

文章编号:1000-582x(2000)03-0119-06

·研究综述·

37

可穿戴式计算机的发展与趋势(I)

119-124

TP368.3

陈东义

(重庆大学 自动化学院,重庆 400044)

摘要: 可穿戴式计算机(WearComp)是一种新概念的个人移动计算系统,应用潜力巨大,发展势头迅猛,它是随着计算机不断向超微型化发展应运而生的,也是“计算机应以人为本”这一理念的必然产物,它为计算机科学与技术提出了新的课题和挑战,将使人-机关系发生重大变革。文中介绍了WearComp及相关技术的基本概念,WearComp的研究意义和应用价值,回顾了WearComp的发展历程,探讨了WearComp硬件技术研究内容与发展方向。

关键词: 可穿戴式计算机; 可穿戴式计算; 移动计算; 人-机交互; 电子人

中图分类号: TP 368.33

文献标识码: A

发展趋势

个人移动计算机系统

近年来在国际计算机学术界及工业界悄然兴起了对可穿戴式计算机—WearComp (Wearable Computer)的研究热潮, WearComp的初级产品已经问世并推向市场,其发展势头迅猛,形势逼人。WearComp是未来新概念的移动计算系统,应用潜力巨大,它是随着计算机及相关元、器件不断向超微型化发展应运而生的,也是人们追求“计算机应以人为本”这一理念的必然产物, WearComp将使人-机关系及使用计算机的方式发生重大变革。WearComp将在工业、军事、情报、新闻、医疗、商业、农业、抢险与救灾...乃至日常生活等领域有着非常重要而特殊的用途, WearComp作为新一代的计算机系统及数字化电子产品将会带来巨大的经济效益。

1 可穿戴式计算机及其深远意义

WearComp是一类新概念的个人移动计算系统,目前尚无规范和明确的定义。加拿大U of T的Prof. Mann^[1]认为WearComp是这样一类计算机系统:“它属于用户的个人空间(personal space),被穿戴者控制,同时具有操作和互动的持续性(constancy),即 always on and always accessible”。可穿戴式计算机的constancy特

征是它与传统PC计算机和便携式计算机最根本的区别之一。Constancy不是简单的指计算机连续地(continuously)工作,这是一种人-机共生(symbiosis)的形式,体现了人-机紧密结合(inextricably intertwined)与协同(synergy)的新型关系。

Prof. Mann还指出^[1]:“Wearable Computing (Wearable Computer)的等价概念,文中将不加区别的引用)促成了一种新的人-机交互形式,这种交互形式由一个微型的、穿在身上的计算机系统实现。该系统总是处在工作、待用和可存取状态。就此而言,这个新的计算框架不同于手持装置、便携式电脑和PDA(Personal Digital Assistant)。“Always ready to interact with user”这一能力导致了一种新型的人-机协同,它通过使用者长久的适应而表现出来”。这就如同初戴眼镜者要有一个适应过程才能与眼镜“协同”一样。

Prof. Mann^[1]还用下述3个操作模式和6个属性定义可穿戴式计算。

· WearComp的操作模式:持续、增强、介入(Constancy、Augmentation、Mediation)。

· WearComp的属性:非限制性(Unrestrictive to the user)、非独占性(Unmonopolizing)、可观性(Observ-

· 收稿日期:2000-01-19

基金项目:教育部留学回国人员科研启动资金资助;重庆市科技攻关项目资助(99-5983)

作者简介:陈东义(1956-),男,山东济南人,重庆大学副教授,博士、主要研究方向:可穿戴式计算、计算机网络、小波分析及图象处理。

able by user)、可控性(Controllable by user)、环境感知性(Attentive to the environment)、交流性(Communicative to others)。Bass, L. 在 CHI '97 可穿戴式计算机专题讨论会的会议招集人报告中建议可穿戴式计算机应具备以下 5 个特征^[2]:

(i) It may be used while the wearer is in motion (WearComp 可在运动状态下使用)。

(ii) It may be used while one or both hands are free, or occupied with tasks(使用 WearComp 的同时可腾出双手或用手做其它的事)。

(iii) It exists within the corporeal envelope of the user, i. e., it should be not merely attached to the body but becomes an integral part of the person's clothing(WearComp 不应只是穿在身上,而应该成为衣物的一部分)。

(iv) It must allow the user to maintain control(穿戴者可进行控制)。

(v) It must exhibit constancy, in the sense that it should be constantly available(具有可持续性)。

以上特征是 WearComp 与传统计算机的主要不同之处。这些特征并不完全,还需进一步地补充与完善,有个别特征不是必要的,如特征(iii),可穿戴并不一定意味着必须和衣物成一体。笔者认为 WearComp 还有如下两个特征:

(vi) 多样性(variety),不同用途的 WearComp 在构成、功能、形态等方面很不相同。

(vii) 可隐蔽(invisible),特殊用途的 WearComp 可隐蔽在衣物中。

由于 WearComp 的人-机紧密结合,使人的智能得以更“直接”和有效的扩充与延伸,从而使得电脑具有

了更名副其实的“副脑”意义。如果 WearComp 采用新的人-机交互技术,就可使人的感知能力得以增强,使人-机关系更加和谐。WearComp 突破了传统计算机以“计算”为主的概念,它追求在“计算”的同时起到“代理”(agent)的作用。

WearComp 是一种新概念的便携移动式个人计算机,它在体系结构、功能、形态及使用方式上都可能与现在流行的移动计算装置迥然不同,如笔记本电脑和掌上电脑,在许多功能上也远胜一筹,以更自然的方式携带和使用电脑。WearComp 不仅将使人-机关系及使用计算机的方式发生变革,而且将对人们的生活及工作方式产生重大的影响。WearComp 的影响程度可能会像 Internet 那样重要和迅猛。

WearComp 技术的不断发展与成熟还将促进具有震撼力的 Cyborg (“电子人”)的实现,而不再只是科幻产物。这预示着未来计算机不仅要穿到身上而且可嵌入和糅合到人体中,这将对人类产生非常深远而重大的影响。

目前 WearComp 已走出了实验室,各种 WearComp 初级产品已经问世,并在逐步推广应用。可以肯定,在 21 世纪初,实用的高性能 WearComp 产品将不断推出,应用领域将不断扩大,并将带来非常可观的经济效益和社会效益。

纵观计算机的发展历程,应注意到使用计算机的“地点”、方式的变化及计算机微型化发展的历程和趋势,如图 1~图 3 所示。由此可见,WearComp 是计算机及相关元、器件不断向超微型化发展的必然趋势,也是人们追求“计算机应以人为本”这一理念的自然产物。

计算中心(主机模式) → 办公室、家庭(PC模式) → 笔记本(便携模式) → 掌上、身上(移动模式)

图 1 计算机使用“地点”的变化

穿孔纸带、卡片、批处理(初级模式) → 交互、多媒体、WIMP(桌面模式) → 环境感知、agent(聪明模式)

图 2 计算机使用方式的变化(WIMP 是指 Windows, Icon, Menu 和 Pointer)

大型机 → 中型机 → 小型机 → 微型机 → 笔记本 → 掌上机 → 穿戴机 → 电子人

图 3 计算机向小型化、微型化和超微型化发展的历程和趋势

2 可穿戴式计算机的发展及趋势

国外可穿戴式计算机的发展历程大致如下^[3-5]:

· 1960 年, Manfred Clynes 在故事 “Cyborgs and Space” 中首次杜撰了 Cyborg 一词。

· 1961 年, MIT 的 Claude Shannons 及 ED Thorps 研

制出了一种用于轮盘赌博(roulette)的鞋式穿戴机,这是世界上第一台 WearComp,但直到 1966 他们才将其公布于世。

· 1980 年,加拿大的 Mann 发明了基于 Apple-II 计算机的身背式 WearComp,这是一个初级的个人成像系统(Personal Imaging System)。有人认为这才是世界

上真正 WearComp 的首次发明,它采用了 HMD。

- 1989年, Reflection Technology 公司推出了 Private Eye, 一种商品化的 HMD。

- 1991 CMU 推出了 VuMan1 型 WearComp, 用于浏览、查看住宅图纸。

自 90 年代中后期 WearComp 开始受到计算机学术界、工业界及国防部门等日益广泛的关注, 对它的研制也逐渐升温, 取得了许多研究成果。

- 1994年, 美国的 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) 开始了 Smart Modules Program (聪明模块计划), 研制用于可穿戴和便携计算机的模块, 这些模块具有军用和商业价值。

- 1994年, Mann 在 MIT 开发了 WebCam, 它可将头戴摄像机所摄图象传送给 Web。经过改进, 这个系统后来能够将经工作站处理的后 Video 图象传送到 HMD 并被用于实现 Thad Starmer 的 AR (Augmented Reality)。

- 1995年, 美国的俄勒冈大学开始了野战步兵可穿戴式计算机系统 "U. S. Army's Land Warrior" 的研究。

- 1996年7月, 美国国防部的 DARPA 赞助举行了第一次 WearComp 的 Workshop, 题为 "Wearables in 2005", 召集工业、大学及军方的专家探讨未来可穿戴式计算机的潜力。

- 1996年8月, Boeing 公司在 Seattle 主办了第二次 WearComp 的 Workshop, 工业界、学术界和独立实验室的研究人员和管理人员到会。会议形成了硬件、软件、网络、人的因素及应用等五个专题报告。

- 1997年至1999年已连续举办了三次 IEEE International Symposium。

总体来讲, WearComp 技术与产品开发尚处于起步阶段。随着电子类元、器件迅速步入超微型化的时代, 以及微系统及微结构、聪明 (Smart) 材料及技术、先进交互技术等研究成果的不断涌现, WearComp 技术出现重大突破的条件日趋成熟。可以预计, 在 21 世纪初期, WearComp 将成为计算机学术界最活跃的研究领域之一, 也是计算机工业的重点投资领域之一。那时, 实用、高性能的 Wearcomp 技术及产品将大量涌入市场并被广泛应用, 不同用途、形式各异的 WearComp 产品将 "争鲜斗妍"。

WearComp 给计算机赋予了新的功能及不可替代的新用途, 为计算机科学及技术带来了新的概念、原理、方法和技术, 对计算机的研究与应用提出了新的课题和挑战。可以说, 许多新颖的概念、理论和技术只有

当计算机穿在身上才能产生和实现。自 1996 年以来可穿戴式计算机的研究活动急剧升温, 并取得了可喜的研究成果。下面对可穿戴式计算机的硬件技术的主要研究内容和方向进行介绍与探讨。

3 可穿戴式计算机的硬件技术

3.1 设计学^[6-9]

WearComp 的设计学很重要也很复杂, 它涉及 WearComp 的技术和人-机工程学等一系列问题。由于 WearComp 是穿在身上的, 所以人-机工程学对 WearComp 的设计显得尤为重要, 特别应考虑人的因素 (human factors), 它所涉及的一个重要概念是产品的 "可穿戴性 (wearability)" (WearComp 的尺寸、形状、柔性、重量等等; WearComp 在身体的穿戴形式位置和产品的 "可用性 (usability)"。

当 WearComp 加载于人的肌肉、骨骼系统后, 生物力学与生理学因素会受到影响, 即人的运动机构、姿态、肌肉功能和心肺的反应会受到影响, 同时舒适性和稳定性也会受到影响; 由于 WearComp 穿在身上, 长期使用可能会使穿戴者受电磁辐射的影响; HMD 紧贴眼前, 眼睛会因长时间超近距离注视显示器而疲劳。如何解决这些问题是值得深入研究的。

根据设计学, 可穿戴式计算机的基本要求为: 穿戴方便、舒适; 重量轻、便携; 使用方便、容易; 结构简单、紧凑、牢固、抗震动、耐高温; 模块化、插接方便; 性能可靠; 低能耗。可穿戴式计算机具有不同的穿戴形式, 如腰挎或腰别式、衣物式、鞋式、头盔式及手持-穿戴两用式等等。这些不同形式的可穿戴式计算机具有不同的功能、不同的用途、不同的使用方法和人-机交互方式、不同的外型、不同的内部组成和结构等。

3.2 体系结构^[7-10]

目前可穿戴式计算机体系结构主要有 3 种方案:

① 采用传统桌面电脑技术, 这样可充分利用市场上出售 (COTS) 的硬件及软件, 从而可大量减少开发时间和费用。但是桌面系统技术不太适合可穿戴式计算机系统。

② 采用实时嵌入式系统技术, 利用低能耗处理器和实时操作系统。这有利于减轻重量, 减少能耗及实时响应的应用等。但这却增加了开发驱动程序及应用软件的时间和费用, 因为可利用的现成软件和开发工具十分有限。但是如果开发成功具有多向通讯和信息交换标准的专用嵌入模式可穿戴式计算机系统, 还是值得的。

③ 基于 Web 技术, 使可穿戴式计算机系统成为一

个移动网点,随着互联网技术的进一步发展和宽带网的普及,基于 Web 的可穿戴式计算机系统是很有潜力的方案。它可充分利用网上资源和和服务器的资源,从而最大限度降低 WearComp 对硬件资源的要求和克服物理上的限制,并可降低成本。

模块化结构是可穿戴式计算机体系结构的基本要求,这主要是因为:根据穿戴需要,WearComp 应分布在身体的不同部位,可方便地拆卸,并可根据功能需求进行模块重组。各模块之间的通讯及连接方式、插接方便性、可靠性及标准是值得研究的问题。

3.3 输入装置^[11-14]

可穿戴式计算机的特殊人-机关系和交互方式需要新型的输入装置,目前主要有以下几种:

① 特殊键盘和鼠标:主要有掌上键盘,可单手操作,如 Handikey 公司推出的商品化掌上键盘 Twiddler,重量只有 4 盎司它还带有一个 tilt activated 小鼠标,可绑在手腕上使用。

② 语音输入装置:这是可穿戴式计算机最重要和最有潜力的输入装置之一。

③ 手写板:使用方法简单,但要消耗较多的 CPU 资源并占用双手。

④ 摄像装置:微型摄像头已是 WearComp 的典型输入装置,可安装于眼镜、头盔、手套中,主要用于:摄影、摄像、Face Recognition、表情识别、手势信号语言输入、手指跟踪“鼠标”及 Mediated Reality 等。

⑤ 传感器:传感器是实现 WearComp 特殊人-机交互关系的关键器件之一。传感器主要用于感应环境因素的变化和人体各种生物信号。这些传感器不仅是微型的且是可穿戴的,可安装、缝制或编织在衣物里,甚至可嵌入人体中。

⑥ 数据手套:主要用于手势信号语言输入,但价格太贵,使用不方便,只适合于特殊用途。

⑦ GPS:主要用于军事、导航、探险等特殊用途的 WearComp。

新概念 WearComp 输入装置是今后的研究方向。

3.4 输出装置^[15,16]

WearComp 的输出装置主要有 HMD(Head Mounted Display)、语音和触动装置等。但目前 WearComp 的最关键装置是 HMD,它是实现 WearComp 先进人-机交互的基础。最初 HMD 主要用于全沉浸虚拟现实技术。HMD 有很多形式,风格各异,如基于普通眼镜隐蔽式的、基于头盔的、基于主杆(boom)支架的、外型类似于滑雪护目镜的等等,其用途和性能各不相同。现在市场上已有一些商品化的 HMD 出售,还有各种新型的

HMD 在研制过程中,超微型、高性能、低能耗及可隐蔽等是 HMD 的主要发展方向。DARPA 对 HMD 的研究非常值得关注。

DARPA 于 1992 年开始了 Head Mounted Displays (HMD) 计划,开发了一系列 HMD 产品,如 CVC(战车手护目镜),它采用独特的轻型光学设计,将 1280 x 1024 AMEL 显示器集成在一件标准军用防风沙、阳光护目镜中,整个系统只有 11 盎司;军用先进视觉系统(Army's Advanced Visionics System)采用 DARPA HMD 技术,达到了全彩色、1280x1024 pixel 的水平,这个视觉系统供直升飞机的飞行员使用;用于军用飞机驾驶舱仿真器的第一件全沉浸 HMD;用于军用和商用飞机安装和维护的头戴增强现实系统。HMD 计划将重点研究:在微小、轻型及形状等因素限制下的宽视角显示器的新型光学方法;如何减少显示器的能耗及电子复杂性;HMD 信息系统的自适应新型人-机界面技术;可伸缩工具(scaleable tool)的开发。

3.5 多功能集成装置

这是实现 WearComp 特殊人机交互和某些特殊用途(如 Augment Reality, Media Reality)的关键装置,它将摄像、显示、语音等多项功能集成在一起,或集成在一个眼镜中,或集成在一顶头盔里,其技术先进而复杂,具有挑战性。多伦多大学的 Prof. Mann^[1]从 80 年代初就开始了有关研究,推出一系列集成化装置。他不久前研究成功的基于普通眼镜的集成化系统具有很强的隐蔽性,内置远距离和近距离两个超微型摄像头、一个微型 HMD 及一套精密光学系统。

3.6 特殊器件、组件、材料及工艺

可穿戴式计算机要求穿戴舒适、使用方便,这就需要特殊器件、组件、材料,以及特殊的实现方法和工艺。下面只对几个主要问题进行介绍与探讨:

① 专用的主模块:可穿戴式计算机要求超微型、超轻型、结构紧凑的主板。目前 WearComp 采用的主模块基本是用于嵌入式系统产品,如基于 PC-104 标准的主模块,CMU^[17,18]研制的可穿戴式计算机 VuMan2、VuMan 3 采用的就是这类主模块。但是对某些类型的可穿戴式计算机,这类主模块还是显得不太适合,应开发专用于可穿戴式计算机的主模块或类似的组件,以及相应的标准。

② 超微型、超轻型大容量硬盘:硬盘的超微型、超轻型化是减少可穿戴式计算机体积及重量的关键因素之一。IBM 已在 1998 年推出的 ThinkPad560x 穿戴机中采用了 IBM 的新微型化硬盘。

③ “缝制”工艺^[18,19]: U of T 的 Prof. Mann 及美国

军方研制的基于衣物的可穿戴式计算机采用了“缝制”工艺,将器件、组件、数据线、电源线分布并“缝制”在衣物(一种军用背心)的适当部位。这种基于衣物 WearComp 可称为聪明衣服(Smart Clothing)。

④ 可洗编织组件及电路^[20,21]:穿戴舒适、方便、实用的 WearComp 应是采用令人穿戴舒适的柔软材料编织和缝制而成的,最好是可洗的,这种用于 WearComp 的编织物也称为聪明织物(Smart Fabric),如果 Smart Fabric 是可洗的就称为可洗计算(Washable Computing)。

Smart Fabric、Smart Clothing 和 Washable 类型的 WearComp 是计算机领域和服装领域的全新概念和挑战,他们给服装赋予了新的功能和用途,这势必在计算机和服装领域产生重大的影响。

Smart Fabric、Smart Clothing 和 Washable Computing 的关键技术有:可洗编织组件和可洗编织电路(不是印制电路);适合可洗编织的材料、元器件;可洗编织 WearComp 的系统组成原理;传统的编织缝纫技术、电子技术与新型材料相结合制作 WearComp 的方法。

MIT Media Lab 的 E. Rehm Post 和 Maggie Orth 对 Smart Fabric 的研究已取得了初步可喜的成果。他们采用市场上可买到的普通材料,如用于装饰衣物的金属纱线、绝缘纱线和电子元、器件等,编织成用于构建 WearComp 的电子织物。

目前已有有一种全织物电容式数字键盘在批量生产,它采用了普通刺绣技术。这种数字键盘柔软、耐用、触摸响应。对穿戴机而言,未来柔软“电路板”将要取代僵硬的印制电路板,而非“电路板”结构的 Smart Fabric 应是主要发展方向之一。

4 结束语

目前 WearComp 的研究尚处在孕育重大突破的发展阶段,有许多理论和技术问题亟待解决,这给计算机的研究与发展提出了新的挑战。从理论基础和应用基础研究的价值、商品化所能创造的产值和利润、推广应用可带来的经济和社会效益等各方面来讲,WearComp 的前景都是非常诱人的,美国、日本及欧洲的发达国家都已在这一充满生机的新领域展开了激烈竞争。在后续第二篇文章中,笔者将继续较全面的介绍 WearComp 软件技术、先进的交互方式、能源标准及协议、通讯方式等方面的研究内容与发展方向,以及 WearComp 的用途和应用前景。

参 考 文 献

- [1] STEVE MANN. Humanistic Computing: WearComp as a New Framework and Application for Intelligent Signal[J]. Proceedings of The IEEE, 1998, 86(11): 2 123 ~ 2 151.
- [2] BASS L. Conveners report of CHI '97 Workshop on Wearable Computers[EB/OL]. <http://www.bham.ac.uk/ManMechEng/IEG/w1.html>. 1997/1999-12.
- [3] BRADLEY RHODES. A brief history of wearable computing[EB/OL]. <http://wearable.www.media.mit.edu>. 1998/1999-12.
- [4] STEVE MANN. An Historical Account of 'WearComp' and 'WearCam' Inventions Developed for Applications in 'Personal Imaging' [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers, Los Alamitos [C]. CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 66 ~ 73.
- [5] STEVE MANN. Wearable computing: a first step toward personal imaging. Computer, 1997, 30(2): 25 ~ 32.
- [6] BABER C, KNIGHT J, HANIFF D, et al. The Ergonomics of Wearable Computers [J]. Mobile Networks and Applications, 1999, 4: 15 ~ 21.
- [7] SIEGEL J, BAUER M. A field usability evaluation of a wearable system [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers. Los Alamitos [C]. CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 18 ~ 23.
- [8] BASS L, KASABACH C, MARTIN R, et al. The Design of a Wearable Computer [A]. Proceedings of the CHI '97 [C]. New York, NY: ACM, 1997. 139 ~ 146.
- [9] SMAILAGIC A, SIEWIOREK D, MARTIN R, et al. Very Rapid Prototyping of Wearable Computers: A Case Study of VuMan 3 Custom versus Off-the-Shelf Design Methodologies [J]. Journal on Design Automation for Embedded Systems, 1998, 3(2/3): 217 ~ 230.
- [10] STARNER T, KIRSCH D, ASSEFA S. The Locust Swarm: An Environmentally-Powered, Networkless Location and Messaging System [A]. Proceedings of the First International Symposium on Wearable Computers. Los Alamitos [C]. CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 169 ~ 1 170.
- [11] SMAILAGIC A, MARTIN R. Metronaut: A Wearable Computer with Sensing and Global Communication Capabilities [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers [C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 116 ~ 122.
- [12] SMAILAGIC A, ISAAC A. A Voice Activated Speech Response System for Wearable Computers [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers [C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 183 ~ 184.
- [13] THOMAS B, TYERMAN S, GRIMMER K. Evaluation of three input mechanisms for wearable computers [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers [C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 2 ~ 9.
- [14] NITIN SAWHNEY, CHRIS SCHMANDT. Speaking and Listen-

- ing on the Run: Design for Wearable Audio Computing[A]. Proceedings of the 2ND International Symposium on Wearable Computing, Pittsburgh[C]. Pennsylvania: IEEE Computer Society, 1998. 108 ~ 115.
- [15] SPITZER M B, RENSING N M, MICLELLAND R, et al. Eye-glass-mounted displays for wearable computing[A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers[C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 48 ~ 51.
- [16] TAN H Z, PENTLAND A. Tactual Displays for Wearable Computing[A]. In Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers[C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 84 ~ 89.
- [17] SMALAGIC A, SIEWFOREK D P. A Case Study in Embedded-Systems Design: The VuMan 2 Wearable Computer[J]. IEEE Design and Test of Computers, 1993, 10(3): 56 ~ 67.
- [18] MANN S. Smart Clothing: The "Wearable Computer" and WearCam[J]. Personal Technologies, 1997, 1(1): 19 ~ 27.
- [19] MANN S. Smart clothing: The shift to wearable computing[J]. Communications of the ACM, 1996, 39(8): 23 ~ 24.
- [20] POST E R, ORTH M. Smart Fabric. or "Wearable Clothing" [A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers[C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 167 ~ 168.
- [21] POST E R, REYNOLDS M, GRAY M, et al. Intra-body Buses for Data and Power[A]. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers[C]. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1997. 52 ~ 55.

The Evolution and Trend of Wearable Computer

CHEN Dong-yi

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

ABSTRACT: Wearable Computer(WearComp) is a sort of new conceptual personal mobile computing system which has great practical potential and has been developing very rapidly. WearComp's emergence is due to the fact that computer has increasingly become super-micromation, and is the inevitable outcome of the concept-"computer should fit humans". WearComp will lead to a great change of human-computer relationship and will put forward new issues & challenge in computer science & technology field. This article introduces the basic concepts and technologies relative to WearComp, reviews WearComp's history, and then discusses the issues & direction of WearComp's hardware.

KEYWORDS: wearable computer; wearable computing; mobile computing; human-computer interaction; cyborg

(责任编辑 吕赛英)

·下期论文摘要介绍·

大鼠肝癌细胞株 HTC 细胞的同步化及检测

宋关斌, 俞为群, 龙勉, 吴泽志, 蔡绍哲

(重庆大学生物工程学院, 重庆 400044)

摘要: 以大鼠肝癌细胞株 HTC 的细胞为研究对象, 探讨了 HTC 细胞的同步化方法, 并经流式细胞仪测定结果表明: 在 HTC 细胞对数生长期, 以胸腺嘧啶核苷和秋水仙碱顺序阻断法及胸腺嘧啶核苷双阻断法可分别获得同步率为 72.10% 的 G_1 期和 98.94% 的 S 期 HTC 细胞。