

我国近期移动地图与互联网地图发展综述

周侗^{1,2}, 龙毅^{1*}

(1. 南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210046; 2. 南通大学地理科学学院, 江苏 南通 226007)

摘要:我国移动地图与互联网地图逐渐成为地理信息与电子地图应用的主流趋势。该文从地图数据的组织与传输机制、可视化技术、在线地图服务以及导航各行业拓展应用等方面,总结了我国近期移动与互联网地图的研究进展,点评了目前发展中存在的若干问题,结合我国实际情况展望了其发展前景。

关键词:移动地图;互联网地图;网络地理信息系统

中图分类号:P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-0504(2012)05-0001-05

0 引言

随着互联网、新一代移动通信与3S技术的迅速发展及融合,移动地图与互联网地图强调面向大众的空间信息社会化服务,已成为地理信息技术与电子地图应用的主流趋势。近年来国外在移动地图与互联网地图领域的研究一是集中于相关支撑理论、模型与技术的进一步发展,包括地图可视化的自适应组织^[1]、新型的地图数据模型^[2]以及地图数据的在线传输技术等;二是关注LBS的地图服务应用^[3],包括移动地图的人性化服务方式^[4,5]、地图服务与各专业领域的结合应用^[6]等。在技术应用方面,移动地图与互联网地图的商业化趋势更为迅速,Google、Microsoft和Apple等公司相继推出了面向移动与互联网的全球性地图产品并进行持续更新,而地理信息产业的龙头企业ESRI也先后推出了面向这三家公司移动平台的开发组件,并在ArcGIS 10平台上率先提供了支持云计算的能力,这些企业迅速占据了全球在线地图服务的很大一部分市场份额。

近几年也是我国移动地图与互联网地图快速发展的时期。艾瑞咨询的数据显示,2008年中国在线地图市场规模取得110%的增长,已达到10.5亿元,预计2012年将达到28.4亿元。庞大的用户群体与巨大的社会需求极大地促进了我国移动地图与互联网地图在技术与服务创新方面的进步,以互联网在线地图、手机及车载平台在线地图为代表的新型电子地图产品得到应用普及,其辐射范围也越来越广。国内研究主要是根据社会应用需求,围绕技术优化、应用拓展及服务模式开展,该领域的研究成果在技

术深度和应用广度上均与发达国家有一定的差距;但在地图数据建模、可视化表达、导航电子地图应用等方面逐步赶上国际研究水平,产业化也处在迅速发展阶段,2010年四维图新、高德等导航电子地图生产企业先后上市,同时中国公众版国家地理信息公共服务平台——“天地图”网站已正式对外服务^[7]。

1 我国移动地图与互联网地图的研究进展

1.1 网络地图数据组织与传输机制研究

由于同时存在网络带宽与用户并发访问等问题,建立高效的地图数据模型、数据组织与传输方式是实现网络地图实时在线访问的基础。目前网络地图主要采用多级栅格地图与影像地图的金字塔模型,国内围绕瓦片地图的切片方法、组织方式及客户端发布进行的研究包括:1)针对现有网络GIS平台的瓦片切图模式、方法及其应用,王晓东等^[8]探讨了应用Microsoft的Bing Maps地图切片技术将获取的瓦片数据生成网络地图服务(WMS)的具体方法,王小军等^[9]探讨了利用ESRI的ArcEngine进行地图切片及构建地图瓦片式切图工具的方法;2)从底层探讨地图切片数据的组织模型,如改进的嵌套金字塔组合模型^[10]、利用AGG渲染引擎生成的栅格索引^[11]、地图分级层数确定与多级栅格地图的瓦片分割方法^[12]等;3)中间件技术是建立网络GIS支持平台与应用平台之间有效联系的重要方法,许虎等^[13]设计并实现了一个瓦片地图服务中间件,从瓦片空间索引、瓦片切图策略及系统部署三方面给出了优化对策。

针对需要网络发布的海量的分层分幅矢量地图

收稿日期:2012-02-20; 修订日期:2012-05-07

基金项目:国家自然科学基金项目(41171350);高等学校博士点基金资助项目(20103207110012);江苏省高校研究生科技创新计划基金资助项目(CXZZ11_0876)

作者简介:周侗(1978-),男,博士研究生,讲师,从事地图综合方面的研究。*通讯作者 E-mail:longyi@njnu.edu.cn

数据库,解决策略之一是建立灵活、高效的分布式地图数据库架构和在线发布机制。刘德刚等^[14]提出一种基于P2P架构,以分布式哈希表(DHT)和空间数据索引技术为基础的方案;田鹏等^[15]探讨了一种单进程、多线程结构,可最大限度地减少中间过程和数据传输量的海量矢量地图数据网络发布引擎的实现方法,并在实践案例中得到了验证;艾廷华^[16]根据网络地图渐进式传输需要,提出了空间数据粒度控制的3个层次(要素级、目标级、几何细节级)划分,建立了数据逻辑组织的空间尺度与语义层次组合矩阵,进而提出了空间尺度优先与语义层次优先的传输过程;黄祥志等^[17]设计了一种适用于可编辑WebGIS的瓦片地图动态缓存策略。

1.2 移动地图与网络地图可视化技术研究

由于网络环境、软硬件、交互方式等方面的变化,网络地图与传统地图的符号形式存在显著差异。近年来国内已开展了网络地图符号的视觉变量、分类、构成等方面的研究^[18],提出了基于固定符号、属性数据驱动符号和模型驱动符号的概念模型与描述体系^[19],探讨了网络动态地图符号的两种形式,即实时数据驱动的动态符号和动画技术实现的动态符号,其中邓淑丹等^[20]详细阐述了动画类动态符号的概念、要素组成、特征、功能及其设计、表达原则。同时,考虑网络地图存在栅格地图(背景)与矢量地图(前景)并存的情况,在可视化表达中需要解决两者共同显示的问题:如肖寒冰等^[21]提出了一种采用瓦片图表示基础地图信息、采用JVGL实现其它地理信息的二维可视化方法;刘海燕等^[22]基于静态瓦片地图模型和实时渲染地图模型探讨在线专题地图集内容变换与符号变换的方法与实现,以期自动综合下的多尺度表达实现提供依据。

随着Web2.0技术的发展,国内主流的互联网地图已从传统的单一阅读型转变为可支持大量用户直接参与、具有自由存取能力的交互型地图,用户既是地图信息的接受者又是提供者,这种用户生成内容(UGC)模式要求提供灵活、高效的交互工具与个性化、自适应的网络地图表达。国内在这方面取得了较好的研究进展,如用户自主选择要素、注记自动标记、自定义符号以及根据屏幕大小自动调整窗口布局等,多数成果已应用于地图网站中,但非专业用户提供的数据如何保证地图的质量仍是一个突出问题^[23]。

移动电子地图表达的个性化特征要求实现地图的自适应可视化,需考虑地图自适应设计、定位、操

作与尺度变换等问题,使得LBS的应用从用户驱动模式(“拉”模式)向服务驱动模式(“推”模式)转化。其中,王黎明等^[24]从用户、移动设备以及应用环境等方面分析影响LBS自适应地图设计的要素,提出了通过构建用户兴趣模型和对应的地图简化、表达方法,实现LBS自适应地图设计;陈军等^[25]提出一种基于Voronoi邻近的移动地图自适应裁剪模型,即通过移动用户的Voronoi邻近关系自适应调整裁剪窗口的大小,以实现移动地图的信息自适应均衡;黄维等^[26]分析了心象地图的不完整性、变形性、差异性和动态交互性等特征,探讨了尽可能接近用户心象地图的导航电子地图设计原则及方法,突出地图特征信息与自适应性。此外,针对不同嵌入式开发环境与技术的移动地图设计与表达^[27]、移动电子地图的3D可视化表达^[28]等均得到了进一步的研究与应用。

1.3 导航电子地图设计与应用研究

导航电子地图是GIS市场应用最为成功的领域之一。随着四维图新、高德分别在境内外成功上市,2010年中国导航电子地图行业再次获得资本市场的大规模投资,融资总规模达到2006年融资规模的5倍,这预示着国内外资本持续看好中国的导航地图市场。一个重要的原因是导航系统正在从传统的车载导航服务向大众化应用发展,带来了商业模式的转变和更大的利润空间,这使得导航地图产生了新的数据与功能需求:1)提供门址、车道、坡度、路障、公交换乘等信息的精细导航;2)提供红绿灯、路况、人流量等信息的实时动态导航;3)提供包含更丰富、更详细POI服务内容的综合信息服务;4)提供更逼真的三维实景导航等。2009年四维图新率先宣布开启导航地图行人时代,初步推出了国内若干城市的包含公交换乘、地下通道、过街天桥、人行横道及更多行人设施的信息。近年来,国内围绕如何在现有的移动设备屏幕、存储量、运算能力和无线网络带宽条件下建立更为高效、灵活、丰富的导航地图数据更新、表达及应用服务展开研究,并取得了一系列研究成果。

导航服务的实时性对于导航地图数据的快速更新提出了迫切要求,目前相关研究主要集中在导航地图数据的增量更新机制与方法上。国内探讨了基于导航地图数据的静态增量更新与实时交通信息的动态增量更新模型,提出了针对交通信息一致性更新的多层路网统一编码方法及其动态分层路网存储模型,开展了基于无线定位的交通信息采集与地图

匹配、用户参与的地图数据增量更新和基于不同版本变化探测的导航数据增量更新^[29]等方面的研究,为导航地图数据的有效应用奠定了基础。

在导航电子地图表达方面,近年来研究的主要目标是将交通、位置等动态信息与导航地图信息结合,建立两者之间的多尺度融合表达。如利用象形符号扩展的 UML 表示法,设计适用于导航的动态多尺度路网数据模型,实现了路网拓扑/几何的分离与多尺度表达,以及交通状态、交通事件等动态信息与路网的集成表达;采用分层道路网的多层模式、线性参考和动态分段技术,在移动终端设备中实现了动态交通信息在导航电子地图中的多尺度、多模式、个性化的自适应可视化表达^[30]。同时,在有限的移动平台下,对于导航电子地图快速显示、2.5 维/3 维可视化表达等技术的研究取得了较好的进展。

道路网的复杂性使得导航路径规划变得困难,解决的前提是必须建立与之适应的道路网络模型,这是该领域始终关注的一个重要研究内容。近年来研究主要集中在满足应用需要和提高运算质量、效率,建立和完善新的路网模型及其路径规划算法上:如张涛等^[31]提出了一种基于路口宏观与微观属性的新的蛛式路网模型;李挺等^[32]提出了一种新的路束模型以及蛛式路口交通矩阵的计算方法;李宏利等^[33]强调了路口聚合的必要性,给出了路口聚合模型分类原则和应用上的分类体系,总结了路口聚合的 3 种表现方法:弧段法、结点法、弧段—结点法;沈永增等^[34]针对 ARM-Linux 平台和 MapInfo 数据模型,探讨了多文件分块分层存储方法及其快速检索机制;郑年波等^[35]将用于计算的路网拓扑数据与用于描述的路网几何数据分离,提出了一种支持高性能车辆导航的多尺度路网数据模型。

在导航电子地图应用方面,国内开展了路径分析与优化、动态目标查询、定位地图匹配和实时导航服务等功能与算法研究。

1.4 在线地图服务理论与技术研究

与传统地图不同,网络地图的信息传输模型是一个循环流动的开放系统,即网络提供了制图者与用图者交换角色的机会^[36]。随着地理信息开发技术面向公众应用与互动的功能不断扩展,互联网地图逐步跨入 Web 2.0 时代,由提供单向的地图浏览服务发展成为大众参与和共建的地理信息共享服务平台。国外具有代表性的产品是 Google Earth,它通过用户标注地图(UGM)和个人移动定位(LBS)功能提供了用户生成内容的服务,极大地扩充了在线地

图的信息来源。但在国内考虑到地理信息的保密、数据质量等因素,禁止传输、标注和发布危害国家主权和领土完整的问题地图和可能危害国家安全的地理信息,如何协调在线地图的信息共享与信息安全问题是目前正在开展的重要研究内容之一,其中基于矢量和栅格地图的数字水印技术是实现地图版权保护的主要策略^[37]。

在线地图的用户并发访问数量多、实时性要求高,在线服务的智能化处理技术与响应效率直接关系到地图服务质量^[38]。近年来的研究一是针对网络环境下地图数据的存储、组织与传输模式,如面向 WMS 的地图瓦片缓存机制^[8,9]和地图数据渐进式传输机制^[16](主要根据分辨率大小采用逐层叠加、目标逐步显示细节信息)。二是设计和建立灵活、高效的网络地图服务架构,主要有基于 SOAP 和 REST 的网络地图服务系统,后者已是发展的主流趋势。三是建立在线地图的服务协同机制和智能化处理方法:如徐占华等^[39]通过扩展 OGC WMS 协议并对之采用 Web Service 封装构建地理制图服务,可有效提高制图效率;邬群勇等^[40]设计了一种 Web 地图服务搜索器,可以实现 Web 地图服务的搜索、共享与服务;亢孟军等^[41]分别采用 Agent 技术和用户事件模型,实现网络地图的智能化、快速化服务应用;程振林等^[42]提出了基于亚像素精度绘制引擎的栅格化索引生成方法,探讨了一种新型的网络地图服务器场景下空间查询与空间分析的栅格化实现思路。

移动在线地图的重要服务功能是提供实时的位置查询、地图表达、路径规划与导航应用等,关键是解决地图服务的快捷性、大容量分布式数据的处理与访问、不同地图服务的集成与协作等问题。邬群勇、许锋波等^[40,43]分别基于 Mobile SVG 环境和网络格技术探讨了移动地图服务的实现方法。

1.5 面向其他行业的应用拓展研究

随着我国“天地图”网站的正式开通,越来越多的行业、部门利用互联网地图、移动地图开展行业信息发布、办公信息化和空间分析决策工作,主要集中在交通、资源管理^[44]、灾害防治^[45]、公共安全^[46]、设施管理、规划等方面;此外针对机器人的移动地图应用技术拓展了计算机视觉及其空间环境感知、分析能力,得到了较为广泛的应用^[47]。但从电子地图的功能来分析,目前的行业应用仍属浅层次,功能相对单一,需进一步将电子地图与专题信息紧密结合,使得表达形式与服务功能更丰富。

2 目前存在的问题及未来发展趋势

2.1 存在的问题

近年来我国移动地图与互联网地图在数据库与数据模型、可视化表达技术及其应用服务等方面均取得了长足的进步,但在研究深度以及与新技术的结合方面仍存在如下不足:1)原创性的研究成果不多,特别是缺乏高质量的理论研究成果支持。在移动与互联网地图方面代表性的研究成果如“瓦片地图模型”、“自适应可视化”、“云计算”等相关概念均来源于国外,虽然目前对其进行了优化研究,并在多个领域加以应用,但国际领先的原创性成果相对较少;“天地图”等互联网地图产品的建设仍需加强,移动端地图产品也应在导航应用的基础上进一步打造精品,拓展应用范围。2)由于移动与互联网地图在我国发展时间不长,监管仍处于薄弱状态,对相关企业的资质、审查力度不够;相关行业的标准化体系仍需进一步完善,以支持电子地图相关产业良性发展;用户生成内容的推广亦处于起步阶段,仍需解决用户信息更新与涉密地理信息的保护之间的矛盾。3)地图数据方面尚缺乏高效的共享、更新机制,导致电子地图的现势性难以满足实时应用的需要。我国地图数据共享、更新相关技术(如数据的快速获取、在线传输、地图自动综合、数据同化等)与生产实践结合不够密切,往往局限于一般的地图应用与服务功能,与最新技术的结合存在滞后现象。4)公共服务的普及力度差,与相关行业服务的关联性不足,仍需基于已有的建设平台,进一步推进公共服务的普及率,加强与民政、公安、交通、土地等行业的关联性建设。

2.2 发展展望

目前迅速发展的传感网技术与无线通讯技术可实现用户与环境信息的实时动态监测,为地图表达对象注入了新的元素与内容,无疑成为近期地图研究与服务应用关注的重点,从而在时空多维数据模型、个性化与自适应表达、多源动态数据融合、三维实景可视化以及地图时空分析表达等方面提出了新的研究方向与研究课题。云计算和分布式地图数据库技术为网络地图的信息处理与服务发布提供了重要支持,但在信息安全、云计算模式、并行运算等方面仍有待于取得理论、方法与技术上的突破。我国加大了与发达国家、机构的合作力度,如在新一届国际地图协会(ICA)及各专委会的主任委员席位数量明显增加,将有效扩大我国的相关研究成果在国际上的影响,以提升本土化产品在国际上的竞争力。

同时,管理机构与组织也在进一步加强相关的法规与标准建设,如国家测绘局于2010年5月修订、印发了《互联网地图服务专业标准》,从而正式建立了互联网地图服务市场准入制度,表明我国在线地图服务的多元化与规范化建设已经起步,但如何整合网上地图服务资源,发展移动地图的实时应用特征,提供人性化、智能化的空间信息分析与表达服务,是本领域急需解决的关键任务。

3 结语

移动地图与互联网地图目前已经成为我国地理信息技术与电子地图应用的主流趋势,近期在地图数据建模、可视化、导航应用等方面取得了一系列可喜的研究成果。但仍需抓住发展契机,力争在与云计算、传感器网络、定位技术的结合方面提出更多原创性的高质量的理论与方法,解决数据共享及更新机制落后等问题,提升本土化的移动与互联网地图产品在国际上的竞争力,提高公众服务的质量与普及程度,以实现移动地图与互联网地图的长期、稳定的发展。

参考文献:

- [1] VAN TONDER B, WESSON J. Design and evaluation of an adaptive mobile map-based visualization system [A]. Human-Computer Interaction—INTERACT 2009 [C]. 2009. 839—852.
- [2] RAUBAL M, PANOVA I. A formal model for mobile map adaptation [A]. Location Based Services and TeleCartography II [C]. 2009. 11—34.
- [3] OULASVIRTA A, ESTLANDER, NUMINEN A. Embodied Interaction with a 3D versus 2D mobile map [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2009, 13(4): 303—320.
- [4] KOBAYASHI D, ASAMI Y, YAMAMOTO S. Study on haptic interaction with digital map on mobile device [J]. Human Interface and the Management of Information Interacting with Information [C]. 2011. 443—449.
- [5] PIROTTI F, GUAMIERI A, VETTORE A. Collaborative Web-GIS design: A case study for road risk analysis and monitoring [J]. Transactions in GIS, 2011, 15(2): 213—226.
- [6] PETERSON M. Research challenges in Internet cartography [J]. Information Design, 2009, 17(2): 135—140.
- [7] 李德仁, 王艳军, 邵振峰. 新地理信息时代的信息化测绘 [J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2012(1): 1—6.
- [8] 王晓东, 刘慧平, 乔瑜. 利用 Bing Maps 地图切片实现网络地图服务 [J]. 国土资源遥感, 2010(2): 122—127.
- [9] 王小军, 刘璐. 基于 ArcGIS Engine 进行瓦片式切图的技术研究 [J]. 测绘与空间地理信息, 2010(4): 49—51, 55.
- [10] 杜清运, 虞昌彬, 任福. 利用嵌套金字塔模型进行瓦片地图数据组织 [J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2011(5): 564—567.
- [11] 赵艳伟, 程振林, 董慧, 等. 一种用于网络地图的栅格索引技术 [J]. 计算机工程, 2011(2): 27—29.

- [12] 周焯,李少梅,阚映红. 多级栅格网络地图的组织与设计[J]. 测绘科学技术学报,2011(3):213-217.
- [13] 许虎,聂云峰,舒坚. 基于中间件的瓦片地图服务设计与实现[J]. 地球信息科学学报,2010(4):562-567.
- [14] 刘德刚,陈传波. P2P架构的地图库管理模型[J]. 计算机工程与应用,2009(17):208-210,214.
- [15] 田鹏,李军,陈桂红. 海量矢量地图数据网络发布的引擎开发与应用实践[J]. 地理信息世界,2010(2):68-73.
- [16] 艾廷华. 网络地图渐进式传输中的粒度控制与顺序控制[J]. 中国图象图形学报,2009(6):999-1006.
- [17] 黄祥志,刘南,刘仁义. 适用于可编辑 WebGIS 的动态缓存策略[J]. 计算机工程,2011(5):285-287.
- [18] 刘芳,王光霞,刘小春. 网络地图符号的分析与研究[J]. 测绘通报,2010(10):27-30.
- [19] 苏艳军,王英杰,罗斌. 新型网络地图符号概念模型及其描述体系[J]. 地球信息科学学报,2009(6):839-844.
- [20] 邓淑丹,江文浦. 网络动画类动态符号的研究[J]. 测绘科学,2010(1):136-138.
- [21] 肖寒冰,方路平. 一种 WebGIS 数据可视化方法[J]. 计算机系统应用,2010(12):81-85.
- [22] 刘海燕,庞小平,黄洪兴. 在线专题地图集内容与符号的尺度变换[J]. 地理空间信息,2010(1):139-141.
- [23] 刘芳,王光霞,辛欣. 基于 Web2.0 的网络地图设计研究[J]. 测绘科学,2010(S1):115-116.
- [24] 王黎明,夏清国,张永峰,等. 基于个性化移动位置服务中自适应地图的研究[J]. 计算机工程与科学,2009(2):131-134.
- [25] 陈军,闫超德,赵仁亮,等. 基于 Voronoi 邻近的移动地图自适应裁剪模型[J]. 测绘学报,2009(2):152-155.
- [26] 黄维,杨武年,徐强. 顾及心象地图特征的导航电子地图设计[J]. 测绘科学,2009(S1):132-133.
- [27] 陈建斌,朱宝山,姬渊,等. 嵌入式环境下跨平台地图显示技术[J]. 测绘科学,2009(2):170-171.
- [28] 郭峰林,胡鹏,白秩多,等. 移动电子地图中伪 3D 可视化设计[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2010(1):79-82.
- [29] 李连营,李清泉,赵卫锋,等. 导航电子地图增量更新方法研究[J]. 中国图象图形学报,2009(7):1238-1244.
- [30] 宋莺,李清泉. 实时交通信息与移动导航电子地图融合表达[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2010(9):1108-1111.
- [31] 张涛,杨殿阁,李挺,等. 导航电子地图中路口的交通矩阵与路束模型[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2009(5):822-825.
- [32] 李挺,杨殿阁,耿华,等. 车辆导航数字地图的蛛式路网模型[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2010(3):439-442.
- [33] 李宏利,张森,盛秀杰,等. 导航电子地图中的路口聚合模型与方法[J]. 地理信息世界,2009(5):56-63.
- [34] 沈水增,王燕,郑晔. 基于 ARM-Linux 导航电子地图数据模型[J]. 浙江工业大学学报,2010(2):186-191.
- [35] 郑年波,陆锋. 导航路网数据改进模型及其组织方法[J]. 中国公路学报,2011(2):96-102.
- [36] 刘芳,游雄,於建峰,等. 网络地图的信息传输模型研究[J]. 测绘通报,2009(10):15-17.
- [37] 符浩军,朱长青,缪剑. 基于小波变换的数字栅格地图复合式水印算法[J]. 测绘学报,2011(3):397-400.
- [38] 张雪英,申琪君,龙毅. 网络地图评价指标体系及其应用[J]. 地球信息科学学报,2009(3):355-362.
- [39] 徐占华,夏君. 基于 SOA 的网络地图服务系统设计[J]. 测绘技术装备,2010(4):63-64,56.
- [40] 郭群勇,王钦敏,王焕炜. 一种 Web 地图服务搜索器的设计[J]. 微计算机应用,2009(2):35-39.
- [41] 亢孟军,杜清运,翁敏. 利用用户事件模型的网络地图服务策略[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2011(5):560-563.
- [42] 程振林,董慧,张晓力. 网络地图服务中空间查询与分析的栅格化实现[J]. 地理信息世界,2011(1):6-10,15.
- [43] 许锋波,牛丹梅. 基于 Mobile SVG 的移动通信地图服务[J]. 电脑与电信,2010(11):59-61.
- [44] 吴长彬,孙在宏,吉波. 基于 3G 和嵌入式 GIS 的土地移动执法监察系统[J]. 测绘通报,2011(3):63-65,81.
- [45] 王坤杰. GIS 技术在 PDA 防汛系统中的运用[J]. 水利水电自动化,2009(2):28-31.
- [46] 齐琳,沈婕,张宏,等. 面向警务 GIS 的地图优化表达方法研究——以南京市警务 GIS 为例[J]. 南京师范大学学报(自然科学版),2011,34(1):114-118.
- [47] 杨锦园,黄心汉,李鹏. 基于 DSMT 的机器人地图构建及传感器管理[J]. 计算机科学,2010(4):227-230.

Review about Recently Development of Mobile Map and Internet Map in China

ZHOU Tong^{1,2}, LONG Yi¹

(1. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, MOE, Nanjing Normal University, Nanjing 210046;

2. School of Geographic Science, Nantong University, Nantong 226007, China)

Abstract: In the recent years, mobile maps and Internet maps have been developing rapidly in China. They have become the mainstream of geographic information and electronic map applications. This paper reviewed the progress of mobile map and Internet map in data organization and transmission mechanisms, visualization technology, online map services, and the navigation applications. Although much progress had been made, there were still some drawbacks, either in research depth or the combination with new technologies, which were shown on the deficiency of original works, especially research theories of high quality. Due to the lack of effective sharing and updating methods of map data, electronic maps could not meet the real-time needs of users. This paper proposed that user and environment situations could be monitored dynamically and in real-time through the booming sensor networks and wireless communications, which added much new elements to map contents, and gained the focus of map research and application. Hence, many research areas were extended, for instance, multi-dimensional data model, adaptive and personalized representation, 3-dimensional virtual visualization, and map spatial-temporal analysis and representation, etc. Finally, this paper prospected the development of mobile map and Internet map and in expectation to provide some theory guidance practical reference.

Key words: mobile map; Internet map; web GIS