

构建全球纹理金字塔中投影变形纠正问题研究

岳利群, 夏青, 游雄

(解放军信息工程大学 测绘学院, 河南 郑州 450052)

摘要: 在对地图投影中的高斯-克吕格投影和墨卡托投影研究的基础上, 设计并实现了一种影像纠正算法, 解决了构建全球纹理金字塔中普通 UTM 投影中位图的变形问题, 大大提高了金字塔纹理在全球三维可视化系统中的绘制效果和显示位置的准确性, 研究的相关成果主要应用于全球海量纹理数据入库。

关键词: 地图投影; 全球纹理金字塔; 投影变形纠正

中图分类号: P282.1

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2011)03-0034-03

1 引言

20 世纪 90 年代以后, 随着航天遥感技术、计算机技术、地球信息科学、GIS 理论与技术的发展, 数字地图的出现, 使地图的制图技术、出版技术以及应用技术都发生了革命性的变化, 地图投影也取得了相应的发展^[1-3]。近十多年来随着虚拟现实技术与地图的结合, 地图投影的重要性日渐突出, 其中影像纹理由通用横轴墨卡托 UTM 投影到地理坐标的反投影变换是建立三维场景时重要的影像纹理数据处理技术^[4]。通常的影像数据大多采用通用横轴墨卡托(UTM)投影, 而本文所涉及的地形纹理预处理数据是以地理坐标为基准来进行数据分割与存储的, 所以要将影像纹理与地形模型匹配则必须将影像纹理由 UTM 投影变换到地理坐标系下, 而在投影的过程中势必会遇到影像数据变形的问题。在建立全球纹理金字塔的过程中, 对原始海量影像数据进行投影变形纠正是必不可少的。本文主要是研究构建全球纹理金字塔过程中投影变形纠正问题, 通过纠正算法消除投影变换中存在的变形问题。

2 影像插值算法

常用的插值算法有临近点插值、双线性插值、双三次插值、三次卷积法和二元全区间插值等^[5-8]。专业的图像处理问题不是本文讨论的重点, 本文所使用的插值方法是双线性插值^[9], 下面简要介绍该方法思想: 假设输出图像的宽度为 DstWidth, 高度为 DstHeight, 输入图像的宽度为 Width, 高度为 Height, 要将输入图像的尺度拉伸或压缩变换至输出图像的尺寸。将输入图像的宽度、高度方向分别分成

DstWidth 和 DstHeight 等份, 那么输出图像中任意一点 (x, y) 的灰度值就应该由图像中 4 点 (a, b) 、 $(a+1, b)$ 、 $(a, b+1)$ 、 $(a+1, b+1)$ 的灰度值来确定, 见图 1。

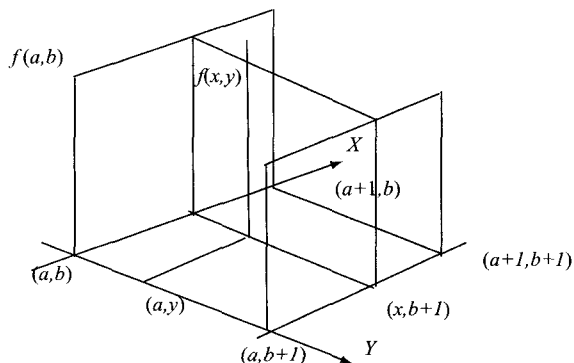


图1 图像插值示意图

其中, a, b 的值分别为:

$$\begin{cases} a = \lceil x \times \frac{Width}{DstWidth} \rceil \\ b = \lceil y \times \frac{Height}{DstHeight} \rceil \end{cases}, 0 \leq x \leq DstWidth, 0 \leq y \leq DstHeight$$

(x, y) 点的灰度值 $f(x, y)$ 应为:

$$\begin{cases} f(x, y) = (b+1-y)f(x, b) + (y-b)f(x, b+1) \\ f(x, b) = (x-a)f(a+1, b) + (a+1-x)f(a, b) \end{cases}$$

双线性插值计算量大, 但缩放后图像质量高, 不会出现像素不连续的情况。由于具有低通滤波器的性质, 使高频分量受损, 所以可能会使图像轮廓在一定程度上变得模糊, 但整体上并不会影响场景效果。

3 建立全球纹理金字塔中影像纠正算法设计与实现

本文目前对普通 UTM 位图(BMP)格式实现了影像纠正, 具体思路如下: 读取位图, 套用反解公式 $(X, Y) \rightarrow (B, L)$ 逐像素推算出地理坐标, 遍历所用

像素点可求取整个图像范围内的最大与最小经纬度,分别记为 $\max L$ 、 $\min L$ 、 $\max B$ 、 $\min B$,由式(1)计算出图像所跨越的经差和纬差记为 $\text{delta}L$ 和 $\text{delta}B$:

$$\begin{cases} \text{delta}L = \max L - \min L \\ \text{delta}B = \max B - \min B \end{cases} \quad (1)$$

设未纠正影像的宽高分别为 $m_iWidthOld$ 和 $m_iHeightOld$,由于投影变形的缘故,原始影像的宽高比和计算所得出的经差和纬差的比例不一定相等^[10],需要重新计算预生成影像的尺寸,设新影像的宽高分别为 $m_iWidthNew$ 和 $m_iHeightNew$ 。为充分利用原始影像的像素点信息而不出现人为的像素点的压缩变形,采取适当放大图像尺寸的方法。

在影像覆盖范围的地理坐标下,计算出每个像素点地理坐标 (B, L) ,由正解公式: $(B, L) \rightarrow (X, Y)$,求出每个像素点所对应的高斯坐标,判断该坐标点是否在原始影像坐标区域内,若不在区域内,则说明该点是投影变形导致的边缘点,可以把该点指定为默认灰度值,本文填充为 $(192, 192, 192)$ 的灰色;否则在高斯坐标体系下,找出该像素点周边的 4 个像素点,由双线性插值算法可以算出该点的颜色值,循环处理所有像素点即可完成影像纠正转换。影像的最大最小高斯坐标和所处中央经线的经度以配置文件的形式附加,定义为 $*.ini$ 。

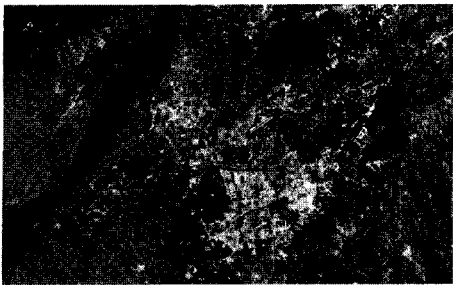
4 试验测试及比对

采用以上方法,运用 VC++6.0 开发工具设计了投影变形纠正软件。对一组待纠正影像数据进行了处理,对试验结果进行了分析对比。测试机器配置为:Core 2 Duo CPU T7250,1024 M 内存,Geforce 7700 显卡 Windows XP 操作系统。研究发现,处理时间随着单幅影像数据量的增大而逐渐延长。由于正反算公式较冗繁,对计算机的浮点运算能力要求较强,需要占用一定的系统资源。具体试验结果见表 1。其中一幅试验数据的对比图像见图 2。

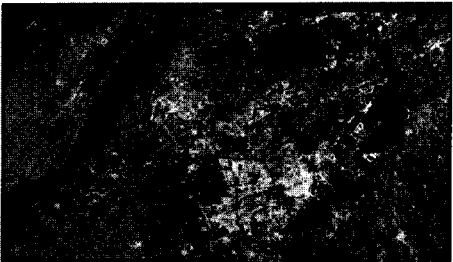
表 1 影像纠正结果对比表

测试序号	纠正前尺寸	纠正后尺寸	处理时间(s)	CPU 占用率(%)	最大内存占用(K)
1	4096×4096	4474×4096	34	50	61,016
2	4608×3584	5058×3584	30	49	62,096
3	11264×7168	12139×7168	158	50	265,032
4	10240×10240	11190×10240	185	50	344,272
5	8704×13824	9869×13824	234	51	410,224
6	19968×16384	21743×16384	686	50	1,054,912

以纠正算法后的纹理金字塔数据为基础,本文也测试了纹理数据在全球三维可视化系统中的显示效果,作者采用不同地区、各种分辨率的数据进行了实验,参与测试的数据集共达 40GB。部分效果见图 3。经过测试,系统中在一般配置的硬件下也能够比较流畅地运行,经过纠正算法处理的纹理数据显示的准确性与效果达到了用户的需求。



(a)纠正前



(b)纠正后

图 2 投影变形纠正前后对比图像

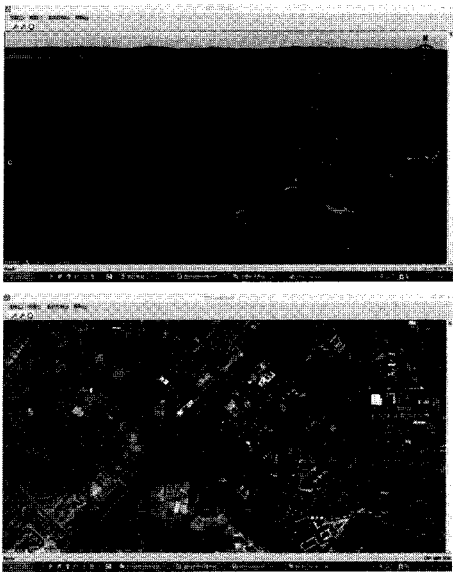


图 3 纠正后纹理在全球三维可视化系统中的应用效果

5 结束语

全球三维可视化系统具有独特的应用价值,无论是在军事领域,还是在国民经济建设领域,都有良

好的应用前景。全球海量纹理金字塔数据是全球三维可视化系统建立的数据基础,本文研究的内容主要是利用高斯-克吕格投影正反解算法和影像插值算法,设计并实现了一种纹理投影变形纠正算法,解决了构建全球纹理金字塔中普通 UTM 中位图的投影变形问题,大大提高了金字塔纹理在全球三维可视化系统中的绘制效果和显示位置的准确性,纠正软件实现上通用标准化接口使得计算模型易于升级、维护及重复应用。本文的研究成果主要应用于全球三维可视化系统中的海量地形数据入库分系统的一个模块,消除由于摄像机导致的数字图像的几何变畸变,为海量纹理数据入库提供支持。

参考文献:

- [1] 高 俊,夏运钧,游 雄,等. 虚拟现实在战场环境仿真中的应用[M]. 北京:解放军出版社,1999.
- [2] 万 刚. 虚拟地理环境的构建理论与技术研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2006.
- [3] 陈 刚. 虚拟地形环境的层次描述与实时渲染技术研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2000.
- [4] 莫 凡. 虚拟地理环境中地表纹理的研究与实践[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2004.
- [5] 王家耀,孙 群,王光霞,等. 地图学[M]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院出版社,2003.
- [6] 游 雄,等. 战场环境仿真[M]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院出版社,2006.
- [7] 李春雨. 计算机图形学理论与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [8] 夏 青. 战场可视化及应用原型研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2001.
- [9] 杜 莹. 全球多分辨率虚拟地形环境关键技术的研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2005.
- [10] 武玉国. Virtual GIS 若干关键技术研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学测绘学院,2009.

Research of Projection Distortion Collecting in Building Global Texture Pyramid Model

YUE Li-qun, XIA Qing, YOU Xiong

(Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou, Henan, 450052)

Abstract: Based on the research of Gauss-Kruger projection and Mercator projection, we design and implement an algorithm of image collecting, then we solve the distortion problem of bmp projection in the course of building global, the algorithm greatly improves the rendering effect and displaying position veracity of the pyramid texture in global 3D visualization system, the production mostly applies to the storage of global massive texture data.

Key words: map projection; global texture pyramid; projection distortion collecting

(上接第 33 页)

Space Uncertainty Analyze of Submarine Digital Terrain Model

MENG Chan-yuan¹, WANG Hui², LI Ming-hui², ZOU Yong-gang¹

(1. Naval Institute of Hydrographic Surveying and Charting, Tianjin, 300061;

2. Navy Press, Tianjin, 300450)

Abstract: The precision loss of grid submarine digital terrain model to real marine topography is discussed, a new “shallow extend” principle of submarine DTM is put forward. It's proved that this principle can ensure the expression of submarine shallow preferably and improve the precision.

Key words: digital terrain model; shallow extend; precision loss; submarine topography