昆明学院学报　2014, 36(6):47~50　CN 53-1211/G4　ISSN 1674-5639
Journal of Kunming University

基于散乱点云数据的三维精细建模

喜文飞[1],李东升[2],张鸣宇[3]
(1. 云南师范大学 旅游与地理科学学院,云南 昆明 650500;
2. 昆明冶金高等专科学校 测绘学院,云南 昆明 650003;
3. 昆明市测绘研究院,云南 昆明 650051)

摘要:离散点云数据缺乏空间的拓扑结构,不能清晰表达目标物体表面的形态特征,采用 Geomagic 软件直接对散乱的点云数据进行建模时容易导致拓扑关系混乱,且建立的模型不准确. 因此,采用数据格式转换的方法进行模型构建,首先构建空间三角网,建立空间点之间的拓扑关系,将离散点的"txt"格式文件转换为"obj"格式的文件,然后在 Geomagic 软件中进行三维建模,通过与原始模型进行比较,新方法建立的模型能表达物体表面的特征.

关键词:点云数据;拓扑结构;Geomagic 软件;空间三角网;三维建模
中图分类号:TP391.41　**文献标识码**:A　**文章编号**:1674-5639(2014)06-0047-04

Three-dimension Fine Modeling Based on the Scattered Point Cloud Data

XI Wen-fei[1], LI Dong-sheng[2], ZHANG Ming-yu[3]
(1. College of Tourism and Geographic Sciences, Yunnan Normal University, Yunnan Kunming 650500, China;
2. Mapping College, Kunming Metallurgy College, Yunnan Kunming 650003, China;
3. Kunming Institute of Surveying and Mapping, Yunnan Kunming 650051, China)

Abstract: Discrete point cloud data cannot express morphological characteristics of the target object surface clearly because of lacking the space topology structure. It is easy to cause chaos topological relationship and model is not accurate if using Geomagic software to deal the scattered point cloud data and to model directly. In order to solve this problem, we adopt the data format conversion method to construct model. First of all, building space triangulation, establishing the topological relationship between space points to converse the discrete points "txt" file format to "obj" file format; then Geomagic software is used to build three-dimension model. Through comparing with original model, we find that the new method established model expresses morphological characteristics of the target object surface more clearly.

Key words: point cloud data; topology structure; Geomagic software; space triangulation; three dimensions modeling

传统的建模主要是采用 AutoCAD, 3DMax, MAYA等工具进行,由于数据量小、逼真程度低、拓扑复杂度低、纹理复杂度低,对复杂物体的建模已经达不到人们的要求[1-4],学术界的很多人将传统的三维建模归类到 2.5D. 基于上述传统建模的缺点,对真三维建模的研究已迫在眉睫[5]. 真三维建模的数据是激光点云数据,点云数据主要是采用机载激光雷达和地面三维激光扫描仪获得.

目前,欧洲、澳大利亚、加拿大、美国、日本等国的很多公司展开了对三维激光扫描技术的研究和开发,已经形成了较大规模的产业. 斯坦福大学则利用激光扫描系统开展"数字米开朗琪罗计划"项目. 而 Molennar 在文献[6]提出了三维矢量形式化数据结构模型,Bezi 在文献[7]提出的 Bezier 曲面模型,可以采用方程来直接对目标进行建模.

近年来,国内也开展了一些相关研究. 清华大学对"二校门"进行三维扫描,并生成了三维模型[8],史文中等[9]将空间数据模型总结为基于面的模型、基于体的模型和基于混合结构的数据模型三类.

在很多领域,点云数据的精细建模都得到了很好的应用,主要有:三维城市建模[10]、数字博物馆的建立、古建筑的保护[11-12]、变形监测[13]等. 目前,点云数据的处理软件已经出现,例如:Geomagic Studio 软件、Imageware 等,这些数据处理软件在点云数据建模方面都有很好的效果,借助这些软件可以方便地进行三维建模. 本文的研究主要是在 Geomagic Studio 软件中进行三维建模,而其他软件不再进行叙述.

1　地面三维激光扫描系统工作原理

非接触式测量获得物体的点云数据是地面三维激光扫描系统采用的主要形式. 通过计算距离 S、扫描的横向角度 α 和纵向角度 β 来计算点 P 的坐标,

收稿日期:2014-07-11
基金项目:国家自然科学基金资助项目(41361042);云南师范大学自然科学研究青年基金资助项目(01300205020503074).
作者简介:喜文飞(1984—),男,河南舞钢人,助教,硕士,主要从事三维激光扫描研究.

扫描点坐标计算原理如下图 1. 通过自定义坐标系统,计算出 P 点坐标,如(1)式所示.

$$X_P = S\cos\beta\cos\alpha, Y_P = S\cos\beta\sin\alpha, Z_P = S\cos\beta. \quad (1)$$

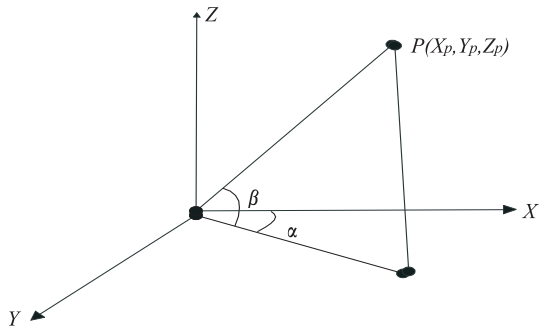

图1 扫描点坐标计算原理

2 散乱点云数据精细建模步骤

Geomagic 软件具有以下几个特点:扫描得到的点云数据在 Geomagic 软件中可以创建出完美的多边形模型和网格,可以快速转换为 NURBS 曲面,且效率高. 同时该软件还支持多种扫描仪的文件格式的读取和转换、海量点云数据的预处理等. . igs, . stp, . wrp, . txt, . asc, . obj 为该软件的输入格式; . igs, . obj, . stl 以及. wrp 文件为该软件的输出格式.

obj 文件是一种多边形模型,支持 3D 模型文件,可以进行编辑和修改. 注释行以符号"#"为开头,例如:#;# 25 386 points:;#,以"#"结束;#;# eof. ,空格和空行可以随意加到文件中以增加文件的可读性.

Geomagic Studio12 软件中建模的步骤分为以下几步:1)外业数据采集;2)点云数据的预处理;3)在 Geomagic 软件中进行三维建模.

在 Geomagic Studio12 软件中,散乱点云数据构建三维模型导入的数据格式为"txt",构建的模型不是很精细,特别是遇到孔洞的时候,构建的模型会出现部分失真现象,本文的创新之处在于提前对散乱点云数据构建空间三角网,构建空间拓扑关系,将"txt"格式的数据转换为"obj"格式,然后再进行模型构建,这样构建的模型较为精细.

对散乱点云数据建模主要分为以下几步:1)外业数据采集;2)点云数据的预处理;3)空间三角网的构建;4)点云数据格式的转换,将"txt"格式转换为"obj"格式;5)在 Geomagic 软件中进行三维建模.

3 实例验证

本文选取两组例子进行分析说明,在这两组例子中,第 1 组例子为一个脸谱,脸谱上有少许孔洞,脸谱表面曲率变化平缓. 第 2 组实例为一个雕塑,雕塑表面曲率变化较为复杂. 首先以第 1 个实例进行分析说明,第 1 个实例中,点云数据的分布如下图 2 所示,由原始数据进行空间三角网构建,如下图 3 所示,通过构建空间三角网建立点与点之间的拓扑关系. 选取的实例由于点云数据较多,在下表 1 中只列出了部分数据进行说明,第 1 列为原始点云数据的坐标(X,Y,Z);第 2 列为转换后的点云数据"obj"格式;第 3 列为构建的空间三角网.

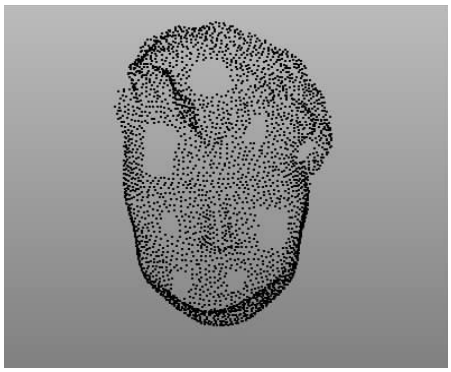

图2 脸谱原始点云

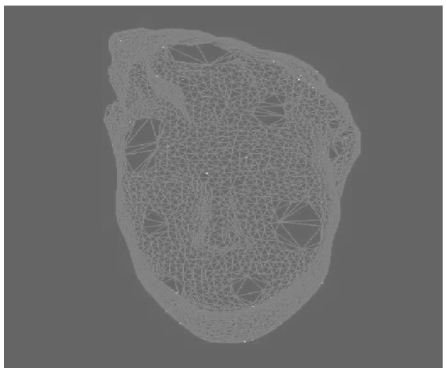

图3 脸谱原始点云空间三角网的构建

表 1 脸谱点云格式对比

原始点云数据"txt"格式			转换后的点云数据"obj"格式				空间三角网			
6.93,	-53.91,	81.97	#				f	3 137,	3 328,	3 297
6.90,	-50.41,	81.29	#	3 328 points:			f	3 139,	3 297,	3 298
3.29,	-52.38,	84.22	#				f	3 139,	3 297,	3 298
8.27,	-51.72,	78.74	v	6.93,	-53.91,	81.97	f	3 107,	3 242,	3 243
-26.22,	-24.56,	57.55	v	6.90,	-50.41,	81.29	f	3 297,	3 328,	3 298
-24.90,	-30.02,	58.67	v	3.29,	-52.38,	84.22	f	3 242,	3 298,	3 243
-23.37,	-27.62,	57.91	v	8.27,	-51.72,	78.74	f	3 328,	3 243,	3 298
49.63,	25.00,	43.56	v	-26.22,	-24.56,	57.55	#			
			v	-24.90,	-30.02,	58.67	#	eof.		

在 Geomagic 软件中,对“txt”格式的点云数据进行“封装”处理构建三维模型,构建的三维模型如下图 4 所示,由于原始的点云数据缺乏拓扑关系,在进行封装处理之后,构建的三维模型较为模糊,特征部位不明显,孔洞的地方凹陷较为明显. 对原始点云数据进行格式转换,将“txt”格式的文件然转换为“obj”格式,同样也在 Geomagic 软件进行三维建模,构建的模型如下图 5 所示. 由构建的三维模型可以看出,转换格式后构建的三维模型表现较为精细,特征部位比较突出.

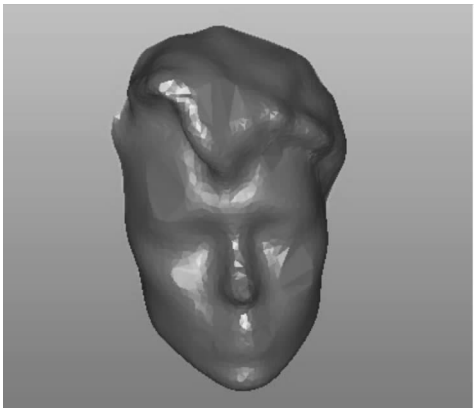

图4　脸谱“txt”格式数据建模

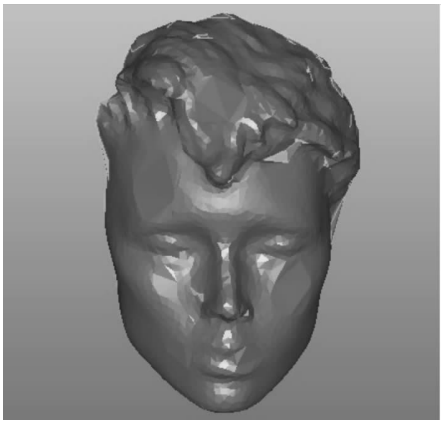

图5　脸谱“obj”格式数据建模

在第 2 个实例中,点云数据的分布如下图 6 所示,点云数为 25 386,由原始数据进行空间三角网构建,如下图 7 所示,通过构建空间三角网建立点与点之间的拓扑关系. 在该部分实例中也选取少量数据进行说明(下表 2),第 1 列为原始点云数据的坐标(X,Y,Z);第 2 列为转换后的点云数据“obj”格式;第 3 列为构建的空间三角网.

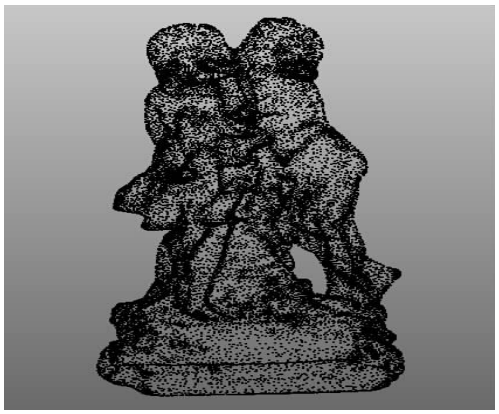

图6　雕塑原始点云

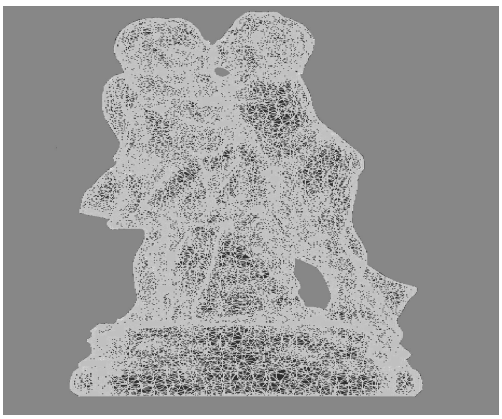

图7　雕塑原始点云空间三角网的构建

表 2　雕塑点云格式对比

原始点云数据“txt”格式	转换后的点云数据“obj”格式	空间三角网
9.17, −286.78, 2.30	#	f 25 367, 4 478, 4 476
4.67, −286.78, 2.04	# 25 386 points:	f 25 364, 25 377, 4 478
−0.71, −286.78, 1.38	#	f 25 226, 25 385, 25 377
−6.70, −286.78, 0.22	v 9.17, −286.78, 2.30	f 4 478, 25 377, 4 476
−34.39, −286.78, 1.67	v 4.67, −286.78, 2.04	f 25 385, 25 386, 4 476
−29.81, −286.78, −0.32	v −0.71, −286.78, 1.38	f 25 377, 25 385, 4 476
−24.36, −286.78, −0.23	v −6.70, −286.78, 0.22	#
−18.66, −286.78, −0.10	v −34.39, −286.78, 1.67	# eof.
−13.28, −286.78, 0.12	v −29.81, −286.78, −0.32	

第 2 组实例中,采用 Geomagic 软件对“txt”格式的点云数据进行“封装”处理构建三维模型,构建的三维模型如下图 8 所示,在进行封装处理之后,构建的三维模型较为模糊,特征部位不明显. 将“txt”格

式的文件然转换为“obj”格式，同样也在 Geomagic 软件进行三维建模，构建的模型如下图 9 所示，由构建的三维模型可以看出，转换格式后构建的三维模型表现较为精细，特征部位比较突出.

图8 雕塑“txt”格式数据建模

图9 雕塑“obj”格式数据建模

对比图4 和图5、图8 和图9，从构建的三维模型可看出，通过对原始数据进行格式转换，构建点云数据的拓扑关系，可以提高散乱的点云数据建模的精细度.

4 小结

本文通过对原始散乱的点云数据进行格式转换，将无拓扑关系的点云数据转换为具有拓扑关系的“obj”格式的数据，然后进行三维精细建模，通过对比分析可以看出，格式转换之后，所构建的三维模型更加真实.

[参考文献]

[1]师振中，王秀英，刘锡国. 逆向工程中点云数据压缩算法的研究与改进[J]. 江苏大学学报：自然科学版，2006，27(9)：35－39.

[2]余明，丁辰，过静珺. 激光三维扫描技术用于古建筑测绘的研究[J]. 测绘科学，2004(5)：69－71.

[3]林德静，孙晓东. 三维扫描人体的点云数据精简技术[J]. 计算机应用，2006(6)：60－61.

[4]BOISSONNAT J D. Geometric structures for three-dimensional shape representation[J]. ACM Transaction on Graphics，1984(4)：266－286.

[5]李青元，林宗坚. 真三维 GIS 技术研究的现状与发展[J]. 测绘科学，2000，25(2)：47－52.

[6]MOLENNAR M. A topology for 3D vector data maps[J]. ITC Journal，1993(1)：25－33.

[7]BEZIER P. Mathematical and practical possibilities of UNTSURF[M]. New York：Academic Press，1974.

[8]张远智，胡广洋. 用激光扫描获取城市空间精细三维数据[EB/OL]. [2014－03－05]. http://www.docin.com/p－21739506.html.

[9]史文中，吴立新，李清泉，等. 三维空间信息系统模型与算法[M]. 北京：电子工业出版社，2007.

[10]NIELSON G M. Techniques for extracting and modeling Geometric features from point cloud data sets with application to urban terrain modeling[J]. Studies in Computational Intelligence，2012，374：175－195.

[11]ZHANG R J，WANG Y M，SONG D X. Research on 3D reconstruction using laser scanning data acquired from ancient architecture[C]. International Conference on Information Science and Engineering，2009：2 145－2 148.

[12]QING M. Modeling and implementation of 3D mannequin in garment CAD[J]. Applied Mechanics and Materials，2012，182：805－809.

[13]ZHANG J P，WU H，FENG Y Q，et al. Research on the data collection method in road slope detection based on 3D laser scanner[J]. Applied Mechanics and Materials，2011，94：826－829.