

# 对新型智慧城市三维模型“计算思维”的思考

龚 强<sup>1,2</sup>, 王丽欣<sup>3</sup>

(1. 中国地震局工程力学研究所 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 黑龙江省有色金属地质勘查局 黑龙江 哈尔滨 150090;  
3. 黑龙江省测绘地理信息学会 黑龙江 哈尔滨 150081)

**摘 要:** 新型智慧城市地理信息公共服务平台及三维模型建设, 大多应用 BIM、VR、AR, 以及数字航空摄影测量、高分辨率卫星遥感、无人机摄影测量系统等技术, 然而, 这些感官成果缺少计算思维。在大数据时代的今天, 人们对地理信息成果的要求不仅能“直观看到”, 还要具备基于计算思维满足智能需求的计算功能。应用倾斜摄影实景三维技术构建城市地理信息底层因满足了这一需求将备受关注。

**关键词:** 新型智慧城市; 倾斜摄影测量; 三维建模; 计算思维

**中图分类号:** P228      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-5867(2017)11-0001-02

## Thought on the Computational Thinking of 3D Model in New Smart City

GONG Qiang<sup>1,2</sup>, WANG Li-xin<sup>3</sup>

(1. Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration, Harbin 150080, China; 2. Heilongjiang Survey Bureau of Non-ferrous Geology, Harbin 150090, China; 3. Heilongjiang Provincial Society of Surveying, Mapping and Geoinformation, Harbin 150081, China)

**Abstract:** The geographic information public service platform and 3D model building of new smart city mostly used BIM, VR, AR and digital aerial photogrammetry, high-resolution satellite remote sensing, UAV photogrammetry systems and other technology, however, these sensual results are lack of computational thinking. Nowadays, in the era of big data, the requirements of geographic information results can not only be seen directly, but also have computational functions based on computational thinking to meet the needs of intelligence. The application of the tilt photogrammetry 3D technology to build urban geographic information underlying meet the needs, and it will attract much attention.

**Key words:** new smart city; tilt photogrammetry; 3D model; computational thinking

### 0 引 言

目前, 国内许多城市都在进行新型智慧城市建设, 于是出现了许多基于地理信息平台的三维数字化模型, 但现在的三维立体模型提供的大多是感观成果, 只是满足了人们“看到”的需求, 这仅仅是第一步, 还应该基于计算思维, 具备计算功能。

### 1 新型智慧城市地理信息公共服务平台建设

大力推进新型智慧城市建设是我们国家为满足新型城镇化发展的需要, 利用信息化手段促进城市更加科学

地发展, 加快提升城市管理水平所做出的重大决策。近年来, 按照“创新驱动, 智慧引领”的基本原则, 我国的智慧城市建设迅速展开。智慧城市建设之初, 一些设计没有(或较少)考虑基础地理信息底层——地理信息公共服务平台(空间地理信息框架)的建设(笔者专门撰文《智慧城市与地理信息共享平台建设——一个需要高度重视的问题》), 其间还经历了“偏重硬件建设, 出现若干‘信息烟囱’, 无法充分共享”的暂短波折。之后人们意识到, 新型智慧城市建设必须依托空间地理信息共享平台, 如果没有这种坚强的空间地理信息公共服务底层做支撑, 新型智慧城市建设或成为“无根之木, 无水之源”, 也无法“共享”, 根本无法进行下去。

收稿日期: 2017-07-25

基金项目: 地震工程远程协同试验系统的软件研究与开发(0618001)资助

作者简介: 龚 强(1954-) 男, 黑龙江哈尔滨人, 教授, 研究员级高级工程师, 翻译职称, 双硕士, 博士, 博士后, 博士生导师, 主要从事测绘与 GIS、现代经济与管理、网络计算与地理空间信息网格、云计算等研究及教学工作。

## 2 构建地理信息平台的常用技术

在经历了短暂的忽视地理底层设计建设后,目前的新型智慧城市建设,比较重视基础地理信息底层的构建,许多新技术也集中应用于此,如:

1) 建筑信息模型(BIM: Building Information Modeling)。实现了建筑空间数字化,工程设计和建造从CAD到三维设计建造,进而改变工程设计、建造和运维方式,较多地应用于地下管网三维模拟。

2) 虚拟现实技术(VR: Virtual Reality)。利用计算机模拟产生三维虚拟世界,并提供视觉、听觉、触觉等感官模拟,这种多源信息融合的交互式三维动态景观和实体行为系统仿真,使人们能全方位体验到不同虚拟场景,并令其沉浸其中。

3) 虚拟增强技术(AR: Augmented Reality)。增强现实是以构想和交互为基本特征的高级人机界面。利用AR模拟真实现场景观,使用户既可通过虚拟现实系统“真切”体会在客观物理世界中所经历的“身临其境”,又能突破空间、时间以及其他客观限制感受到在真实世界中无法亲身经历的体验。

4) 数字航空摄影测量。基于线阵(LINEar Array)传感器方向和基于面阵(PlaNe Array)传感器方向的CCD传感器技术进步,促进了高分辨率影像获取技术的发展,而这些恰是新型智慧城市建设中制作DOM、DSM、DEM、DLG的主要数据来源。中低空高分辨率主被动宽幅与三维探测遥感设备、高精度宽幅航空数码测量型多光谱相机、成像光谱仪等,提高了对地获取高分辨率地理数据的能力。

5) 高分辨率卫星遥感。我国集测绘与资源调查功能于一体的“资三”卫星,国外商业卫星SPOT5、IKONOS、QuickBird和OrbView等,在开展国土资源调查、监测,为农业、林业、环境、生态、水利、防灾、减灾、城建、市政、规划、交通、国防等领域提供服务的同时,也为新型智慧城市建设提供了基础数据。

6) 无人机摄影测量系统。通过地面遥控的低空无人机可实现40°—60°倾角摄影,从而获取空间分辨率0.1 m或更高精度的地面建筑物顶部和不同侧面影像,它可作为城市三维模型的影像源。低空多角度高分辨率遥感影像是城市景观中三维对象各种纹理信息的可靠来源。

7) 激光探测与测量系统(LIDAR, Light Detection And Ranging)。LIDAR利用GPS和IMU(惯性测量装置)机载激光扫描获取的数据为DSM(数字表面模型)的离散点表示。用分类(Classification)技术将原始数字表面模型中人造物、植物覆盖等移除,再经相关软件处理后,可以生成高精度的DTM、等高线图、DEM,并直接获得地物高程。

此外,还有一些相关新技术为地理空间基础平台建设提供数据基础。

然而,无论是BIM、VR、AR,还是数字航空摄影测量、高分辨率卫星遥感、无人机摄影测量系统等,虽然都是基于现代信息技术获取地面成果后建立三维模型,但它呈现在人们面前的仍然是感官成果,它是不能够直接用来

参与计算的。换言之,它是缺少计算思维的(至少是计算思维不足)。

## 3 大数据环境下要高度重视计算思维

“用望远镜来观测太空已成为历史,这种方法业已过时”,此话虽显夸张,但却有其道理。今天,我们首先研究的不是“看见”,应该是“计算”。目前,天文学家更多的是远程控制各类望远镜,通过互联网实现观测调度,利用计算机整合观测结果,进行相关分析。

许多人认为,17世纪以后相当长一段时间,科学是建立在经验基础上的,即所谓的经验主义科学。当时的普遍认识是,人类完全能够通过感官收集、获取大千世界中的各类数据乃至信息,进而了解、最终掌控整个世界。然而,在知识爆炸的今天,现代科学的发展进步,大量科学仪器的应用,使协作科学研究的数据量迅速膨胀。大数据的出现和大数据时代的到来告诉我们,人类仅仅凭借感官——视觉听觉感觉,哪怕是“直观”(直接感官),都已经无法应对呈几何级数增长的海量数据,必须依靠计算机去处理和分析。

当今的科研形式是:多学科研究人员协作,设计出满足多种需求的实验并对不同假设进行验证。于是,编程、编程模型的开发、计算方法、统计、运筹学等与计算机相关的技术变得尤为重要。如运筹学,这个大数据时代的决策引擎,在设计、选优方面的独特优势将更加充分地发挥作用,探索和挖掘数据的方式甚至能够让科学家们“计划科学发现的偶然性”。在当今的大数据环境下,科学研究正在深刻地发生以数据为驱动的变革。

毫不例外,现代测绘地理信息科学也是通过计算机模拟,对客观世界建模,对观测数据深入分析,实现科学探索的。利用VR、AR、BIM、数字航空摄影测量、高分辨率卫星遥感、无人机摄影测量系统等手段获取地理数据,经加工获得影像成果后,这仅仅是“看到”。智慧城市的精髓在于应用计算机技术进行智能分析和智能管理,因此,人们更希望地理信息成果呈现在面前的不仅仅是“看到”,而是具有测绘语言、计算思维,满足智能需求的“可计算”成果。

从发展的角度考虑,从开发利用这些数据建立起新型智慧城市地理信息共享平台,更好地满足不同需求,必须建立起“计算思维”,甚至开发“计算思维”,开发计算思维是大数据时代的要求,这不单纯是编码问题,更需要创新思考与深入研究,编写新的算法,最终实现“计划科学发现的偶然性”。

## 4 倾斜摄影实景三维——计算思维的有益尝试

倾斜摄影实景三维技术是近年来出现的一项全新技术。由于是在同一飞行平台上搭载多台传感器,同时从垂直方向和多个倾斜角度采集地面影像,它打破了传统航空摄影测量技术只能从垂直方向对地拍摄的局限性,

(下转第8页)

- 基础设施通达性研究[J]. 人文地理, 2012, 27(6): 76-80.
- [5] 白永平, 陈博文, 吴常艳. 关中-天水经济区路网空间通达性分析[J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 724-732.
- [6] 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈路网空间通达性分析[J]. 地理学报, 2009, 76(12): 1488-1498.
- [7] Voskuhl David E F. Interlinking the region with its centre: the example of the Karlsruhe in Germany. Journal of Transport Geography, 1995, 3(4): 281-286.
- [8] Hansen W G. How accessibility shapes land-use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.
- [9] O'Sullivan D, Morrison A, Shearer J. Using desktop GIS for the Investigation of Accessibility by Public Transport: an isochrones Approach[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2000(1): 85-104.
- [10] Xuan Zhu, Suxia Liu. Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool[J]. Journal of Transportation Geography, 2004(12): 89-101.
- [11] Ossi. Kotavaara, Harri Antikainen, Jarmo Rusanen. Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970-2007[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(4): 926-935.
- [12] Asher Vaturi, Boris A Portnov, Yehuda Gradus. Train access and financial performance of local authorities: Greater Tel Aviv as a case study[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(2): 224-234.
- [13] 刘承良, 余瑞林, 段德忠. 1989—2010年武汉城市圈县域通达性的空间演化及对称性[J]. 人文地理, 2014, 29(3): 69-75.
- [14] 陈少沛. 城市轨道交通网络通达性度量与空间特征分析——以广州市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2013, 29(3): 109-113.
- [15] 周恺. 长江三角洲高速公路网通达性与城镇空间结构发展[J]. 地理科学进展, 2010, 29(2): 241-248.
- [16] 李志, 周生路, 吴绍华, 等. 南京地铁对城市公共交通网络通达性的影响及地价增值响应[J]. 地理学报, 2014, 81(2): 255-267.
- [17] 王伟. 基于空间分析的鄱阳湖生态经济区公路交通格局与经济格局关系的初探[D]. 南昌: 江西师范大学, 2012.
- [18] 刘建军, 陈颖彪, 千庆兰, 等. 广州市交通网络的通达性及其空间特征[J]. 经济地理, 2016, 36(2): 45-52, 73.
- [19] 蒋鹏, 金炜东. 基于加权核密度估计的自适应运动前景检测方法[J]. 西南交通大学学报, 2012(5): 769-775.
- [20] 王远飞, 何洪林. 空间数据分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [21] 刘锐, 胡伟平, 王红亮, 等. 基于核密度估计的广佛都市区路网演变分析[J]. 地理科学, 2011, 30(1): 81-86.
- [编辑: 肖瑞涵]

(上接第2页)

弥补了正射影像的不足,更加真实地反映地表地物的客观情况,其数据处理的基本原理如图1所示。尤其是问世不久的12镜头倾斜摄影测量仪,通过多镜头、高像素倾斜摄影测量技术采集的城市(观测区域)要素数据,经过“街景工厂”软件自动化处理,真实地还原地表全要素,呈现出一个原景重现的三维立体城市。通过倾斜摄影实景三维技术构建的三维世界,不仅具有真实还原的特性,还能保证精准的模型位置相对关系。

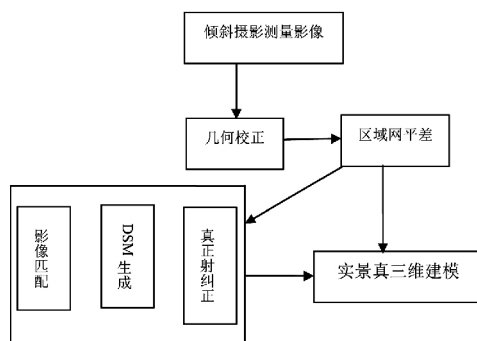


图1 倾斜摄影数据处理基本原理

Fig. 1 Basic principles of tilt photogrammetry data processing

目前,通过倾斜摄影实景三维技术构建的三维模型,可以直接进行高精度的距离测量、高程测量、面积计算、

淹没分析、立体量算、天际线分析,对各种灾害损失程度的翔实分析,能真实再现雾霾在空中的走向。

这种基于“真三维”的实景三维模型,使抽象回归真实。不仅可以“看到”,由于模型上每一点都具有真实、准确的三维地理坐标,可供用户按需测量和计算,有一定的计算功能,因此,在一定程度上体现了“计算思维”。

## 5 结束语

基于倾斜摄影实景三维技术构建的地理信息公共服务平台,作为新型智慧城市基础地理底层的技术支撑,已经阶段性地取得了成功,更因其三维模型具有一定的计算功能,表明“计算思维”将引起更广泛的关注。

## 参考文献:

- [1] 林念修, 庄荣文. 新型智慧城市发展报告 2015—2016[M]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [2] 吉林省瑞凯科技股份有限公司. 智慧城市要建立在彻底的数字化城市基础上[EB/OL]. (2016-11-03). <http://rk.vistar.cc>.
- [3] 王雷. 科学不能忽视计算思维[N]. 光明日报, 2017-05-16(科学栏目).
- [4] 龚强. 智慧城市与地理信息共享平台建设——一个需要高度重视的问题[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(1): 1-3, 8.

[编辑: 刘莉鑫]