项目编号 S2016799

武汉大学大学生创新创业训练计划
项目科研总结

便携式全景施工测量

院（系）名 称：测绘学院

专 业 名 称 ：测绘工程

学 生 姓 名 ：翁昕钰 刘慕雨 赵诗瑶 李勇帅

指 导 教 师 ：陈长军 讲师

二〇一七年三月

摘要

现代社会信息技术研究的深入及信息化程度的提高，使得数字地球、数字城市等概念被提出，而地理信息数据的获取和处理正是建设数字城市的基础。基于全景相机的测量技术是对传统全站仪、经纬仪测量方法的重要补充，可以在施工三维信息采集和数字建模中发挥重要作用。便携式全景相机可以提供施工现场的实时全景影像，通过 3D 建模全方位反映施工现场情况和进度变化。

项目组成员由四名测绘学院测绘工程专业学生构成，其中 3 名成员为 2013 级，一名成员为 2014 级。指导教师为陈长军讲师，其专业领域为摄影测量与三维建模。

在整个科研周期内，项目组多次实地采集数据，设计实验，拍摄全景相片，进而设计算法提取相片信息，利用三维建模软件对各种场景进行建模，取得了较好的效果。初步结果表明，建模的精度仍有提高的空间，该科研项目具有进一步研究的价值。通过此次科研，项目组成员对于摄影测量有了更深层次的认识，对科研实验的设计方法有了更深入的体会，为今后的科研道路打下了基础。

一、选题背景

随着国民经济的发展，对施工现场信息数据获取和处理进而对施工现场情况进行实时、精确且有效的监控是必不可少的。面对大量的施工现场数据采集工作，如使用传统测绘手段，不仅效率低，而且需要大量的人工调绘，难以适应数据更新要求，落后的空间数据采集与更新方式制约了地理空间信息服务这一新兴产业应用于工程建设的发展。近年来，基于多个镜头拼接的全景相机技术发展成熟，具有 360 度全视角、视角效果更好等优点，迅速被集成到新一代测量系统中，部分或者完全取代原始面阵相机的影像数据采集功能。基于全景相机的移动测量技术具有良好的发展前景。

项目成员都有一定的科研实践经验，相互熟知，团队协作默契。组员已经修读完《数字图像处理》、《摄影测量学》、《数字摄影测量学》等测绘相关专业知识，专业成绩优异，理论储备较为充足。在科研实践方面，不仅有基础的机房实习为基本科研工作的展开打下坚实的基础，而且队员均在课外对现有主流语言，如 C++、Java 等有不同程度的使用，积累了相关方面的长程序编写经验。因此项目组在该项目上有一定的实践基础和知识基础。

二、成员情况

项目组成员特点鲜明。翁昕钰同学专业知识丰富，学习成绩优异，善于思考；英语水平较高，有一定的外语论文阅读能力，能够最大化地利用国外文献；计算机水平较高，有一定的编程基础；有较强的动手能力和实践能力。刘慕雨同学有较扎实的基础知识；有实验室的实习经历，大二一年在计算机学院老师的实验室内做计算机视觉相关课题的研究工作，为实现本项目打下了一定的基础；亲身接触应用一线，大三上学期在学校的就业指导中心任学生助管一职，亲身与测绘相关企业接触，对测绘目前的市场情况有一定程度的了解。赵诗瑶同学有一定的策划组织能力；具有很好的团队协作能力和团队精神，能够在团队中进行有效地合作，主动高效地完成各项工作；有很强的求知欲，能够主动学习并进行钻研，心思缜密细致，善于发现问题，能够提出有个人主见的创造性意见；对专业知识掌握扎实，善于思考，经常阅览专业相关的论文和书籍，掌握了比较完整的专业知识体系。李勇帅同学工作能力强，重视实践能力，积累了一定的社会实践经验；学习认真刻苦，对测绘专业知识有极大的热忱，文字功底好，实习报告曾被“中国测绘网”微信公众号摘选发布。在整个科研周期内，项目组成员共同行动，互相帮助，时不时展开激烈的讨论，力求共同进步。陈长军老师对我们十分耐心，为我们指明了研究方向，为我们提供了悉心的指导。

三、项目创新与特色

本项目的创新之处在于使用了全景相机进行数据获取与数据处理。随着全景相机制造技术的发展成熟，全景相机在生产生活中的应用越来越广泛。目前，在国内测绘领域，全景影像主要用于浏览，提供颜色和纹理信息，更多的被用于大众服务，例如街景地图。对于全景的研究工作主要集中于辐射改善和几何标定等前期步骤，在实际测量应用中的研究较少。在国外有多种基于全景影像的量测案例，但是相关的文献较少。本项目采用基于 360° 全景的外业测量与调查系统，其携带方便，使用简单，能进行全景拍摄，集 RTK 采集等多功能于一体，在 GPS 信号良好的情况下，能够为全景相机提供精确的位置和姿态信息，因而集成全景相机的移动测量系统能够提供带有位置和姿态信息的序列全景影像。若能在该序列全景影像中获取可靠的同名点，则可以依据前方交会的基本原理计算得到可靠的空间物方点,可以用

于测量和三维建模。另外，在位置姿态信息精度不够的情况下，还可以利用光束法联合区域网平差的原理，在解算空间坐标的同时修正位置和姿态信息。因此采用便携式全景相机进行测量，对于低成本工程测量和施工现场数据的三维可视化可以发挥重要的作用。该技术能够更方便地对施工现场进行测量、调查及数据采集，对施工现场的作业进度进行动态反馈，对施工过程中的物理量进行计算，最终形成可视化显示，对工程进度安排提供数据支撑，为三维信息采集和三维重建提供新的解决思路。

四、项目进展与成果

项目组首先研究了全景相片的成像规律与理论基础，根据其成像投影特点，确定之后将利用专业全景相机进行数据获取，用立方体投影方法进行数据处理。在实现摄影三角测量之前，我们对相机获得的球面全景像片进行了再投影变换，投影到空间立方体上，以上下两面的投影图像作为辅助，对水平方向的四张相片进行三维重建与测量，这样的处理很好的综合了两种投影方法的优点，并对其固有缺陷进行了改善。

接着，我们研究了三维重建技术的特点与理论，试用了三维重建软件 Agisoft Photoscan，进行了原理性实验。我们处理了普通相机拍摄的雕塑和建筑物影像，生成密集点云和三维模型，确定了模型精度，发现精度较高，在原理上可以推广至全景相机拍摄的相片。

之后，我们在武汉大学科技园附近分两次用 RICOH THETA S 全景相机拍摄了三组（共 83 张）全景相片。同时用 RTK 记录下了拍摄时的相机坐标信息。对于全景相片的投影分割，我们采用了 krpano 的命令行工具将其分割为上下左右前后六张相片，为了加快分割速度，我们设计了 Python 程序使之可以批量处理。由于 RICOH THETA S 全景相机在拍摄时会自动将相机的姿态信息（航偏角、翻滚角、俯仰角）写入相片的 EXIF 信息头中，我们设计了 Java 程序自动批量提取相片的角度信息，最终获得了原始相片数据与坐标姿态数据。

最后，我们将摄有目标地物的相片以及对应的坐标姿态数据作为输入值导入到 Agisoft Photoscan 中，设定坐标精度与角度精度，通过一系列操作如对齐相片、生成密集点云、生成格网、生成纹理等获取了目标地物的三维模型。建模的结果表明此方法可以大致构建工地的三维模型，但是精度并不高。原因可能是全景相机自身的姿态信息精度较低，导致同名点匹配时错误较多，另一方面也可能是相片的重叠度较低导致同名点搜索时无法找到对应的同名点。在全景相机上搭载惯性测量单元或增大拍摄时的相片重叠度以提高建模的精度将是之后此项目的研究方向。

五、收获与体会

回想起一年的大学生科研历程，从确定研究课题、撰写项目申请书，到查阅文献、进行原理性实验，再到实地获取数据、编程实现算法进而得到三维模型，这一切都历历在目。不知不觉中，看似漫长其实短暂的科研项目终于进入了后期的资料整理和分析成果阶段。我们整个项目组在这个过程中收获满满，受益匪浅。

这是我们第一次参与大学生科研项目，在此之前，我们所学的大多是一些理论性的知识，对文献的检索、查询也不知道从何下手。参与大学生科研项目的过程让我详尽了解到了进行科研的基本过程，我们也从纸上谈兵走到了实践的道路上，不但培养了兴趣，也感受到了取得成果的成就感。

我们意识到一定要多读文献，多做实验，尤其是多读高质量文献。平时一定要大量阅读前沿文献，一定要紧跟前沿性的研究动态和研究成果，这样有利于实验方法的改进和思路的打开。有些重要文献需要精读，读几遍是不行的，要很熟悉。这类文献在不同时期读有不同

时期的理解，如开题阶段，可能比较注重某个方向或领域的理论和观点、实验方法和技术手段；在实验阶段，可能比较注意进行结果之间的比较，根据文献结果和变化规律，对自己的结果进行一些趋势预测；在论文写作阶段，可能会比较关注结果分析、理论学说的验证等等。与之相应，多数文献是需要泛读的，可能只需要读读题目，可能只看看摘要，也可能只浏览一下图表等等。一开始我们阅读了大量和项目有关的文献，其中不乏英文文献，这使得阅读变得困难，但是这点困难在科研中不值一提。我们一边看文献一边查单词，在多次讨论中，一点一点弄懂了全景相机成像的原理，扩充了知识储备，学到了很多东西。

我们明白了实践出真知，实践是通往知识的唯一道路 。事实证明，我们每天付出的大量科研时间和辛苦没有白费，我们获得了知识，我们取得了成绩。付出的时候，不要期待任何回报，否则一颗心老是牵挂着结果，反而很难有收获。做实验的时候，不要一直想着一定要有什么结果，一定要成功，分心往往会出现问题，相反只要踏踏实实的做，结果一定会不错的。我们两次前往距离学校较远的武汉大学科技园实地拍摄全景相片，在操作 GPS-RTK 的过程中，我们回顾了以往课堂上所学的理论知识与 GPS 测量实习时学得的测量方法。在处理相片的过程中，我们学习了新的编程语言与语法，加入自己的想法设计能够简化重复劳动的算法，最终获取了各项原始数据。

在整个科研过程中，团队的合作素养、交流与同进退的协作工作能力也不断让我意识到团队合作的重要性。我们项目组经常与导师探讨研究方法与研究路线，力争在讨论的过程中创新思维，提出新的好点子。如果因为惧怕自己的导师，不敢主动与导师进行交流，这将会导致最终可能连自己项目的目的和意义都不知道。如果不与项目组的成员交流，仍然保持每个人的自学精神状态，那将会导致许多挫折的重蹈。

我们从大学生科研项目一开始坚持到最后，并最终圆满的完成了该项目，学习到了一种坚持不懈、决不放弃的精神。我们小组一直坚持着，纵然有时候很苦很累，尽管实验中有很多始料未及的困难，但我们坚信只要不畏首畏尾，迎难而上，在前进的道路上，困难会一一迎刃而解。

此次大学生科研项目使我们项目组成员都大开眼界，逐步开始接触科研方法，用科学的角度看待问题，为未来进一步的深造打下了坚实的基础。