, 随着智能手机的大范围普及必将催生新的交互体验革命.

^① 收稿时间:2012-10-24;收到修改稿时间:2012-12-10

1 基于惯性感应的手机交互模型

1.1 人机交互模型的发展历程

人机交互的发展历史,是从人适应计算机到计算机不断地适应人的发展史,经历了键盘命令交互、图形交互、笔式交互、触觉交互等,而自然、和谐以及不可见的交互方式逐渐成为下一代交互技术研究的目标.人和计算设备都为认知系统,但是设备和用户又是两个独立而又相互联系、相互制约的实体,因此需要一种合适的交互模型使两个实体能够无缝的融合.

多模交互模型被诸多研究证明是实现人机自然交互的一种可靠技术,在这种交互模型下,人体丰富多彩的感知和动作以及人们与物理世界交流时所形成的自然交互技能,都将成为人机交互的主要方式.常见的交互模型可归结为两类:第一类以 UIMS(用户接口管理系统)概念为基础. Seeheim 模型是第一个引入 UIMS 概念的交互模型^[5],这是一种基于语言的顺序对话模型,其缺点是不能支持系统对用户的反馈需求.在 Seeheim 模型的基础上, ARCH 模型于 1991 年被提出^[6],其在主要模型之间引入了适应器,促进了 Seeheim 模型的功能分解,使模型的抽象层更加清晰.第二类是以 Agent 概念为基础.其特点是具有一定的抽象、推理能力,强调信息处理的并行性和分布式协调工作.在 Agent 概念的基础上, Smalltalk 程序设计环境提出了 MVC(Model-View-Controller, 模型-视图-控制器)模型.同时,针对多 Agent 的系统体系结构的需求, Coutaz 提出了比 MVC 更概念化的体系结构模型:表示-抽象-控制模型 PAC(Presentation- Abstraction- Control).

1.2 基于惯性手机交互模型的提出

随着各种软、硬件技术特别是 MEMS 技术的发展,姿态感应等已经广泛应用于手机交互界面领域,现有的交互模型并不能很好地支持基于惯性感应的这种新兴的交互方式.手机姿态交互模式的设计需要考虑几个原则:专家知识的支持;参考 ISO/OSI 分层结构;人机交互接口需要可扩展性和一定的伸缩性.在综合前人研究的基础,结合以上几个原则,我们提出如图 1 所示的基于惯性感应的手机交互模型,以期指导相应的软件系统开发.这种交互模型由四个层次构成:感知层、表示层、数据层、应用层.体现了人机交互模型的开放性.

① 感知层主要负责各种信号输入设备的管理、实现姿态等动作到内部信号的转换,主要由惯性传感器完成转换.并把各类传感器抽象为一个构件,其作用

是从各类姿态中最终抽象出交互方式原语(Manner Primitive),建立映射原语,相当于词法级别的识别,整个级别的原语都是设备相关的.主要由惯性传感器完成转换.并把各类传感器抽象为一个构件,其作用是从各类姿态中最终抽象出交互方式原语(Manner Primitive),建立映射原语,相当于词法级别的识别,整个级别的原语都是设备相关的.整个交互对象库由多个构件及交互设备的驱动程序组成;

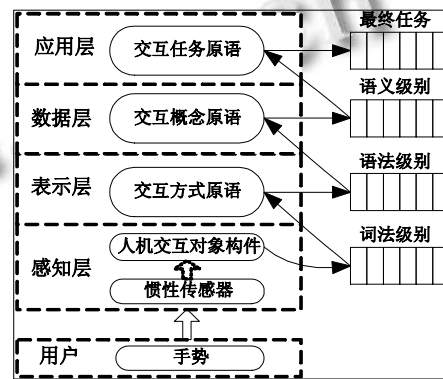


图 1 基于惯性感应的手机交互模型

② 表示层的作用为将感知层中的交互方式原语抽象为交互概念原语(Concept Primitive),进一步扩展到了语法层面的识别.同时接收数据层返回的信息;

③ 数据层的作用是将多个交互信息进行整合,即将多个交互概念原语整合后,形成交互任务原语(Task Primitive),并进入队列存储.属于语义级别的交互.同时,数据层接收应用层传递的应用反馈.在此层中,构成了一个统一感应反馈接口,供不同的应用程序调用;

④ 应用层处理最终任务原语,及包含多个计算模块,用于处理相应的任务,并将计算结果通过用户界面反馈给用户.此模型借鉴了 Seeheim 的信息反馈机制和 ISO/OSI 的分层结构,使交互方式分解为层次化、模块化结构,在各层次间通过方式原语、概念原语和任务原语进行交互,在保持独立性的同时,具有语义反馈及时、效率较高、可扩展性好等特点.

2 惯性感应在手机交互中的应用分析

2.1 惯性感应手机交互系统的概念模型

以人为本的交互设计理念结合最新的科技成果,使得研究人员能够不断的改进人机交互方式,创新交互模式,现根据上文的交互模型提出基于惯性感应的

手机交互系统概念模型，这是一种基于惯性感应交互模型并结合用户需求和上下文信息的概念设计方案，如图 2，以期帮助工程人员进一步开展相关研究。

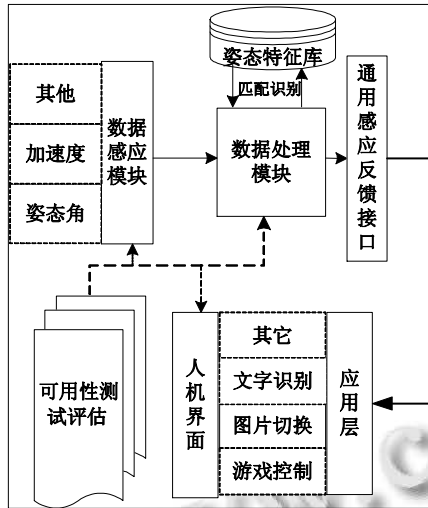


图 2 手机交互系统概念模型

① 数据感应模块对应交互模型中感应层，包含数据预处理功能，目的是减弱异常数据的干扰作用和清除冗余信息，并进行信号补偿，得到有用的准确的姿态变化信息，归一化到数据处理模块。其好坏对数据特征的提取和模型的建立有很大的影响；

② 数据处理模块整合数据感应模块输入的信息进行原意解释，并进行相应的信息整合、存储(姿态特征库等)，进行信号匹配识别，并提供通用感应反馈接口给应用层调用，其中抽象出了交互方式原语、交互概念原语，对应交互模型中的表示层和数据层；

③ 应用层模块完成交互任务原语的解释及手机系统的文字识别、图片切换、游戏控制等一系列功能；

④ 人机界面模块选择合理的数据-显示映射方案，将上层模块的数据映射为多媒体信号呈现给用户；

⑤ 系统可用性评估模块是特意引入的辅助模块，用于评价系统的有效性和满意度，从而不断地改进前几个模块的设计方案。整个交互训练流程如图 3 所示，其中姿态统计学模型(HMM 等)的建立是一个反复训练的过程。

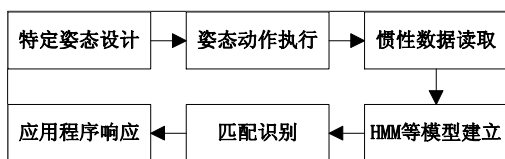


图 3 姿态交互流程图

2.2 基于惯性感应的手机应用

多轴惯性传感器整合其他类型的传感器了实现组合应用，并结合基于不同行为方式的算法，最终实现各类应用，主要为：

① 导航功能. 惯性导航和 GPS 导航的结合使手机导航精确度达到前所未有的水平。

② 摄像防抖. 抖动监测使摄像头具有防抖功能，可拍出高质量的照片和视频。

③ 输入设备. 手机就是一个立体鼠标，用户直接通过姿态进行语义输入，如对手的位移监测，实现各种游戏操作效果，使游戏体验有了质的提升。

④ 增强现实^[7]. 惯性传感器与虚拟现实技术相结合能够起到增强现实的功能，并可进一步拓展室内导航等应用。

3 结语

随着传感器的技术发展及多传感器组合应用的完善，出现了新的不可见交互方式，挑战着原有的交互设计模式。本文提出了一种基于惯性感应的手机交互模型，该模型抽象出多个层次，层次间传递规范化的交互原语知识，使手机上的交互更加模块化、简单化，各应用功能也更容易扩充。同时，在此交互模型的基础上探讨了手机交互系统的概念模型，对系统的详细设计及开发过程提供指导。微传感器技术和以人为本交互设计理念的进一步融合，必将催生大量新型的基于惯性感应的手机应用。

参考文献

- Verplaetse C. Inertial proprioceptive devices:self-motion-sensing toys and tools. IBM Systems,1996,35(4):639-650.
- Fishkin KP,Moran TP,Harrison BL.Embodied user interfaces:towards invisible user interfaces.Proc.Engineering for Human-Computer Interaction(EHCI 98),Hingham:Kluwer Academic Publishers,1998:1-18.
- 王万良,杨经纬,蒋一波.基于运动传感器的手势识别.传感技术学报,2012,24(12):1723-1727.
- 刘蓉,刘明.实时手势加速度动作分割和识别研究.小型微型计算机系统,2012,33(7):1620-1624.
- Bass L. A meta-model for the runtime Architecture of an interactive system. The UIMS Tool Developers Workshop. ACM SIGCHI Bulletin,1992,24(1):32-37.
- Coutaz J. Software architecture modeling for user interfaces. Encyclopedia of software Engineering,Wiley,1993.
- 孙源,陈靖.智能手机的移动增强现实技术研究.计算机科学,2012,39(6):493-498.