

家庭网络中的BAN和远程健康监护

BAN and Remote Health Monitoring in Home Networks

摘要: 通过远程医疗监护系统提供及时现场护理(POC)服务是提升健康护理手段的有效途径。体域网(BAN)是由依附于身体的各种传感器构成的网络。在远程健康监护中,将BAN作为信息采集和及时现场护理(POC)的网络环境,可以取得良好的效果,赋予家庭网络以新的内涵。借助BAN,家庭网络可以为远程医疗监护系统及时有效地采集监护信息;可以对医疗监护信息预读,发现问题,直接通知家庭其他成员,达到及时救护的目的。

关键词: 体域网;远程健康监护;及时现场护理;家庭网络

Abstract: The Point-of-care (POC) service provided by remote medical monitoring system is an effective approach to upgrade healthcare. A Body Area Network (BAN) consists of various sensors attached to the human body. The BAN enables good remote health monitoring when it is used for information collection and POC. It accordingly adds new values to the home network. With the aid of the BAN, a home network can effectively collect monitoring information in time for the remote medical monitoring system. Moreover, it can further detect symptoms of a person by pre-reading collected information, and directly notify his family of the symptoms for prompt treatment.

Key words: body area network; remote health monitoring; point of care; home network

孟旭东/MENG Xu-dong¹

王建安/WANG Jian-an²

陆凯/LU Kai¹

(1. 南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003;

2. 江苏省老年医学研究所, 江苏 南京 210024)

(1. College of Telecommunications and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. Jiangsu Institute of Geriatrics, Nanjing 210024, China)

中图分类号:

TN915;TN92

文献标识码:

A

文章编号:

1009-6868 (2006) 04-0026-05

相对于工作场所,居家环境更主要地体现在休息和娱乐。为此,通过家庭网络构建的家庭娱乐、智能家居、家庭安防和综合信息通信服务,正在努力为家庭居室建立一个舒适、安全、愉悦的生活环境。

然而,除了生活的安全与舒适之外,人体健康护理也是居家生活必须考虑的问题。这是因为,居家的特殊生活方式与状态常常导致了我们的生活的时间段处在健康监护的盲区。很多突发性的疾病,由于没有及时发现而错过抢救的时间,另外,很多慢性病患者到医院进行经常性的日常检查,也造成医院拥挤,甚至造

成对病人新的伤害。居家环境中的医疗远程监护就是要提供全程(24 h/d)的健康监护,提供完整的病情报告,对疾病进行预警和及时现场救护。这就是远程医疗监护延伸到家庭中的主要原因。

1 医疗监护体域网

1.1 远程医疗监护

远程医疗监护(Telecare)是远程医学的一个部分,因它所提供的及时现场护理(POC)服务,正在日益凸显它的重要。它使人们可以及时发现某些突发疾病,如冠心病、脑溢血的发病

征兆,给予预警,在发病的期间给予及时的医疗救护。而一般的慢性病,如糖尿病、睡眠障碍等也能通过监护,发现病因,观察医疗进展,进而指导医疗。

远程监护经历的发展过程大致有以下几个阶段:

(1)非实时监护。如采用24 h心电图监护仪,患者将其背负在身上,记录下较长一个时间段上的心率变化。但它没有通信部件,事后要拿到医院解读,或者由一个家用发送装置完成信息的发送。对于患者病情急性发作,它是无能为力的。

(2)实时监护。通过有线连接监护

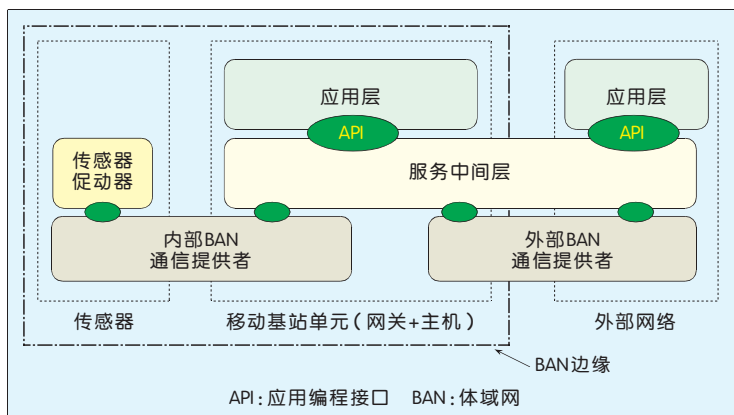


图1
BAN通信模型

传感器,并建立公共交换电话网(PSTN)的实时传输链路,实时地将数据传送到医院临床诊断救护中心,如同病房搬到了家里。缺点是妨碍被监护者正常的活动,另外,它的发送装置也仅为单个传感器服务。

(3)无线体域网(BAN)。在人体上设置多个健康监护传感器,共用一个无线发送器,构成一个网络,即健康监护BAN。

(4)家庭网络环境下的多无线BAN,借助家庭网络的网关设备,使多位家庭成员共享医疗监护信道。另外,网关对监护信息实现预读,在转发信息的同时,向患者的家庭成员发出告警。

1.2 BAN网络模型

BAN^[1]是由附着在人体上的各种计算部件组成的网络。它和可穿戴计算机密切相关,这些计算部件分布在人身体的各个部位。

BAN的原型系统是由T. G. Zimmerman在1996年开发的^[2],它提出了以人体皮肤为信息通道的数据传送方法(最大速率400 kb/s),将身体上部署的各种设备连接起来。除了通过有线、皮肤进行通信外,用短程无线射频(RF)通信技术进行BAN的信息交互日趋成为研究的重点。

BAN因部署的传感器的类型不同,而使其作用不同。不过,这些不同类型的BAN通信模型基本是相同的,一般分为BAN内部通信和BAN与外部

通信两部分,如图1所示。内部BAN通信将各传感器、促动器的信息与移动基本单元(MBU)进行信息交互,完成BAN内部的通信;MBU再将数据传送到外网,外网可以是如GSM、PSTN网络,也可以是距BAN较近的个域网(PAN)网络,构成BAN的外部通信。

在医疗监护方面,近年来,随着微电子技术的发展,出现了可穿戴、可植入、可侵入的服务于人的健康监护设备:如穿戴于指尖(夹子)的血氧传感器、腕表型血糖传感器、腕表型睡眠质量测量器、睡眠生理检查器(穿戴于胸前)、戒指型血氧量等生理现象的测量传感器、低侵入性的影像信息传送组件囊胶、可植入型身份识别组件。

除了以上各类人体生理信息传感器以外,微电子技术还催生了各类促动器,如用于激活麻痹肌肉的植入

型芯片(美国南加州大学的BION计划)、自动给药器(美国加州大学尔湾分校马克·玛塞研究)。

如果没有BAN,这些传感器和促动器都是独立工作的,要自带各自的通信部件,因此通信资源不能有效利用,信息传送的安全性和有效性得不到保障。

从经济、微型化考虑,自然提出了让这些传感器构成一个网络的设想,将各种传感器的信息先会聚到一个身体上的通信单元上(如MBU,类似Ad Hoc网络中的簇头),由它进行BAN的内部通信,同样,也由它和别的通信网络进行BAN外部通信。除了在通信方面的获益之外,BAN网络还可以加入环境感知功能,自主地决定网元的动作(如对促动器发出命令)。图2所示是一个健康监护BAN的示意图。最终,BAN的信息将汇总到护理中心,由这里的设备进行分析、整理,对病情状况做出报告。可由此发出急救命令,也可发出普通的护理信息,如传给BAN的促动器命令,完成自动给药、输液等工作。

BAN构成了服务于人的最小的网络。从信息技术的发展来看,移动的、贴身的服务无疑是最能体现普适计算理念的服务。

BAN的作用范围是1~2 m的距离。现在提出的BAN的基本要求是:能够进行异种设备互连,即插即用;

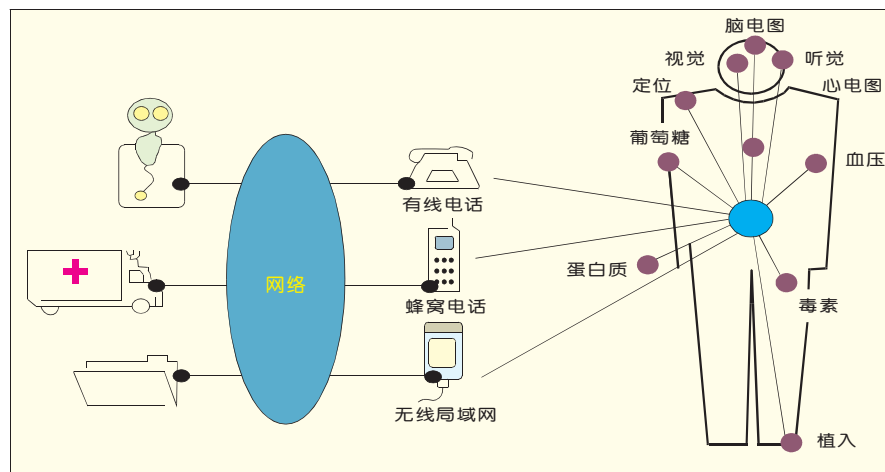


图2 健康监护BAN

可能力重配置;可业务整合;能够与BAN外网连接。

1.3 MobiHealth研究计划

2002年5月1日欧盟启动了移动的健康监护(MobiHealth)研究计划^[3](编号:IST-2001-36006),计划于2004年2月结束,耗资819万欧元,其中欧盟投入495万欧元。参与者包括电信运营商、健康呼叫中心、医院、保险公司、传感器和促动器制造商、电信设备制造商、大学、研究所等,涉及5个国家(英国、德国、瑞典、荷兰、西班牙)的14个研究单位。

该项目是一个预研性的合作支撑评估项目,是为开展健康领域的增值服务而引入,用以检验基于2.5G和3G的无线通信技术用于远程医疗服务的可行性。该项目提出了将传感器和促动器整合成一个无线体域网的概念,一个完整的健康护理网络如图3所示。

在这个项目具体实现中,各种传感器到MBU之前,先通过有线连到一个前端设备上。共开发了4通道和9通道两种前端设备,可连接光电血氧计、心电图仪等各类传感器,由它用蓝牙技术发射到MBU,构成内部BAN通信,然后MBU进行BAN外部通信,采用通用分组无线业务(GPRS)或通用移动通信系统(UMTS)将信息发送到远端医疗服务系统中。服务系统可以同时将近10万个BAN进行监护和信息管理。

该项目研究的结论是:使用2.5与3G基础设施,在远程医疗方面存在优势;通过这个方法提供给病人完全个性化的、居家的健康监护,可降低在医院和健康护理的费用;通过一个基础性开发平台能帮助中小型企业(SME)开发基于2.5与3G的健康的和生命持续监护的增值业务,包括疾病诊断、疾病预防、远程援助、身体状况检查。

研究推出了一种新的服务模式:移动个体的远程医疗服务=体域网

(BAN)+无线通信+患者监护应用。

2 健康监护BAN通信标准

2.1 BAN通信技术

正是MobiHealth项目的研究引入了健康监护的BAN,其通信技术也被细分为:BAN内部通信技术和BAN与外部通信技术和服务网络通信技术。

有关BAN内部的通信协议和建网方式,有两种技术标准可以采纳,即传感器工业的智能传感器互连与互操作标准(IEEE 1451),以及医学临床界使用的医疗设备互连与互操作标准(IEEE 1073)。也就是说健康监护BAN中的传感器,可以视为普通的传感器,接口遵从IEEE 1451规范,进行信息交互,即插即用;也可以将其视为专用的医疗监护设备,接口遵从IEEE 1073规范,即插即用。它们的主要差别在语义描述和操作模式层面上,各有优势。

目前是IEEE 1451产品为主。两类产品共存,混合使用是较长时间段的现实状况。IEEE 1073的高层协议起的作用今后会大于IEEE 1451协议。在物理层上可采用有线、无线RF、红外等多种方案。普通传感器到前端设备的信息传送不属于BAN通信的内容,可视为将普通传感器变为智能传感器的具体实现。

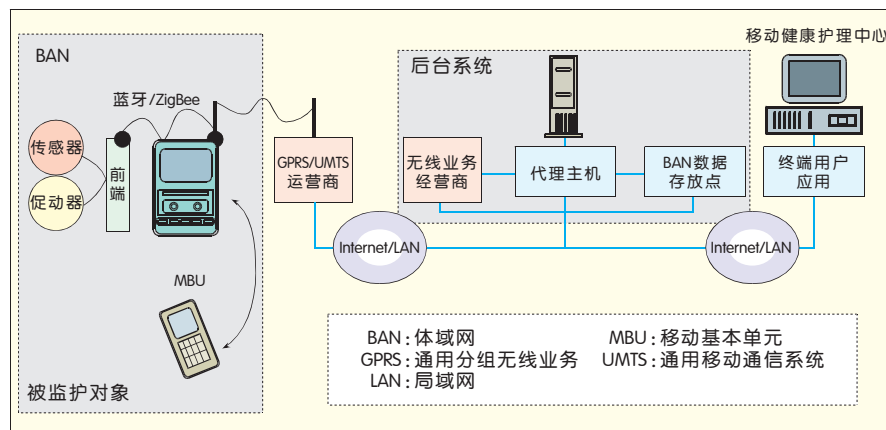
在BAN与外部通信技术中,已经有直接与基础网络通信的方案,如

MobiHealth项目采用2.5G与3G解决方案。也可采用ZigBee、蓝牙、无线局域网和超宽带(UWB)等其他短距无线传输技术构建BAN与PAN的通信解决方案,方案适用于家庭网络、救护车等其他PAN中进行信息交互。在通信的高层协议中,IEEE 1073发挥着较大的作用。

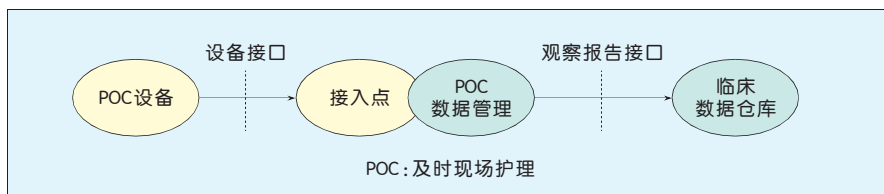
在服务网络上,可以参考的标准是IEEE 1157(即健康数据交换标准)。通过IEEE 1157,可以建立基于内容的路由服务,构架内容分发网络(CDN)。在美国,纽约州的IDEATEL计划进行了4年有关借助Web的远程医疗监护试验,对1500名糖尿病患者进行了远程医疗监护,效果尚在评估中。另外,美国的MediCompass项目与Yahoo合作开发了基于Web的增值服务网站。

2.2 传感器互操作标准IEEE 1451

IEEE 1451是智能传感器互连互操作协议^[4],是BAN内部信息通信方案之一。这里“智能”是指传感器的自我描述、自我识别的能力,使之互连互操作。早在1993年,为了解决传感器与各种网络相连的问题,Kang Lee等人就开始构造一种通用智能化传感器的接口标准。1993年9月,IEEE传感器测量和仪器仪表技术协会决定制订这样的协议,到1995年4月,成立了两个专门的技术委员会:P1451.1工作组和P1451.2工作组。前者负责对智能变送器的公共目标模型进行



▲图3 完整的健康护理网络



▲图4 POC接口示意图

定义和对相应模型的接口进行定义；后者负责定义变送器电子数据定义 (TEDS) 和数字接口标准，包括智能 TIM (STIM) 和网络能力应用处理器 (NACP) 之间的通信接口协议和管脚定义分配。其中，变送器电子数据定义 (TEDS) 是一种元语言描述框架。在 STIM 和 NACP 的标准接口上，提供了一个传感器数据的统一的描述方法和封装形式。使网络能够自动地识别和处理这类智能传感器的信息。制造商可以把一个传感器应用到多种网络中，使传感器具有“即插即用”能力。经过几年的努力，IEEE 1451 工作组已经通过了 7 个系列的传感器互连互操作的标准，分别适用于不同的网络环境。

2.3 医疗设备互连互操作标准 IEEE 1073

IEEE 1073 协议是从医疗救护这个视角描述系统^[5-6]，它属于 POC 互通中的一个环节中的互连规范，按照医疗设备互连行业协会 (CIC) 的要求，POC 的互连体现在两个接口上，如图 4 所示。设备接口包括两个部分：设备与接入点 (DAP) 规范、设备消息层 (DML) 规范。DAP 规范给出了一个低成本、灵活可靠的信息通信方法，DML 规范给出了设备与观察诊断者之间信息的结构、含意和交互流程。其中 IEEE 1073 就是 DAP 的规范，第 7 层健康信息交换标准 (HL7) 是 DML 规范。接入点是接收 BAN 信息并将它传送到远端的功能实体；POC 数据管理实体转换 HL7 理解的内容，用可扩展标记语言 (XML) 表示。不同的接口规范由不同的工作组研究，最后由美国临床实验室标准化委员会 (NCCLS) 发

布，该组织 2005 年更名为临床实验室标准化协会 (CLSI)。

在 BAN 中，人们主要关心 POC 设备的互操作，也就是设备接口 DAP 的 IEEE 1073 协议。从实现 BAN 通信的角度看，它定义的就是一个 BAN 外部信息交互规范。规范定义了一个医疗信息总线 (MIB)，在这 MIB 中有两个功能实体床边通信控制器 (BCC) 和设备通信控制器 (DCC)，IEEE 1073 规范了 BCC 与 DCC 之间的通信，定义了物理、传输层，以及设备发现、建立连接、传送、断开的过程。IEEE 1073 由 6 个子协议组成。

3 家庭网络环境中的健康监护 BAN

可穿戴的、无线移动健康监护环境 BAN 可极大地改善监护对象的生活质量，而将 BAN 纳入家庭网络之中，则可以进一步提升 BAN 的服务内容。首先，借助家庭网络对基础通信设施的利用，可以建立多路接入手段，保证多条路由的选择，使监护信息及时有效地发送；其次，家庭网络的网关可以为多 BAN 提供通信共享信息传输通道，可以降低 BAN 的服务成本；最后，家庭网络网关通过对医疗监护信息的预读，发现问题，直接通知家庭其他成员，达到及时救护的目的。

家庭网络中的 BAN 基本工作流程如图 5 所示，多个 BAN 用短距无线技术与家庭网络网关通信，后者根据事先建立的应用配置文件选择其中一条路由，建立通信链路，如果失败，网关则重新选择一条新的路由，直至成功，同时网关对信息内容进行预读，当发现情况紧急时，触发告警机制。

为了在家庭网络中加入健康监护 BAN，本文认为必须考虑以下几个问题：

(1) 无线频点的电磁兼容性问题

目前，中国尚未规定专用的医疗服务的无线电频点，很多频点都与娱乐电子频点相同，如 ZigBee、蓝牙、无线局域网和 UWB 等。国际上有专用的医疗服务频点，如：欧盟 (ETSI EN301 839) 有 402 ~ 405 MHz；美国无线医疗服务 (WMTS) 有 3 个，608 ~ 614 MHz、1385 ~ 1390 MHz 和 1432 ~ 1435 MHz。因此中国需要通过研究给出适合中国医疗要求的无线电频点。另外，中国也尚未进行医疗植入物通信服务 (MICS) 研究，如肠胃炎患者吞下一颗含有无线传输系统的微型高解析影像扫描仪，这是体内的传感器与体外的 MBU 通信所必须的，也是亟待研究的课题。

(2) 互连互操作性标准

中国的远程医疗采用何种标准为主目前难以确定。IEEE 1073 规范推广应用进展迟缓，不过，欧洲的飞利浦与德格尔两家历史悠久的医疗设备厂商已经开始采纳 IEEE 1073 标准，而美国的竞争对手们才刚刚开始注意它。中国的研发，是先搞 IEEE 1451 与 IEEE 1073 网关，还是直接做 IEEE 1073 传感器，有待中国医疗设备制造商探讨。

(3) 语义解析问题

POC、HL7 是否适合中国的医疗服务体系，完全依照此建立远程监护的本体语义，是尚需要研究的问题。

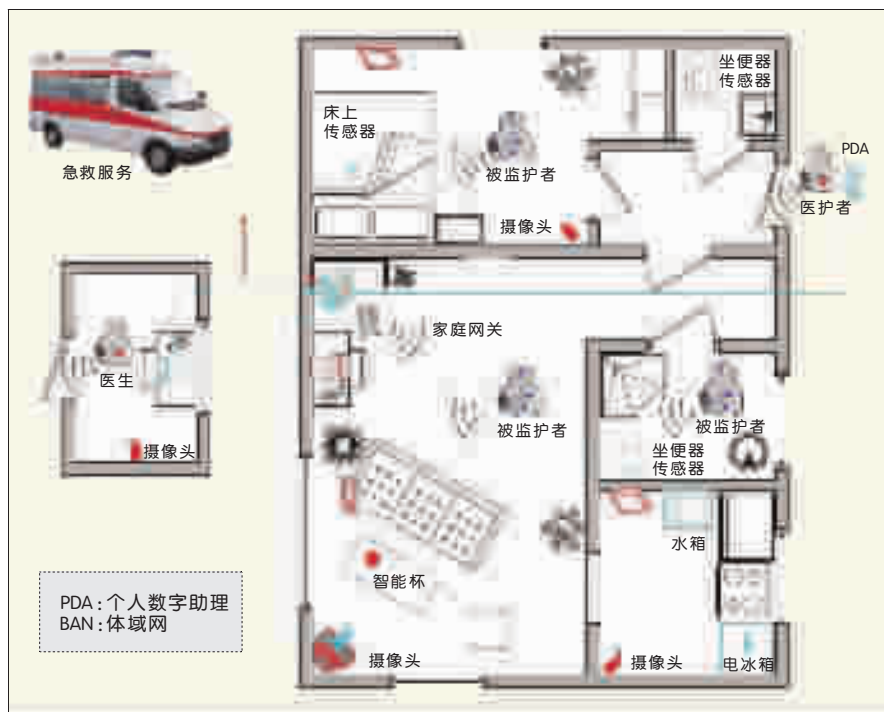
(4) BAN 的身份确认问题

当多方 BAN 接入网关时，如何确认 BAN 的身份，保障个性化的服务，是尚需要研究的问题。

(5) 多 BAN 间的传感器信息干扰问题

尽管 BAN 内部是短距的，但是当多 BAN 靠近时，区分各自传感器的内容，以防误读，必须有一套机制加以处理。

(6) 网关的设计问题



▲图5 家庭网络中的BAN

现有的网关设备不足以支持健康BAN的工作, 需要建立相关的规范, 以便第三方开发。

(7) 固定传感器与BAN间的交互问题

有些传感器是不必穿戴的, 而是在使用时和个人BAN发生信息交互。如具有内藏有微型传感器的牙刷, 可以自动侦测你的体温、血糖以及口腔内细菌含量等生理参数, 再通过无线传输把资料传给BAN。具有生理化验功能的坐便器也是这样。

4 结束语

伴随着中国进入老年化社会的脚步, 建立家庭健康监护的呼声逐步高涨起来。目前, 中国在此方面的研究工作还相对滞后, 远程医疗系统仍局限在远程医疗会诊和远程医疗信息共享两个方面, 缺乏全面的远程医疗监护内容。有些地方也建了简单的远程监护, 但手段有线的, 只是将居家环境布置成一个病房一样, 受监护者不能随意活动。2005年10月11日中华慈善总会正式启动和推广的数字

化远程健康监护系统, 可以看作是一个进步。它为“空巢”家庭中的老人搭建医疗监护系统, 被称之为“夕阳工程”。据称, 该系统要完全适合现有的养老模式, 为养老机构养老以及独居的老人提供全天候24 h的健康监护, 目前尚处在资金募集阶段, 采用技术手段和服务模式尚不明朗^[7]。因此, 远程医疗监护有很多工作需要研究, 如果能在家庭网络中引入适合中国环境条件的健康监护BAN, 并投入运营, 公众和服务提供商都会受益匪浅。

5 参考文献

- [1] ILYAS M. The handbook of Ad Hoc wireless networks[M]. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2005.
- [2] ZIMMERMAN T G. Personal area networks near-field intra-body communication[J]. IBM Systems Journal, 1966, 35(3/4): 609-617.
- [3] IST project fact sheet[EB/OL]. [2005-12-10]. <http://icadc.cordis.lu/fep/cgi/srchidadb?>
- [4] IEEE Std 1451.2—1997 IEEE standard for smart transducer interface for sensors and actuators: Transducer to microprocessor communication protocols and transducer electronic data sheet (TEDS) formats[S]. 1997.
- [5] IEEE Std 1073.4.1—2000 IEEE standard for

- medical device communications: Physical layer interface: Cable connected[S]. 2000.
- [6] WSC Workshop. State of the art technology: Protocols, networks and standards for point-of-care device communication[S]. 2004.
- [7] 中华慈善总会推广远程监护系统救助“空巢”老人[EB/OL]. [2005-10-12]. http://news.xinhuanet.com/society/2005-10/12/content_3608759.htm.

收稿日期: 2006-05-25

作者简介



孟旭东, 南京大学毕业, 南京邮电大学通信与信息学院网络与交换技术研究室主任、副研究员, 主要研究宽带IP技术, 包括泛在计算、环境感知、BAN与PAN环境中的智能信息交互技术。



王建安, 南京医科大学毕业。南京老年医学研究所内科主任医师、干部病区主任, 中华医学会江苏分会委员兼秘书。长期从事老年疾病的预防与治疗。



陆凯, 南京邮电大学通信与信息工程学院在读硕士研究生, 主要研究方向为传感网络、BAN组网及通信技术。

广告索引

A1、封底:
中兴通讯股份有限公司