

服装用模块化计算机系统设计

蒋毅,周宏,陈晓,祖媛媛
(总后勤部军需装备研究所,北京 100082)

摘要: 针对计算机与服装一体化集成设计中系统结构和功能融合方面的问题,研究服装用模块化计算机系统的设计与实现。将服装用穿戴计算机系统的问题归纳为可靠性、集成性、人机交互性能等三个方面,为实现该系统,提出了模块化的计算机结构和三层的服装结构,通过高密度布线实现计算机模块的微型化,基于织物编织技术的织物线缆设计实现了模块间的柔性互联。

关键词: 穿戴计算机;智能服装;模块化

中图分类号: TP368.33

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)09-0029-02

Design of model computer system used in smart clothing

Jiang Yi, Zhou Hong, Chen Xiao, Zu Yuanyuan
(Quartermaster Research Institute of the CPLA, Beijing 100082, China)

Abstract: The study is about a design of model computer system used in smart clothing. Structure and function design of the computer and clothing was the key issues in system integration. The major problems in wearable computer system were reliability, integration and human-machine interactive. To build a wearable computer for clothing, modular computer architecture and three layers of clothing was proposed. The paper minimized the size of computer' model high-density circuit routing, used fabric cable with wire in it to make a flexible interconnect between computer modules.

Key words: wearable computer; smart clothing; model

随着信息技术的快速发展,各种便携电子设备和微型计算机系统已不断融入大众日常生活中,发挥着医疗监护^[1-2]、设备维修^[3]、现场检测^[4]等作用,提高了人们处理信息的能力和效率。为描述这种基于信息技术的新型人机协同的个人移动计算系统,Man提出可穿戴计算机系统(WearComp)概念。在CHI'97的可穿戴计算机大会上将其特征归纳为可在运动状态下使用、非双手操作、与衣物集成、操作者可控制和持续可用等五大特征。针对上述要求,不同的研究者从系统结构、功能应用、组件开发等不同方面进行了大量的实践^[5-8],不断丰富着可穿戴计算机的研究内容。

1 可穿戴计算机关键问题

可穿戴计算机的五大特征从实际应用角度对系统进行了限定,从系统设计与实现的角度其关键问题有:(1)高可靠性。特别是对复杂的自然环境和激烈人体运动的适应能力;(2)高度集成。以服装为载体实现电子设备的隐蔽与保护,实现两者之间的高度融合;(3)多样的

人机交互。穿戴计算机应是智能辅助系统,需提供人性化、自然的交互方式,充分利用人的各种感知器官实现信息的多途径传递。

服装用模块化计算机系统针对上述三个主要问题,按照穿戴式计算机的理念,结合电子设备与服装各自的特点,在系统层面统筹考虑计算机与服装的结构和功能,将功能和应用进行分解和模块化处理,再经过一体化集成重构,实现一种高效的人机协同系统。

2 系统结构设计

服装计算机系统结构设计如图1所示。将计算机按功能应用进行模块化、微型化设计,同时与服装进行联合设计,实现模块的无缝嵌入;为提供友好的人机界面,系统设计有语音、触屏、按键等三种控制方式和视频、音频两种信息输出方式。按方便就近、自然携行的原则,将硬质模块分布于服装的不同位置,便于信息的交互,减少对人体的干扰;通过扁平织物线缆连接各个模块,在实现信息、能量传输的同时对服装进行加固。通过

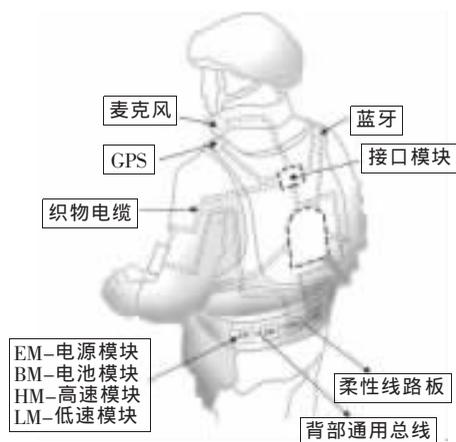


图1 服装计算机系统结构图

一体化集成设计,提高系统的可靠和集成性能。

2.1 计算机结构设计

为满足使用过程中所需运算功能、人机交互功能、信息采集和数据输出的性能,将计算机系统具有的功能按表1进行拆解,实现模块化,同时结合多层高密度电路板设计,以有效减小单个模块的体积和重量。

表1 计算机系统功能划分表

模块名称	功能描述	交互接口	安放位置
高速电路模块	CPU及内存、显示	显示输出	腰部,显示连接至腕部
低速电路模块	协处理器、外存储器	系统开关	腰部,开关连接至腕部
接口电路模块	USB、音频、串口	无	腰部
电池模块	供电及电源管理	无	腰部
显示器(含触屏)	VGA计算机图像显示	图像输出	腕部
GPS	定位	无	肩部
麦克风耳机	音频采集、输出	语音输入、输出	衣领
蓝牙无线模块	信息的传输	无	肩部

高低速电路模块组成系统的核心运算单元,采用AMD公司低功耗LX800中央处理器及CS5536协处理器,配置有512MB内存实现高速的数字计算和强大的外部设备的管理能力;接口电路模块通过USBHUB芯片,设计有USB、串口、网口、音频口等多个标准的计算机接口的扩展,用于连接触屏控制器、GPS、蓝牙无线模块、耳机麦克风等功能电路模块,实现系统应用扩展。高低速及接口电路模块间通过柔性电路板进行连接,使模块间有一定的柔性,便于穿戴。

计算机系统实现效果如图2所示,计算机接插件均采用高密度紧凑接插件,以减少接插距离和体积。通过模块化高密度设计将单个模块的体积控制在 $60\text{mm}\times 60\text{mm}\times 9\text{mm}$ 以内,以提高模块穿戴的舒适性,便于模块在服装中的集成。模块间采用柔性电路连接,使系统能很好地适应使用者的身体,增强系统穿戴性能。

2.2 服装结构设计

服装本体由于需要加入大小不一的硬质计算机模块,因此需要考虑模块体积和重量,对服装和计算机模



图2 模块化计算机实物图

块进行一体化集成设计;由于系统还具有显示器、系统开关、语音控制等人机交互的接口,因此,需根据操作的方便性和舒适性,在服装不同部位放置不同的界面。

三层服装结构如图3所示,用于实现模块的隐形嵌入。内层为弹性的棉纤维针织内衣面料,可以减少对人体皮肤的刺激,还可根据应用需求集成压力、温度传感器对人体生理参数进行监控。中间层为电子设备嵌入层,在腰部缝制有多个口袋,将高低速电路模块、电池模块、接口电路模块放入口袋中以固定相互之间的位置,对连接的柔性线缆进行保护。计算机系统与GPS、耳机麦克风、蓝牙、显示器等功能模块间的连接电缆也布置于中间层,采用缝合的方式将其固定。服装外层采用具有阻燃、防水等防护功能的服装面料,形成功能服装的造型,对电子设备进行防水保护。在腕部设计了显示器安装袋,留有显示屏开口。衣领部位安装有麦克风和耳机,用于音频信息的交互。



图3 三层服装结构图

3 功能设计与实现

3.1 微型计算机模块设计

采用高密度紧凑设计以提高计算机模块的高集成性。PCB尺寸为 $60\text{mm}\times 60\text{mm}$,PCB模块布局空间已被功能器件几乎100%的使用,因此采用高频低阻抗超薄PCB材料,其具有较低高频连接阻抗,使系统高速运行时能稳定工作。采用小体积封装器件紧密排布,电路板正面限高2mm,背面限高3mm,以实现较小的模块厚度。

模块的外壳采用高强度铝合金材料制作,并通过热处理强化,实现高强度轻质量的壳体保护,确保在人体剧烈运动条件下正常工作,同时具有很好的散热性能。壳体外表面经导电氧化处理,具有很强的EMC防电磁辐射与抗干扰能力。壳体的接缝处采用导电橡胶密封圈进行密封处理,具有较强的防水防尘能力。

3.2 织物连接线缆设计

采用编织技术设计窄幅织物线缆如图4所示,将导

线与织物混合编织成带状,便于采用缝合的方式与服装进行一体化集成,使线缆上受到的力均传递到服装本体,减少模块接口处接插件受力,以保证连接的稳固可靠,提高运动条件下系统稳定运行的能力。



图4 窄幅编织线缆图

本系统通过计算机模块功能切割、微小型化模块设计和织物线缆连接,充分利用服装和电子模块各自的特性,在人体表面搭建了一个服装信息平台,为特种人员提供了数据交换和信息处理的功能。系统具有标准的USB、串口、网络、蓝牙无线接口,可方便连接丰富的功能模块,实现广泛的终端应用功能。对硬件结构的改进设计将极大提升穿戴计算机的使用体验。如何结合软件优化设计,提供更多的智能辅助决策功能将是服装用计算机研制的重要方向。

参考文献

- [1] CASSON A. Wearable electroencephalography[J]. *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, IEEE, 2010, 29(3): 44-56.
- [2] PANTELOPOULOS A, BOURBAKIS N G. A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis [J]. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, IEEE Transactions on, 2010, 40(1):1-12.
- [3] 曾锐利. 基于穿戴式计算机的数字化维修单兵系统[J]. *微计算机信息*, 2009, 272(13): 172-174.
- [4] 王森, 贾润, 徐伯夏. 单兵战场网络系统初探[J]. *电子科技大学学报*, 2010, 39(S1): 48-49.
- [5] HYEJUNG K. A wearable fabric computer by planar-fashionable circuit board technique [C]. in *Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, 2009. BSN 2009. Sixth International Workshop on. 2009.
- [6] MOON H C, SEOK L J, HOON L. eRTOS : The low-power real-time operating system for wearable computers. in *Consumer Electronics*[C]. ISCE '09. IEEE 13th International Symposium on. 2009.
- [7] 孙海艳, 陈伟, 李霞. 关于可穿戴计算机硬件的研究[J]. *硅谷*, 2010, 53(5): 11.
- [8] 黄志奇, 王厚军, 陈东义. 可穿戴计算机主板振动优化模型研究[J]. *电子测量与仪器学报*, 2009, 6(10): 31-36.

(收稿日期: 2010-11-08)

作者简介:

蒋毅, 男, 1979年生, 博士研究生, 工程师, 主要研究方向: 士兵系统, 信号分析与处理, 语音信号处理。

周宏, 男, 1963年生, 博士, 高级工程师, 主要研究方向: 个体防护装备, 防弹材料, 士兵系统。

陈晓, 男, 1971年生, 博士, 高级工程师, 主要研究方向: 结构力学, 防弹装备, 士兵系统。