

工程硕士专业学位论文

RGB-D相机与激光雷达融合的巷道重建SLAM方法研究

Research on SLAM Method of Roadway Reconstruction Based on RGB-D Camera and Lidar Fusion

作 者：张 狄

导 师：赵小虎教授

中国矿业大学

二〇二五年五月

**学位论文使用授权声明**

本人完全了解中国矿业大学有关保留、使用学位论文的规定，同意本人所撰写的学位论文的使用授权按照学校的管理规定处理：

作为申请学位的条件之一，学位论文著作权拥有者须授权所在学校拥有学位论文的部分使用权，即：①学校档案馆和图书馆有权保留学位论文的纸质版和电子版，可以使用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编学位论文；②为教学和科研目的，学校档案馆和图书馆可以将公开的学位论文作为资料在档案馆、图书馆等场所或在校园网上供校内师生阅读、浏览。另外，根据有关法规，同意中国国家图书馆保存研究生学位论文。

（保密的学位论文在解密后适用本授权书）。

作者签名： 导师签名：

年 月 日 年 月 日

|  |
| --- |
| 中图分类号 TD655 学校代码 10290  UDC 621.39 密 级 公开  中国矿业大学  工程硕士专业学位论文  RGB-D相机与激光雷达融合的巷道重建SLAM方法研究  Research on SLAM Method of Roadway Reconstruction Based on RGB-D Camera and Lidar Fusion  作 者 张 狄 导 师 赵小虎  申请学位 工程硕士专业学位 培养单位 信息与控制工程学院  学科专业 电子与通信工程 研究方向 同步定位与建图  答辩委员会主席 xxx 评 阅 人 盲评  二○二五年五月 |

**致谢**

转眼间，三年研究生生活接近尾声

再次感谢导师！

加油！

摘 要

这是一个华科硕士论文模板，也是一个华科毕业狗的论文写作经验总结。我编写此模板的目的是希望这个模板能够给以后毕业的学弟学妹们在论文写作方面提供一点点帮助。第一次写这么重要的文档也是战战兢兢，如果有疑问，欢迎联系QQ：461453258。资源见Github：<https://github.com/liuweifly/hust-thesis-word>。

具体格式上，我在参考《华中科技大学博士、硕士学位论文撰写规定》的基础上，还参考了历年的Word论文模板和Latex论文模板的格式。在章节的标题和正文的格式上，我把所有文中出现的内容都分门别类编辑成了应用样式，也就是说小伙伴们不需要在纠结调节字、居中等等问题，直接根据不同的内容刷应用样式就可以了。对于公式、表和图片的题注，我是采用引用中“插入题注”的功能，在应用题注时采用的是“交叉引用”的功能，这样的好处是你再也不需要来回的计算表x.x或者图x.x了，也不需要因为删除一张图片而对每张图片的编号大动干戈。还有，最头疼的参考文献，我是采用NoteExpress插件做参考文献的插入的，它的用法稍微有一点点麻烦，但是当你学会了后引用参考文献绝对是so easy！绝对是终极精华总结，说不定你会爱上他呢，之后会详细介绍啦。

**关键词：**浮选；旋流；分选机理；浮选动力学；矿物分选

Abstract

英文摘要，应用格式“宋体小四”

Young college students are the hope of our country and nation. The historical experience shows that the value education problem for the younger generation cannot be neglected at any time and in any environment. Only through the strengthening of core socialist value belief of the youth, especially young college students, the great mission of achievement of great rejuvenation of the Chinese nation will have reliable backup forces.

Cyclonic static micro-bubble flotation is a new column separation method and device with China self-owned intellectual property. The successful application of this equipment in coal preparation along with its special cyclonic field structure has laid a solid base for the further application of column flotation in mineral processing.

**Keywords:** flotation; cyclonic separation; separation mechanism; flotation kinetics; mineral separation

目 录

摘 要 I

Abstract II

目 录 III

图清单 IV

表清单 IV

1 一级标题（所有标题都是自动编号） 1

1 One 1

1.1 二级标题 1

1.2 图片、表格、公式的操作 2

1.3 关于参考文献的引用 2

1.4 研究背景及意义（这是样例） 4

2 相关技术概述 5

2.1 网络测量参数介绍 5

3 总结与展望 7

3.1 总结 7

3.2 展望 7

致谢 8

**图清单**

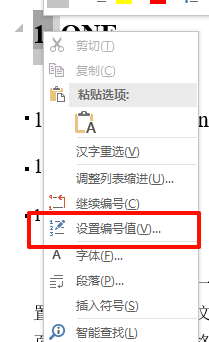
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 图序号 | 图名称 | 页码 |
| 图1-1 | pH值对黄铜矿上浮率的影响关系曲线 | 5 |
| Figure 1-1 | Influence of pH for chalcopyrite float ratio | 5 |
| 图1-2 | 不同捕收剂的用量对黄铜矿上浮率的影响关系曲线 | 7 |
| Figure 1-2 | Influence of different collector amount for chalcopyrite float ratio | 7 |
| 图1-3 | 实验室试验拟合代码输入界面 | 9 |
| Figure 1-3 | Input interface of laboratory test fitting code |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**表清单**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 表序号 | 表名称 | 页码 |
| 表1-1 | 快浮装置工业运行状况表 | 16 |
| Table 1-1 | Industrial operation of fast flotation equipment | 16 |
| 表1-2 | 快浮装置主要技术参数 | 17 |
| Table 1-2 | Main technical parameter of fast flotation equipment | 17 |
| 表1-3 | 筛板充填与填料充填的比较 | 17 |
| Table 1-3 | Comparison between sieve plate packing and filler packing | 17 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# 一级标题（所有标题都是自动编号,英文一级需手动更改编号值）

# One



## 二级标题（English）

### 三级标题

#### 四级标题

这是正文。

为了保持格式的一致性，强烈建议取消word程序的“格式跟踪”功能。设置方法：点击菜单“文件|选项”，调出“选项”对话框，在“高级|编辑选项”页，取消勾选“保持格式跟踪”。

另外，建议设置文件自动保存。设置方法：点击菜单“文件|保存”，调出“选项”对话框，在“保存”页，设置自动缓存文档间隔1分钟。

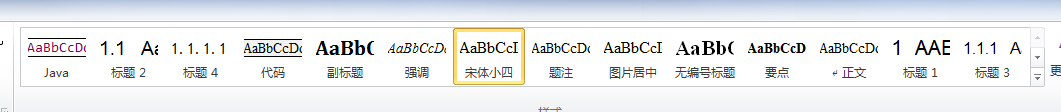


图 1‑1 应用样式列表

对于所有的标题样式直接点击图 1‑1对应样式更新，其中一级标题的样式是“标题1”，二级标题的样式是“标题2”，以此类推。并且每个标题都是自动编号的。

对于正文的样式，直接选择正文，然后点“宋体小四”，这样样式就变成正文的样式。

下面介绍其他的样式：

* Java代码、代码样式：这是java代码、伪代码的样式；
* 题注样式：这是给题注用的样式；
* 图片居中：图片使用此样式可以使图片居中显示；
* 无编号标题：这是给诸如摘要、Abstract、目录、致谢等标题使用的样式，该样式的标题没有编号。

## 图片、表格、公式的操作

对于图片、表格、公式比较烦人的就是题注和交叉引用了。

### 图片

放置完图片后，点“图片居中”样式，图片居中显示。

点击菜单“引用”中的“插入题注”就可以为图片添加题注了。题注有专门的应用样式“题注”。如图 1‑2，点击“引用”中的“交叉引用”可以完成对图片的引用。这样引用的好处是，如果图片的编号发生变化了，全选文字然后按F9更新域，所有的编号（包含目录）都会自动调整。



图 1‑2 这是题注

如何在一行同时添加三张图片呢？

如图 1‑3，我的做法是：

1. 插入一张2行3列的表格
2. 在第一行的表格中放入图片，在第二行的表格中放入对应的题注
3. 隐去边框

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| C:\Users\Jasper\Desktop\chapter03\1point.png | C:\Users\Jasper\Desktop\chapter03\2point.png | C:\Users\Jasper\Desktop\chapter03\123point.png |
| (a) 图片1 | (b) 图片2 | (c) 图片3 |

图 1‑3 一行同时添加三张图片

### 插入表格和公式

表 1.1 表格的题注

|  |  |
| --- | --- |
| 在应用中点“插入题注”添加题注 | 如果没有“表”的标签，则需要自己创建 |
|  |  |

(1.1)

表格如表 1.1，公式如公式(1.1)，公式直接复制过去使用，公式的编辑使用Word2010自带的公式编辑器，用它编辑公式很方便的。

## 关于参考文献的引用

我是使用工具NoteExpress添加参考文献的，NE可以在华中科技大学图书馆网站下载，网址<http://www.lib.hust.edu.cn/DBView.aspx?id=40&Tab=1>。 NE安装后，会在Word中出现NE插件按钮，如图 1‑4。



图 1‑4 Word中的NE插件

NE的界面如图 1‑5，首先要做的工作就是把你引用的参考文献都添加进来。其中中文的参考文献添加很方便啦，直接使用界面中的“在线检索”中的知网数据库搜索，之后直接添加相应文献的题录。英文参考文献会稍微麻烦点，首先要点开谷歌学术（有可能需要翻墙），搜到相应的文章点击“引用”，保存为EndNote格式文件。

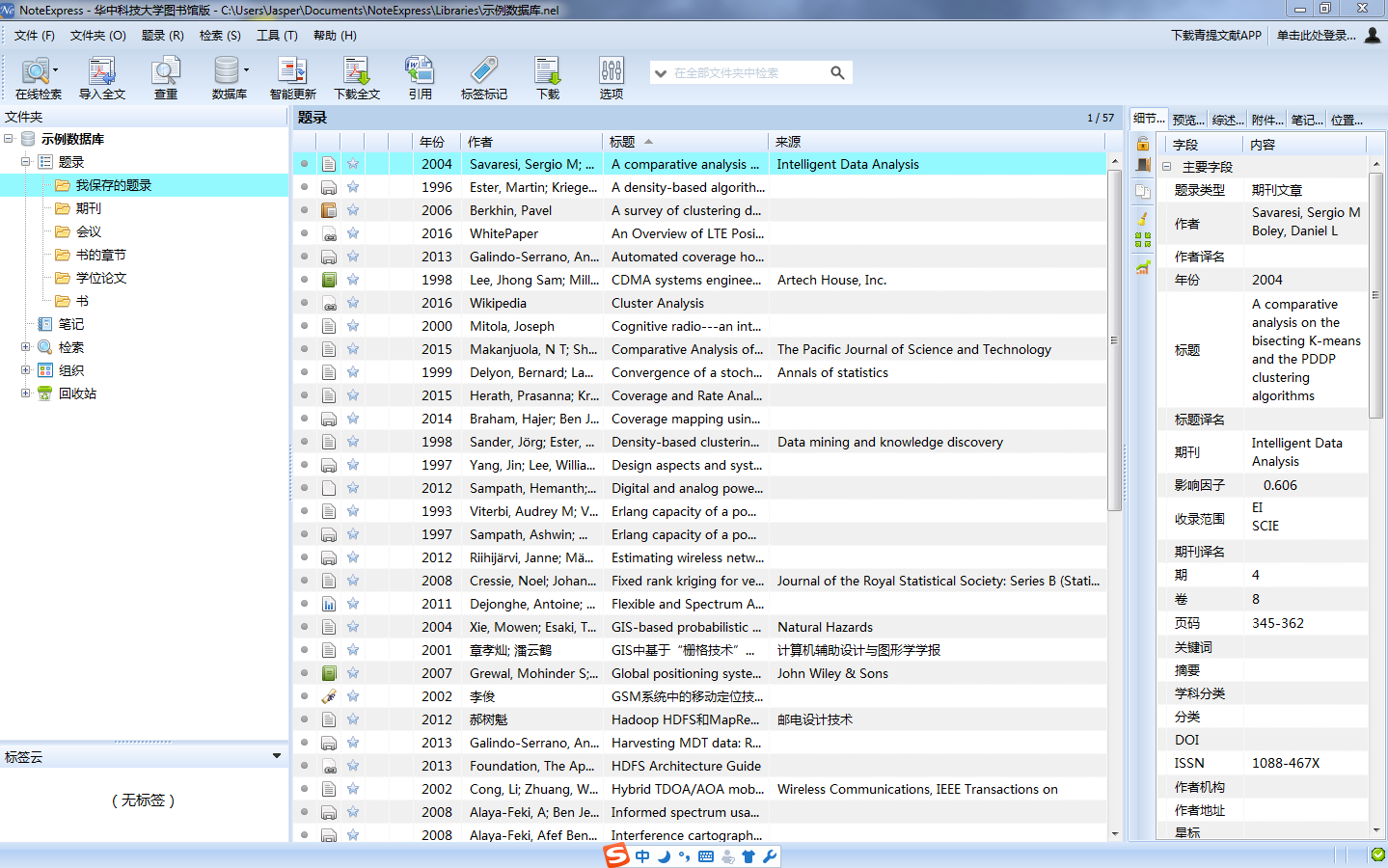


图 1‑5 NE界面



图 1‑6 在谷歌学术上找到相应的文献点击“引用”

然后在NE中导入该文件到你之前添加参考文献的题录中。点击“文件”中的“导入题录”，出现如图 1‑7界面。注意选择“当前过滤器”为“EndNote Import”，选择好存放位置，然后点击“开始导入”，题录的enw文件需要一个个导入。这样，你引用的英文参考文献就在你的NE中了。如果引用的文献在谷歌学术上也没有找到，那就需要你自己制作题录了，自己谷歌下方法吧 ，很简单的。

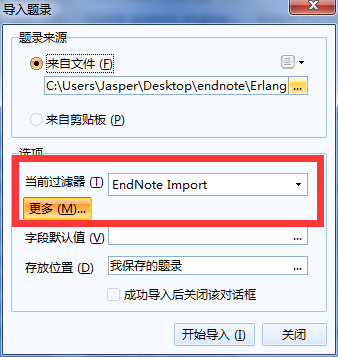


图 1‑7 导入题录

下一步，在论文需要添加参考文献的地方，点击如图 1‑8“插入引文”，然后你会发现参考文献的编号就会神奇的出现在你的文章中了，在文章的末尾就会出现你引用参考文献了。这时，你会觉得高兴，可是过了一会儿，你可能又会发现不对劲，发现参考文献的样式和学校要求的不一样。那参考文献的样式可不可以修改，当然可以了，点击NE“工具”中的“样式”中的“样式管理器”导入样式。我已经根据学校参考文献的规定编辑好相应的样式规范*hust-thsis.nes*，导入即可。

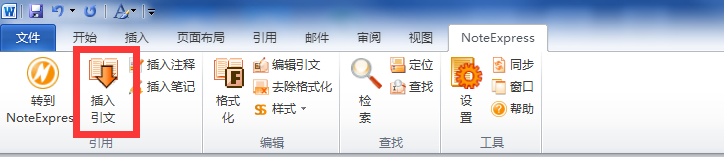


图 1‑8 点击“插入引文”

这里有个小的tip，在图 1‑8页面，点击设置可以“设置”，可以设置插入引文的快捷键Alt+1。在参考文献添加完成后，还需要对标题Reference进行调整，把它改为中文的“参考文献”，并且应用格式“无编号标题”。

## 研究背景及意义（这是样例）

2015年5月，国际电信联盟（International Telecommunication Union，ITU）公布了《2015年信息与通信技术数据》，报告称3G网络覆盖率在过去5年间快速提高，由2011年的45%到2015年的69%，城市人口覆盖率达到89%。中国电信每个月都会在其官网上公布其移动用户数。2015年，电信全国3G/4G 用户数由11863万增至14313 万，增幅为20.3%。其中4G 用户数由708万增至5846 万，增幅为725.7%。以上数据说明，移动通信技术经历了前两代的发展，3G/4G业务正在快速增长。

的弱覆盖和高负载区域，这些信息对于移动通信网络优化具有重要的参考意义。

# 相关技术概述

# tech

## 网络测量参数介绍

在移动通信系统中，衡量一个网络好坏最重要的要素是覆盖、容量、质量、频谱利用率和传输效率[1] 。

### 网络覆盖测量参数

无线网络覆盖是指在一定区域内，无线信号的强度和质量能够为用户提供移动通信服务，称该地区存在无线网络覆盖。移动通信系统的覆盖率和覆盖质量是衡量移动通信网网络质量和服务质量的重要指标[2] 。在网络初期的建设和后期的维护期间，网络运营者通过测试、数据采集和分析等手段，来检验网络是否满足覆盖要求。如果不能达到要求，则需要对网络进行覆盖方面的优化。判断移动通信网络是否在某一地点形成覆盖，需要依据一定的测量参数。

对于GSM系统，判断是否存在网络覆盖只需要测试一个参数，即移动台接收电平（Rx\_Power）。一般当Rx\_Power-90dBm视为该地点存在GSM网络覆盖。在CDMA 系统中，与网络覆盖与导频强度（Ec/Io）有关，一般要求Ec/Io-12dB且Rx\_Power-90dBm 且Tx\_Power15dBm，只要这三个条件全部满足，才视为该点存在CDMA 网络的覆盖[3] 。

**Rx\_Power：**在GSM系统中，Rx\_Power表示在工作频点上接收的电平强度，该参数直接反映了GSM网络覆盖的水平[4, 5] 。CDMA 系统中，Rx\_Power表示在整个1.2288MHz带宽上总的接收功率[6] 。该接收功率不仅包括服务小区的信号功率，也包括其他小区的信号功率、接收机热噪声及外界干扰。

**Ec/Io：**Yang在文献[7] 介绍Ec/Io指每码片辛哈能量与总功率密度之比。在CDMA 系统中，Ec/Io反映了信号的干扰水平。移动台或者基站均要求信号的Ec/Io必须超过一定阈值才能正确解调。Ec/Io在-10dB 以上时，网络质量可以保持非常良好的水平；当Ec/Io-15dB时，则移动台无法接入网络。一般将Ec/Io-12dB作为满足网络的覆盖的标准。在CDMA系统中，Ec/Io和Rx\_Power 是评价网络前向覆盖能力的指标。

**Tx\_Power：**在CDMA系统中，移动台发射电平Tx\_Power反映网络的反向覆盖能力。CDMA系统对方向链路采用快速功率控制。在反向传播链路不好的情况下，会迅速提高移动台的发射功率，因此移动台的发射功率Tx\_Power可以衡量反向覆盖的水平。当Tx\_Power15dBm时，可认为该地点达到反向覆盖的要求[8] 。

### 网络容量测量参数

对于一个移动通信系统而言，除保障覆盖和质量要求外，容量的保障也至关重要。容量优化是网络优化工作中必不可少的一部分，移动给用户数量的增长、用户

占用30分钟，称此时的话务量为0.5Erl。

话务量的计算方法为：单位时间内发生的呼叫次数和每次呼叫所占用的时间的乘积[9] 。话务量一般用A表示，即

(2.1)

其中，为单位时间内的呼叫次数，为每次呼叫的保持时间。

从话务量的公式可以看出，话务量受两个因素的影响：一个是单位时间内的呼叫次数，用户越多或者呼叫越频繁，话务量就越高；另一个是呼叫保持时间，用户的通话保持时间越长，话务量就会越高。

对于有多个用户的系统，系统的总话务量等于所有用户话务量之和：

(2.2)

# 总结与展望

## 总结

## 展望

致谢

**参考文献**

[1] 邹铁刚，刘建民，张明臣. 移动通信网络优化技术与实践[M]. 1. 北京: 清华大学出版社, 2015.

[2] Herath P, Krzymien W, Tellambura C. Coverage and Rate Analysis for Limited Information Cell Association in Stochastic-Layout Cellular Networks[J]. 2015.

[3] 陈威兵，何松华，彭曙光. 移动通信系统[M]. 1. 北京: 清华大学出版社, 2010.

[4] Makanjuola N T, Shoewu O O, Akinyemi L A, et al. Comparative Analysis of GSM Network and IS-95 CDMA Network Using Signal Strength.[J]. The Pacific Journal of Science and Technology. 2015.

[5] Ruohonen J. Method for reducing power consumption of a mobile station and a mobile station[Z]. Google Patents, 2002.

[6] Sampath H, Gore D A, Teague E H. Digital and analog power control for an OFDMA/CDMA access terminal[Z]. Google Patents, 2012.

[7] Yang J, Lee W C, Shin S. Design aspects and system evaluations of IS-95 based CDMA systems[C]. IEEE, 1997.

[8] Gilhousen K S, Padovani R, Wheatley Iii C E. Method and apparatus for controlling transmission power in a CDMA cellular mobile telephone system[Z]. Google Patents, 1991.

[9] Lee J S, Miller L E. CDMA systems engineering handbook[M]. Artech House, Inc., 1998.

**校对报告**

当前使用的样式是 [硕士论文]

当前文档包含的题录共52条

有0条题录存在必填字段内容缺失的问题

所有题录的数据正常