

电子地图可视化中的自适应策略

王 洪¹ 艾廷华¹ 祝国瑞¹

(1 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘 要:通过分析用户地图操作行为和外界环境因素对电子地图可视化的影响,提出了电子地图可视化中的自适应概念,并给出了比较全面的自适应条件的分类和详细的论述,建立了自适应的策略框架。

关键词:自适应可视化;电子地图;数字景观模型;数字制图模型

中图法分类号: P283.7

随着多媒体技术、网络技术以及通讯技术的发展,电子地图正成为一种大众化的信息产品,并将充当信息大众传播的一种重要工具^[1]。

运用面向用户的电子地图自适应策略,可以解决由用户定制获取空间信息的问题^[2],即为用户提供各种个性化的地图产品。作为一种多媒体的空间信息表达手段,电子地图具有动态性和可交互性的特点。动态性是电子地图系统动态生成不同电子地图表现产品的基础;可交互性则是实现用户信息定制的技术渠道,所以实现电子地图的自适应可视化在技术上是可行的。

1 自适应概念与条件分类

文献[3]认为,制图是一种个人可视化思考和公众可视化交流的科学处理过程,因此,可以认为自适应是电子地图的设计者和用户之间的一种技术与需求的协调统一关系。显然,自适应如果限于对个人特点和要求无止境的妥协,那么,目前在技术实现上“自适应”必然会成为一种空洞的概念,因而建立适当的自适应约束条件是保证这种自适应行为合理和实用的关键。

任何自适应的触发条件均来自于外部情况的变化,而这种变化只能和电子地图的交互接口进行通讯,所以交互接口是自适应方法产生的初始条件。本文将这种交互接口划分为两种类型:

① 由用户的地图操作行为触发的接口, Dorling 认为,当操作地图的行为发生改变时,地图没有道

理依然保持不变^[4];② 由外部环境的变化触发的接口,这里涉及与用户相关的各种硬件和软件环境的信息。根据这个分类可以给出电子地图自适应可视化的定义:在电子地图的使用过程中,由于用户自身的地图操作行为、电子地图系统本身或者外部环境的变化而引起的电子地图可视化内容、方式、质量和结构等的相应自动变化机制。本文定义的电子地图自适应策略的基本框架如图 1 所示。

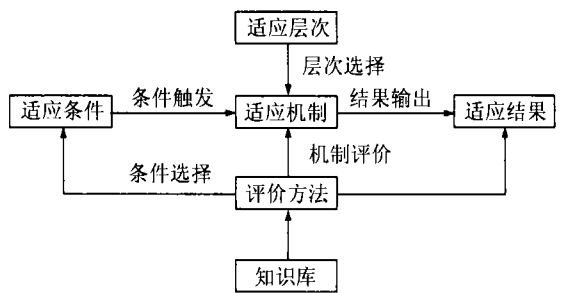


图 1 自适应基本框架

Fig. 1 Basic Adaptive Framework

地图信息的自适应可视化表达依赖于用户的地图操作行为,在使用电子地图时,用户的操作可能很多,并且不同的系统所定义的功能也不同。根据电子地图的用途以及用户使用电子地图的目的,可以对用户的地图操作行为进行划分和描述,从而提取出一套地图操作行为的自适应触发条件。在以浏览为目的的电子地图中,如表 1 所示,主要有放大、缩小、漫游和查询等用户操作,这些操作将会引起地图的位置、范围和比例尺,以及地

图要素的数量、方位、密度和质量等的变化。另外,为了表达查询结果,可能还会有选中目标的要素层次、显示顺序和显示频率等的动态变化。Reichenbacher 认为,并不是所有的动作都应该产生表现效果^[5],所以对电子地图的设计者来说,首先应该选择为哪些操作行为提供用户接口;其次再为这些选定的接口制定自适应可视化的具体方案。

表 1 地图操作行为和变化分析

Tab. 1 Analysis about Map Behavior and Relative Change

操作行为	地图内容和结构变化情况
放大	范围、比例尺、位置、数量、质量、密度
缩小	范围、比例尺、位置、数量、质量、密度
漫游	范围、位置
查询	范围、比例尺、位置、数量、质量、密度要素层次、显示顺序、显示频率
旋转	范围、位置、方位

图 2 和图 3 是地图内容根据电子地图显示比例尺的改变而自适应变化的一个实例,该自适应过程需要一定的地图综合技术的支持。图 2 是当前地图显示比例尺变化后,地图内容没有采用自适应策略而显示的海图,它将数据库中的全部要素都显示在图面上,没有进行任何地图综合处理,结果是图面内容繁杂,可读性差。图 3 是根据地图显示比例尺的变化而采用自适应策略显示的海图,图中对数据库中的要素依据当前海图的显示比例尺进行了选取和化简,可以看到,海图中的内容配置合理,可读性好。

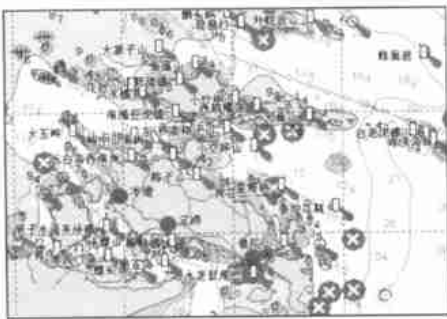


图 2 全要素无综合显示

Fig. 2 Scale Independent Zoom

外部环境条件的变化是一个复杂的因素,包括电子地图的硬件和软件系统以及电子地图的使用类型(如导航地图、网络地图),还有电子地图使用环境的噪音、光线、天气和时间以及使用的位置,如室内、室外、车上、飞机或船舶等。严格意义上讲,以上这些外部环境因素都应纳入自适应的范畴,所以自适应的电子地图系统应该为所有可能的变化因素设计软件接口,这样,用户可以根据

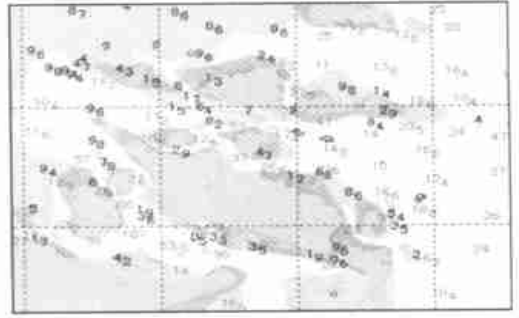


图 3 要素自适应比例尺综合显示

Fig. 3 Scale-Dependent Zoom

自己的设备环境条件定制相应的接口,从而达到软件设计中设备无关性以及随时随地使用的目的。下面列出一些可能对电子地图的表现产生影响的外部环境因素条件:天气、光线(亮、暗),特殊光源条件(绿色光、大雾、晚上),数据加载速度(网络速度、大数据加载),外界环境(如室内、室外、安静、嘈杂),显示设备(PC、LCD、PDA、固定电话、移动电话),特殊(如特定船舶的安全水深),时间和事件,用户文化背景^[5](如国籍、语言等等)。

图 4 和图 5 是天气和光线因素影响地图显示的例子。因为外界天气情况或者时间的改变,船舶驾驶舱环境的光线亮度会发生变化,借助一定的感光设备,海图会自适应地显示不同的色调和明度,从而保证信息显示清楚和航行安全。

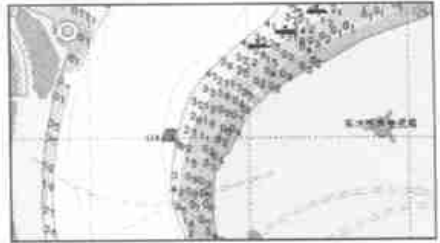


图 4 光线环境(晴天)

Fig. 4 Surroundings' Light (Bright)

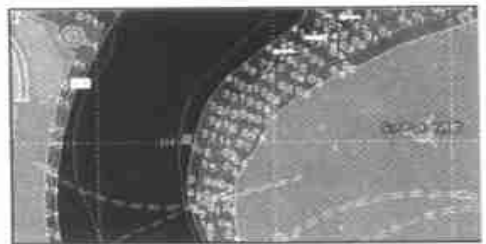


图 5 光线环境(阴天)

Fig. 5 Surroundings' Light (Gray)

图 6 是电子地图产品根据不同载体的运算能力、内存大小、带宽条件以及屏幕显示能力等方面而自适应显示的例子。PC 机的屏幕比较大,CPU 运算速度快,能够显示的目标多而详细,如图 6

(b); PDA 设备在屏幕大小、运算能力等方面都比 PC 机功能弱, 所以地图显示比较简略, 地图目标数量较少, 如图 6(c); 移动电话各方面功能最弱, 且受无线通信带宽的限制, 所以显示的图形最为简略, 数据量较小, 如图 6(a)。



图 6 硬件设备的自适应

Fig. 6 Adaptive to Display Device

2 自适应的层次与实现机制

电子地图通过地图内容及其表现形式的变化来实现自适应可视化的目的, 所以对自适应层次的分析就是对电子地图的内容和自适应表现功能的分析。图 7 是自适应层次的一个简单描述, 图中涉及电子地图中地理要素、数据尺度和功能等方面的层次关系。地理要素的分层和地图的多比例尺数据库是提供用户选择个性化地图输出方案的基础, 而缩小、放大、漫游和查询等操作则是一般电子地图需要具备的功能, 至于对光线、声音和硬件等的自动感知和适应, 则可以是更高层次的功能要求。所以自适应的电子地图产品需要建立自己的自适应层次关系, 从而保证各种用户的多层次需求。

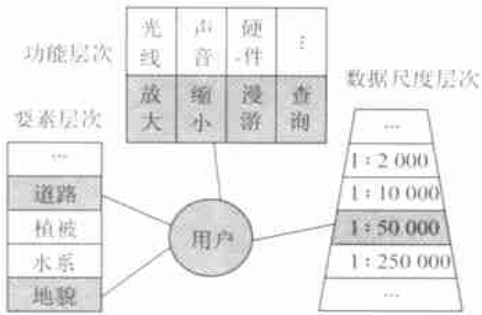


图 7 自适应层次

Fig. 7 Adaptive Level

从图 7 可以看出, 用户的选择是自适应层次实现的关键因素, 所以根据各种用户的心理特点、知识经验和使用目的等进行用户分类, 对建立自适应层次关系是很有必要的。Reichenbacher 提供了一个分类^[5]: 专业人士 (professionals)、研究者 (explorers)、旅游者 (tourists) 和一般用户 (everyday users)。显然, 该用户分类具有层次关

系, 因此, 电子地图所提供的内容则各有不同。对于某个旅游景区, 地质专家在查阅电子地图时可能需要精确的地理位置, 且更关注地貌、水文等信息; 旅游者则关注旅游线路和交通等信息, 而对地理位置的精度要求不严, 同时其在野外使用时, 可能需要光线和声音等感知设备的支持; 一般的用户可能只关注该景区所在的大致位置或其他简要的信息。

地图是地理空间的模型, 自适应的电子地图是地图设计者和用户对地理环境更加统一的理解和认识。地图设计需要涉及实体世界、概念世界和用户, 地图即是概念世界的外化。地图设计者对空间信息的数据库组织是概念世界的计算机表达, 即电子地图的数字景观模型(DLM)。因为自适应可视化的过程不同于传统的地图制图方法, 它允许读者部分地参与到地图制图的过程中来, 所以用户可以使用地图设计者提供的工具和接口, 并结合自己的知识、经验和兴趣爱好完成定制地图产品的输出, 该产品即是个性化的数字制图模型(DCM)产品。图 8 是电子地图的自适应制图模型, 不同层次的用户通过选定不同的制图原则和接口, 自适应机制就会根据选定的方案从唯一的 DLM 中生成多种不同版本的 DCM, 从而完成自适应可视化的目的。从 DLM 到 DCM 属于面向用户的动态制图过程, 它是实现多层次自适应电子地图产品的关键。该过程中采用的制图方法包括自动制图 (automatic cartography)、面向需求的制图 (on-demanded mapping)、在线地图综合 (on-line generalization) 等, 另外, 还涉及空间认知和决策 (spatial cognition and decision) 及环境感知等相关技术。

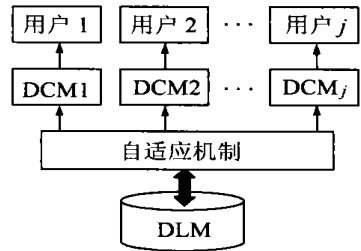


图 8 自适应制图模型

Fig. 8 Adaptive Cartography Model

3 自适应的效果

自适应的效果包括自适应的电子地图产品的质量和适应度的问题。陈毓芬认为, 地图视觉感受理论对电子地图的设计具有重要意义^[6], 其中

电子地图的视觉变量和视觉感受效果是其主要的两个方面。Bertin 的静态视觉变量是传统的纸质地图视觉效果的评价基础,其中地图符号的设计以及色彩设计的原则等仍然适用于自适应的电子地图。DiBiase 的动态变量是静态变量在电子地图技术条件下的扩充,可以作为电子地图动态符号视觉感受效果的一种评价基础。视觉感受效果必然是自适应效果评价的基础,而心理学实验则是电子地图视觉感受效果研究的有效方法^[6],所以完备的实验方案是自适应效果测试的保证。综上所述,电子地图设计原则、用户个人要求和外界环境条件是自适应效果评价的主要指标,而心理学实验是其重要的评价方法。

参 考 文 献

- 1 杜清运, 邬国锋, 蔡忠亮. 多媒体电子地图集中超媒体结构的语言学机制. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(1): 18~24
- 2 Zipf A. User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. <http://www.elec.qmul.ac.uk/cnumpet/docs/papers/User-Adaptive Maps for Location-Based Services for Tourism.pdf>, 2002
- 3 DiBiase D. Visualization in the Earth Sciences. Earth and Mineral Sciences. Bulletin of the College of Earth and Mineral Sciences, Penn State University, 1990, 59(2): 13~18
- 4 Dorling D. Stretching Space and Splicing Time: From Cartographic Animation to Interactive Visualization. Cartography and Geographical Information Systems, 1992, 19(4): 215~227; 267~270
- 5 Reichenbacher T. SVG for Adaptive Visualisations in Mobile Situations. SVG Open / Carto. net Developers Conference, Zurich, Switzerland, 2002
- 6 陈毓芬, 陈永华. 地图视觉感受理论在电子地图设计中的应用. 测绘学院学报, 1999, 16(3): 218~221
- 7 艾廷华. 动态符号与动态地图. 武汉测绘科技大学学报, 1998, 23(1): 47~51
- 8 李 峻. GIS 决策支持可视化的研究: [博士论文]. 武汉: 武汉大学, 2001

第一作者简介: 王洪, 博士生. 现主要从事空间信息可视化、空间认知和海上船舶导航等方面的研究和软件开发.
E-mail: wangsoft@163.com

Adaptive Strategy on the Visualization of Electronic Map

WANG Hong¹ AI Tinghua¹ ZHU Guorui¹

(1 School of Resource and Environment Science, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: This paper brings forth an adaptive strategy on the visualization of electronic map. Two interfaces on the interactions between user and adaptive map are presented. One is the user's map behaviors, and the other is the context of the surroundings where the electronic map system stays. Based on one complete classification and depiction of the adaptive conditions about electronic map's visualization, an adaptive visualization framework is presented.

Key words: adaptive visualization; electronic map; digital landscape model (DLM); digital cartography model (DCM)

About the first author: WANG Hong, Ph. D candidate, majors in spatial information visualization, spatial cognition and maritime navigation.
E-mail: wangsoft@163.com

(责任编辑: 宏光)