

智慧校园设计方法的研究

宗平¹,朱洪波²,黄刚¹,许建真¹

(1.南京邮电大学 物联网与传感网研究院,江苏南京 210003
2.南京邮电大学 江苏省无线通信重点实验室,江苏南京 210003)

摘要:提出了智慧校园的概念与设计方法。在论述物联网技术与支撑环境的基础上,给出了智慧校园的总体设计策略和体系架构,并对相关的实现技术做出了分析与说明,阐述了保障智慧校园有效实施的运维体系及具体措施。随着智慧校园的研发与部署,对学校信息化建设产生了积极的影响,促进了学校核心竞争力的提高。

关键词:智慧校园;物联网;信息融合;信息服务

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-5439(2010)04-0015-05

Research and Design of Smart Campus Based on Internet of Things

ZONG Ping¹, ZHU Hong-bo², HUANG Gang¹, XU Jian-zhen¹

(1. Institute for Internet of Things and Sensor Network, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China
2. Jiangsu Key Laboratory of Wireless Communications, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: This paper proposes the concept of Smart Campus and related design methods. Based on the technology about Internet of Things and supporting environment, the strategy of overall design and architecture for smart campus are given. The related implementation techniques are analyzed and discussed. To ensure Smart Campus in maintenance well, the effective operation system with the concrete means is also explained. The research and deployment of Smart Campus brings the positive effect for the establishment of an information campus. Then the key competitive power of the university is enhanced.

Key words: smart campus; the Internet of Things; information fusion; information service

0 引言

随着高校信息化建设的不断推进,信息服务在学校教学、科研与管理中的作用越来越大。由于IT治理的重要性和迫切性,各个高校已经或正在开始建设基于业务部门的应用系统,基本解决了面向业务主题的管理。但是在高校信息化建设中,仍然存在一些共性的不足,如网络基础设施的接入手段单一,安全保障体系尚不完善;数字资源建设的投入较少,整体应用水平还有待提高;特别是不同部门之间的信息共享与交流自动化程度低,缺乏统一的信息编码标准;信息化保障机制还不够健全等^[1]。

学校的教学资源信息主要来源于三类,即基于

人的数据,基于流程管理的数据以及面向设施环境的数据。从高校信息化服务的视角考虑,现有的信息管理系统在一定程度上或部分地解决了这些数据的采集、处理和服务。但仍无法满足全方位实施教育信息化及提供智能的综合信息服务的需求。2005年ITU发布了《Internet Reports 2005: The Internet of Things》,正式提出物联网的概念^[2]。物联网主要解决物件到物件(Thing to Thing, T2T),人到物件(Human to Thing, H2T),人到人(Human to Human, H2H)之间的互连。物联网与传统互联网不同的是,H2T是指人利用通用装置与物件之间的连接,H2H是指人与人之间不依赖于个人电脑而进行的互连^[3]。随着物联网技术的研究与应用,利用物联网

收稿日期:2010-06-26

基金项目:江苏省科技厅科技支撑项目(BE2009157)、2009江苏高等教育教改立项研究课题、南京邮电大学教学改革项目(JG00209JX12)资助项目

通讯作者:宗平 电话:(025)83535108 E-mail:zongp@njupt.edu.cn

可以解决传统意义上互联网没有考虑的与物件互接的问题。新一代信息技术的发展为智慧地球的实现创造了可能,它能够更透彻的感知和度量,更全面的互联互通,更深入的智能化^[4]。显然,物联网技术为实施智慧校园的建设提供了技术支撑平台。通过智慧校园,我们可以转变个人与组织机构,自然系统和人造系统的交互方式,使其更加智慧,即更加清晰、效率更高、响应更灵活更及时,这将为高校的发展带来新的机会。本文提出一个基于物联网的智慧校园设计方案,并结合南京邮电大学(以下简称南邮)智慧校园项目的实施,论述相关的技术方法和主要功能。智慧校园项目的建设旨在提高校园信息服务和应用的质量与水平,建立一个开放的、创新的、协作的和智能的综合信息服务平台。通过综合信息服务平台,教师、学生和管理者可以定制基于角色的个性化服务,全面感知不同的教学资源,获得互动、共享、协作的学习、工作和生活环境,实现教育信息资源的有效采集、分析、应用和服务。

1 物联网支撑环境

物联网是指在物理世界的实体中部署具有一定感知能力、计算能力或执行能力的各种信息传感设备,通过网络设施实现信息传输、协同和处理,从而实现广域或大范围的人与人、人与物、物与物之间信息交换需求的互连网络。物联网技术的核心特征是泛在的感知、互联互通与共享、以及智能的服务。

为了达到能够在任何时间、任何地点和任何人、任何物进行通信的要求,网络是一个重要的前提条件。有线与无线结合的校园网络覆盖是一种十分有效的网络架构,提供固定或移动的应用环境,支持有线或无线的接入方式,网络结构灵活且扩展性好。

南邮在校园有线网络的基础架构之上,部署了无线网络,实现了教学、办公、宿舍和公共场所的无线全覆盖。南邮校园无线网络拓扑结构(见图1)采用了IEEE 802.11 a/b/g 技术作为构建校园无线网络的标准;体系结构采用了瘦 AP 的方式,全网采用集中认证、统一计费、流量控制的管理方式;在教学和办公区域采用室内型 AP 提供无线网络接入,并直接在校园局域网上传输;采用室外型 AP 对室外场所的覆盖,采用室外型无线网桥实现对校园分散楼宇之间的无线网络连接;无线 Mesh 架构^[5]由包括一组呈网状分布的无线 AP 构成,AP 均采用点对点方式通过无线中继链路互联,学生宿舍区采用无线 Mesh 架构将传

统 WLAN 中的无线“热点”扩展为真正大面积覆盖的无线“热区”。从而实现有线与无线的双接入、移动的应用与服务、虚拟环境与现实环境的融合、校内校外的全面感知与交流的综合信息服务基础环境,特别是解决支撑 T2T、H2T 的问题。

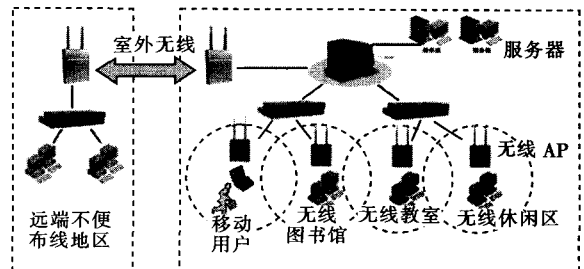


图1 校园无线网络拓扑

2 智慧校园

南京邮电大学智慧校园的建设思路是以物联网为基础,以各种应用服务系统为载体而构建的教学、科研、管理和校园生活为一体的新型智慧化的工作、学习和生活环境,利用先进的信息技术手段,实现基于数字环境的应用体系,使得人们能快速、准确的获取校园中人、财、物和学、研、管业务过程中的信息,同时通过综合数据分析为管理改进和业务流程再造提供数据支持,推动学校进行制度创新、管理创新,最终实现教育信息化、决策科学化和管理规范化;通过应用服务的集成与融合来实现校园的信息获取、信息共享和信息服务;从而推进智慧化的教学、智慧化的科研、智慧化的管理、智慧化的生活、以及智慧化的服务的实现进程。

智慧校园的核心特征主要反映在三个方面:一是为广大师生提供一个全面的智能感知环境和综合信息服务平台,提供基于角色的个性化定制服务;二是将基于计算机网络的信息引入到学校的各个应用与服务领域,实现互联、共享和协作;三是通过智能感知环境和综合信息服务平台,为学校与外部世界提供一个相互交流和相互感知的接口。

2.1 总体设计

智慧校园建设是一个长期的演进过程,需要遵循“统一规划,分步实施,逐步完善”的原则。根据学校的总体发展战略,智慧校园总体设计将采用新建应用服务系统、完善可用应用系统和集成原有应用系统并举的基本策略;整体建设工作分为三个阶段:第一阶段为智慧校园支撑平台的基础建设阶段;第二阶段为智慧校园核心应用系统的扩展阶段;第

三阶段为协作应用、决策支持以及综合信息服务系统深化阶段。

智慧校园建设的主要工作内容:编制南京邮电大学信息规范与标准,建设统一的基础设施支撑平台,建设共享数据库平台,建设统一身份认证平台,建设综合信息服务平台,建设基于多网融合的新型网络监控与管理系统,建设IC卡与手机融合的综合校园卡服务系统,建设面向信息服务的各类应用系统,建设物联网应用示范项目,建设三维可视化虚拟校园等。

智慧校园服务的逻辑结构如图2所示。在智慧校园环境下,用户通过综合信息服务平台,依照确定的角色权限,个性化地定制信息服务;各类应用系统通过综合信息服务平台融合服务,以支持单点接入的、安全的服务方式。

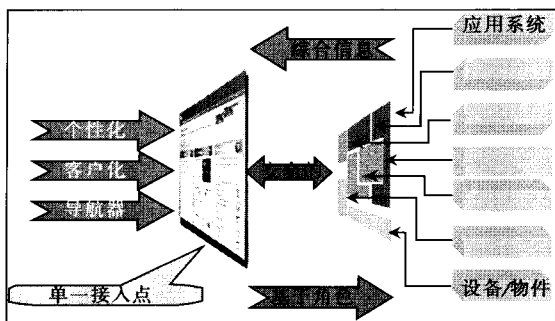


图2 智慧校园服务的逻辑结构

2.2 体系架构

智慧校园总体应用框架自上而下可分为统一门户服务、服务融合、数据融合和网络融合四个层面。信息标准体系和安全维护体系作为支撑体系,智慧校园总体应用框架如图3所示。

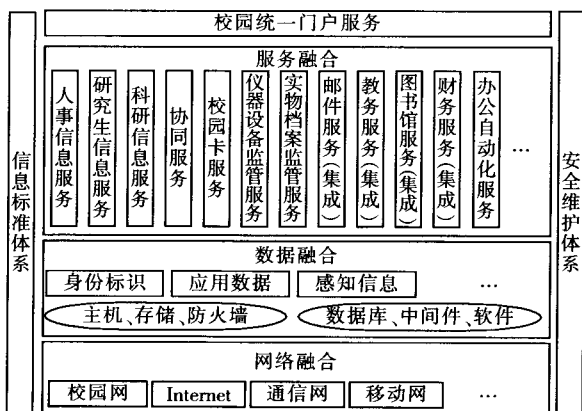


图3 智慧校园总体应用框架

智慧校园建设的基础是网络融合。即将校园内的各个应用网络整合在一起,实施统一的管理与控制,综合利用各种网络接入手段,提供开放的标准接

口,为智慧校园应用提供网络通信保障。数据融合平台包括身份标识数据、应用数据、感知信息等的融合,以及数据存储、中间件以及支撑软件的融合。服务融合是智慧校园建设的目的,也是智慧校园的表现形式,通过服务融合可以实现服务平台的服务提供能力与运营管理能力相分离,以及多业务平台能力互通和数据共享的目标。统一门户服务提供统一的接入门户和业务界面,针对不同授权的角色,提供不同的个性化的展示。

智慧校园建设的核心基础之一就是数据融合平台的建立。数据融合平台的重要作用主要体现在:整合数据资源,统一信息管理,提供融合服务。由于智慧校园工程所涉及的数据与信息服务不仅源自于学校业务管理部门,也源自于那些与学校教育教学相关的外部实体。因此有着泛在的异构数据源和不同的管理机制,缺乏统一的共享机制就无法支撑融合的服务,只有建设一个统一的、完备的、共享的、标准的数据融合平台才能有效地支撑智慧校园的建设工作。数据融合平台的建设由两部分组成,基础部分是面向应用领域的主题数据库建设,应用部分是统一数据服务平台建设。

信息标准和安全维护体系是智慧校园建设的重要支撑。信息标准体系确定了数据建模、信息采集、加工处理、数据交换等过程的规范标准,最大限度地实现信息优化管理和资源共享,从而规范地建立应用系统的数据结构,满足信息化建设需求,为数据融合和服务融合奠定基础。

安全维护体系则是要建立起一整套安全维护的机制。智慧校园建设中的安全性涉及实体安全、运行安全和信息安全三个方面。实体安全包括环境安全、设备安全和媒体安全等方面。运行安全包括风险分析、审计跟踪、备份与恢复和应急等方面。信息安全包括操作系统安全、数据库安全、网络安全、病毒防护、访问控制和加密与鉴别等方面^[6]。

2.3 技术方法

事实上,很多应用需求是要通过人机交互过程来实施的。信息系统是一个提供全面信息服务的人机交互系统^[7],信息应用系统的功能是通过服务来体现的。与智慧校园相关的外部实体主要是人和物件。人是面对智慧校园的服务请求者或服务受用者。物件是智慧校园的管理对象和信息对象。智慧校园建设涉及的主要技术方法有以下几个方面:

(1) 编制信息规范与标准。信息化标准是智慧校园建设的基础内容,用以支撑教育资源共享,保证

各种系统之间进行信息交换和互操作能力。智慧校园中由于编码对象复杂,单一的一个编码方法无法支持整个智慧校园的运行。因此,必须建立一套行之有效的编码标准体系,研究针对不同应用的最为科学的编码方案。智慧校园标准化工作主要包含:基于国标、部标,形成全校的编码标准和各种编码策略的互联互通,实现统一的编码解析机制;确定权威数据来源,分析并制定全校的数据交换策略规则,形成数据交换标准;制定校内应用系统的开发技术标准、数据标准、接口标准、性能标准、安全标准等,形成应用系统规范;基于对学校管理和服务流程的分析和梳理,确定信息化的作业流程,形成业务流程规范;配套管理工具为完善管理能力提供支撑,为高校信息标准的建设提供管理保障。

(2) 建设统一的基础设施支撑平台。智慧校园需要解决 T2T、H2T 和 H2H 之间的相互通讯与信息交互,无线的末端接入手段是必要条件。建立有线/无线双覆盖的网络环境,是实现泛在的感知信息接入和多源信息互联的前提,也是智慧校园的重要基础设施。

(3) 建设共享数据库平台,建设统一身份认证平台和建设综合信息服务平台。建立安全高效、统一共享的数据中心;规范信息从采集、处理、交换到综合利用的全过程,逐渐形成有效的信息化管理的运行机制,为学校领导和有关部门信息利用、分析决策提供支持。统一身份认证平台通过提供统一的授权机制与方便安全的口令认证方法,让用户使用单一用户名和口令就可以使用校园网络上所有授权使用的信息服务,实现网络单点登录或手机认证登录的方式。信息门户是将校内分散、异构的应用和信息资源进行聚合,实现各种应用系统的无缝接入和集成,提供一个支持信息访问、传递、以及协作的集成化环境,实现个性化业务应用的高效开发、集成、部署与管理。向用户展现智慧校园的服务信息,有效地整合各类应用之间的缝隙,使用户获取相互关联的数据,进行相互关联的事务处理。

(4) 建设基于多网融合的新型网络监控与管理系统。现有的校园网络环境是多样化的,各个网络提供专业化的服务,面向专门的用户群体,服务环境是分割的。从面向服务的角度出发,通过建立网络融合平台,在应用层面上融合服务,实现异构信息资源的高度共享与统一监控与管理。

(5) 建设 IC 卡与手机融合的综合校园卡应用系统,运用一卡通和智能 SIM 卡技术将各个系统应

用与移动终端及校园 IC 卡结合起来,实现身份标识、身份认证与消费等功能为一体的智慧校园卡服务扩展平台,实现手机终端以及校园信息服务系统的融合,以手机作为独立服务终端请求服务或受用服务,支持泛在的感知与泛在的服务机制。校园卡授权用户可以“一键式”的方式完成身份识别和认证,申请和获得智慧校园的融合服务。

(6) 建设面向信息服务的各类应用系统。应用系统建立在数据库之上,数据库是面向应用领域的。面向领域的主题数据库由各个领域内的数据构成,反映该领域内的数据属性和数据之间的关系。主题数据库的数据责任制由该领域的管理者负责。重要的一点是,主题数据库是稳定的,主题数据库内的数据由两个数据集组成,一个数据集为解决领域内需求的数据集,另一个数据集为领域外需求服务的数据集,而且这两个数据集是相交的,也是缺一不可的。应用系统设计应该面向教师、学生和管理流程。主动信息服务机制提供了新的主动服务模式^[8],通过规则的预定义,能够有效地解决面向物件的信息推送服务,真正发挥信息系统的不可或缺作用。

(7) 建设物联网应用体验项目,体验物联网应用技术对高校学习、研究、管理与生活方方面面的积极影响。我们目前已经实现或正在研发的主要应用项目有:结合 RFID 和 WiFi 技术,实现了固定物件或移动物件的标识与跟踪定位;采用 CPS 和 SmartThings 技术,实时感知仪器设备的状态,提供远程控管的能力;采用 GPRS 技术,实时感知校车内外场景和移动定位;采用视频技术,感知教学场景;采用 WSN 手段,实现低碳绿色的校园环境等。

(8) 建设三维可视化虚拟校园。虚拟现实是复制、仿真实世界,构造近似现实世界的虚拟世界,用户通过与虚拟世界的交互来体验现实世界,甚至影响现实世界^[9]。虚拟校园建设的目的是提供一个感知环境,来体验校园、体验教学环境和体验教学设施,将虚拟世界与现实世界融为一体,在网络环境下置身处地“感受”学校,并在此基础上,实施虚拟教学环境与虚拟实验室。用户可以在虚拟环境中获取其在真实环境中的部分或者全部功能,实现一个无疆域的虚拟大学。

3 运维体系

智慧校园投入运行后,将面临着基础设施多、应用系统多、权限角色复杂等新的环境^[10]。为了满足

智慧校园的良好运行管理要求,需要建立全新的运行维护体系来保障智慧校园稳定、安全、有效的运行。我们建立了“一个责任、二个层次、三个中心”的运维管理体系架构。

一个责任是数据责任制。明确数据源和数据责任,谁产生数据谁负责,确保数据源的唯一性和正确性,提高数据质量。

二个层次是基于业务数据的管理层次和面向服务的融合数据平台。基于业务数据的管理层次主要解决细粒度业务数据的管理与应用,这些数据是与具体的业务流程密切相关的,是面对具体业务人员的,应该由业务部门管理。面向服务的融合数据平台提供的是融合的综合信息,是面对请求服务的角色的,需由学校 IT 管理部门管理。

三个中心是运营监控中心、管理中心和研发中心。运营监控中心是智慧校园对外和对内的一个窗口。对外窗口的主要工作有用户及权限角色的管理(受业务部门需求的约束),业务咨询及办理,网络环境的维护,以及用户故障应答与服务等;对内窗口的主要工作有实时监控网络系统、关键应用系统的运行状态和性能状态,感知虚拟世界场景,保障运营和优化服务质量。管理中心面对智慧校园中的基础平台和各类业务处理系统,实施日常维护与技术支持,提供共性的支撑服务(如安全保障、备份维护、故障处理等),帮助业务部门维持各业务系统的正常运行。研发中心是智慧校园的生命力所在。软件应用系统在其生命周期中是不断变更和演化的,只有针对智慧校园的持久优化、完善与扩展,才能真正满足用户的需求,发挥智慧校园的功效。研发中心的主要工作是整理和分析用户的变更需求,提出解决的技术方法;针对应用前景,开展预创性研究;组织技术队伍,实施解决方案。

4 结束语

智慧校园如同一切新生事物一样,都有一个必然的发展阶段,相关问题的解决推动了智慧校园应用的不断优化。随着智慧校园的研发与部署,对学校信息化建设产生了积极的影响,促进了学校核心竞争力的提高。从而可以获得更透彻的感知,即利用任何可随时随地感知、测量、捕获和传递信息的设备、系统或流程,快速获取学习、研究与管理活动中的基本信息并进行分析,能够有效采取应对措施和

部署长期规划;可以获得更全面的互联互通,即通过互联网、3G 等网络通信技术,对分散储存的数据进行交互和共享,从而更好地对环境 and 业务状况进行实时监控,以学校角度准确把握全局状态和统一数据;可以获得更深入的智能化,即深入分析感知的信息,以获取更加新颖、系统、全面的洞察力来提供信息化服务。

参考文献:

- [1] 蒋东兴,宓詠,郭清顺. 高校信息化发展现状与政策建议[J]. 中国教育信息化,2009(8):27-30.
JIANG Dongxing, MI Yong, Guo Qingshun. Research on the Developing Actuality of Informatization in Colleges and Relevant Policy Advice[J]. China Education Info,2009(8):27-30. (in Chinese)
- [2] International Telecommunication Union UIT. ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things[R]. 2005:1-28.
- [3] 沈苏彬,范曲立,宗平,等. 物联网的体系结构与相关技术研究[J]. 南京邮电大学学报:自然科学版,2009,29(6):1-11.
SHEN Subin, FAN Quli, ZONG Ping, et al. Study on the Architecture and Associated Technologies for Internet of Things[J]. Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications(Natural Science),2009,29(6):1-11. (in Chinese)
- [4] 钱大群. 智慧地球赢在中国[EB/OL]. (2009-09-10)[2010-06-02]. http://www-900.ibm.com/innovation/cn/think/downloads/smart_China.pdf.
- [5] AKYILDIZ I F, WANG Xudong, WANG Weilin. Wireless mesh networks: a survey[J]. Computer Networks,2005(47):445-487.
- [6] RAMACHANDRAN J. Design Security Architecture Solution[M]. Beijing:China Machine Press,2003:1-301.
- [7] GOLDIN D, SRINIVASA S, SRIKANTI V. Active Databases as Information Systems[C]//Proceedings of the International Database Engineering and Applications Symposium(IDEAS'04). Piscataway: IEEE,2004:123-130.
- [8] ZONG Ping, QIN Jun. Design Study for Active Information System[C]//Proc of 2009 World Congress on Computer Science and Information Engineering (CSIE'09). Piscataway: IEEE, 2009: 296-300.
- [9] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学 F 辑:信息科学,2009,39(1):2-46.
ZHAO Qingping. Summary of Virtual Reality[J]. Science China Information Sciences (Science in China Series F),2009,39(1):2-46. (in Chinese)
- [10] 张毅,高东怀,许卫中,等. 数字校园运行维护技术体系建设浅析[J]. 中国教育信息化,2010(1):25-26.
ZHANG Yi, GAO Donghuai, XU Weizhong, et al. Analysis of System for Operation and Maintenance in Digital Campus[J]. China Education Info,2010(1):25-26. (in Chinese)

- Its Applications, 2007, 386(1): 481 - 491.
- [39] LIU Hao, JIANG Guoping, FAN Chunxia. State-Observer-Based Approach for Identification and Monitoring of Complex Dynamical Networks[C] // Proceedings of 2008 IEEE Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems. Piscataway: IEEE, 2008: 1212 - 1215.
- [40] LIU Hao, SONG Yurong, FAN Chunxia, et al. Fault diagnosis of time-delay complex dynamical networks using output signals[J]. Chinese Physics B, 2010, 19(7): 070508.
- [41] President's Council of Advisors on Science and Technology. Leadership Under Challenge: Information Technology R&D in a Competitive World, An Assessment of the Federal Networking and Information Technology R&D Program[EB/OL]. (2007-08-30) [2010-07-10]; http://ostp.gov/pdf/nitrd_review.pdf.
- [42] NSF Workshops on Cyber-Physical Systems[EB/OL]. <http://varma.ece.cmu.edu/cps/>.
- [43] LEE E A. Cyber-Physical Systems: design challenges[C] // Proceedings of 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC). Piscataway: IEEE, 2008: 363 - 369.
- [44] 信息物理系统:从感知网到感控网[EB/OL]. http://sns.cio360.net/b/6_210330_3738.html.
Cyber-Physical Systems: From sensor networks to sensor and control networks[EB/OL]. http://sns.cio360.net/b/6_210330_3738.html. (in Chinese)
- [45] 崔莉, 鞠海玲, 苗勇, 等. 无线传感器网络研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(1): 163 - 174.
CUI Li, JU Hailing, MIAO Yong, et al. Survey on wireless sensor network research[J]. Journal of Computer Research and Development, 2005, 42(1): 163 - 174. (in Chinese)
- [46] GILL H. From Vision to Reality: Cyber-physical Systems[C] // Proceedings of HCSS National Workshop on New Research Directions for High Confidence Transportation CPS: Automotive, Aviation, and Rail. 2008.
- [47] TANNER H G, JADBABAIE A, PAPPAS G J. Stable flocking of mobile agents, part I: Fixed topology[C] // Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control. Piscataway: IEEE, 2003: 2010 - 2015.
- [48] TANNER H G, JADBABAIE A, PAPPAS G J. Stable flocking of mobile agents-Part II: Dynamic topology[C] // Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control. Piscataway: IEEE, 2003: 2016 - 2021.

作者简介:

蒋国平(1966 -), 男, 江苏扬中人。南京邮电大学自动化学院教授, 博士生导师。(见本刊2010年第3期第57页)

樊春霞(1972 -), 女, 吉林梨树人。南京邮电大学自动化学院副教授。研究方向为复杂动态网络同步与控制等。

宋玉蓉(1971 -), 女, 河南扶沟人。南京邮电大学自动化学院副教授。研究方向为复杂网络、信息安全、恶意软件传播等。

邵 斐(1978 -), 男, 江苏扬中人。南京邮电大学信息安全专业博士研究生。研究方向为信息安全、复杂网络等。

(责任编辑: 宋福明)

(上接第19页)

作者简介:

宗 平(1956 -), 男, 江苏南京人。南京邮电大学物联网与传感网研究院院长, 教授, 博士。(见本刊本期第8页)

朱洪波(1956 -), 男, 江苏扬州人。南京邮电大学副校长, 教授, 博士生导师。(见本刊2010年第3期第9页)

黄 刚(1961 -), 男, 江苏南京人。南京邮电大学物联网与传感网研究院副院长, 副教授。主要研究方向有多媒体应用技术、计算机网络应用技术等。

许建真(1966 -), 男, 安徽砀山人。南京邮电大学物联网与传感网研究院副院长, 副教授。研究方向为计算机网络与通信技术。

(责任编辑: 宋福明)