

北京理工大学

本科生毕业设计（论文）

基于深度学习的端到端多实例点云配准

Deep Learning Based End-To-End Multi-instance Point Cloud Registration

学 院：	自动化学院
专 业：	自动化
班 级：	06111902
学生姓名：	杨润一
学 号：	1120191211
指导教师：	由育阳

2023 年 5 月 2 日

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的毕业设计（论文），是本人在指导老师的指导下独立进行研究所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

特此申明。

本人签名：

日期：

年

月

日

关于使用授权的声明

本人完全了解北京理工大学有关保管、使用毕业设计（论文）的规定，其中包括：①学校有权保管、并向有关部门送交本毕业设计（论文）的原件与复印件；②学校可以采用影印、缩印或其它复制手段复制并保存本毕业设计（论文）；③学校可允许本毕业设计（论文）被查阅或借阅；④学校可以学术交流为目的，复制赠送和交换本毕业设计（论文）；⑤学校可以公布本毕业设计（论文）的全部或部分内容。

本人签名：

日期：

年

月

日

指导老师签名：

日期：

年

月

日

基于深度学习的端到端多实例点云配准

摘 要

本文……。

摘要正文选用模板中的样式所定义的“正文”，每段落首行缩进 2 个字符；或者手动设置成每段落首行缩进 2 个汉字，字体：宋体，字号：小四，行距：固定值 22 磅，间距：段前、段后均为 0 行。阅后删除此段。

摘要是一篇具有独立性和完整性的短文，应概括而扼要地反映出本论文的主要内容。包括研究目的、研究方法、研究结果和结论等，特别要突出研究结果和结论。中文摘要力求语言精炼准确，本科生毕业设计（论文）摘要建议 300-500 字。摘要中不可出现参考文献、图、表、化学结构式、非公知公用的符号和术语。英文摘要与中文摘要的内容应一致。阅后删除此段。

关键词：点云配准；多实例；聚类；对应聚类；深度学习

Deep Learning Based End-To-End Multi-instance Point Cloud Registration

Abstract

In order to study……

Abstract 正文设置成每段落首行缩进 2 字符，字体：Times New Roman，字号：小四，行距：固定值 22 磅，间距：段前、段后均为 0 行。阅后删除此段。

Key Words: Point Cloud Registration; Multi-instance; Clustering; Correspondence Clustering; Deep Learning

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	2
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外研究现状	2
1.3 小结	2
第 2 章 点云处理与配准	3
2.1 点云处理	3
2.2 点云配准	3
2.3 深度学习方法在点云中的应用	3
2.4	3
结 论	5
参考文献	6
附 录	8
附录 A L ^A T _E X 环境的安装	8
附录 B BITHesis 使用说明	8
致 谢	9

第 1 章 绪论

1.1 研究背景和意义

21 世纪以来，人工智能技术的发展对于社会有着重大的影响，智能化成为工程技术突破的内核。机器能够进行快速计算、存储和处理大量数据，并通过互联网将社会连为一体。现在由人工智能驱动的新一代机器，它们可以越来越自主地解决复杂的任务，其中以视觉为核心的机器技术快速发展，机械臂、自动驾驶、自主运动机器人等进入了人们的视野。随着 2012 年 AlexNet[1] 问世以来，深度学习方法打开了计算机视觉的新大门。越来越多的深度学习方法比如 VGG[2]、ResNet[3]、ViT[4] 被用在了图像分类、分割、场景理解等任务中。为了更好的理解真实世界，人们开始尝试将深度学习方法用于三维数据中，随着激光雷达和 Kinect 等高精度传感器的快速发展，点云已经成为表示三维世界的主要数据格式。2017 年 PointNet[5] 出现后，深度学习方法也同样被广泛应用在了点云处理中。三维点云配准是点云处理中的一项基本任务 [6,7,8]，其在机械臂、自动驾驶、自主运动机器人等众多基于视觉方法的应用中起着关键的作用。首先是三维重建，生成完整的三维场景是各种计算机视觉应用的基础和重要技术，包括自动驾驶中的高精度三维地图重建、机器人技术中的三维环境重建等。例如，配准可以为机器人应用程序中的路线规划和决策构建三维环境。其次，三维场景中的定位。三维场景中的定位和重定位对于机器人技术尤其重要。例如，无人驾驶汽车会估计其在地图上的位置及其与道路边界线的距离。点云配准可以将当前的实时三维视图与其所属的三维环境准确匹配，提供高精度定位服务。此应用表明，点云配准提供了机器和三维环境交互一种解决方案。第三，位姿估计。将点云 A 与另一个点云 B 对齐可以生成与点云 B 相关的点云 A 的位姿信息。这个位姿信息可用于机器人决策。例如，点云配准可以获取环境中物体的位姿信息，以决定机械臂移动到哪里以准确抓取并移动物体。位姿估计为机器人三维环境理解提供了重要信息。目前大多数点云配准任务研究主要集中在成对配准上。然而，在实际应用中，目标场景可能包含多个重复实例，我们需要估计模板点云与目标点云中这些重复实例之间的多个刚性变换。比如说在室内场景中，我们希望机器人能够将屋子中所有的椅子摆正，那么首先需要将多个椅子点云和模板椅子点云进行配准，求的目标椅子的位姿，通过机械运动来达到位姿改变的效果。图 1 展示了一个示

例。这个问题被命名为多实例点云配准，它比成对点云配准更具挑战性^[1]。针对该任务已有的现有文献研究较少，扩展现有的点云配准方法来解决这个问题并非易事。多实例点云配准不仅需要从嘈杂的对应中拒绝异常值，还需要识别单个实例的异常值集，这使得它比传统的配准问题更具挑战性。

图 1 给定目标的模板点云，成对点云配准（左）侧重于估计模板点云和目标点云之间的单个刚性变换，而多实例点云配准（右）旨在估计目标点云中相同物体的 6D 位姿。

1.1.1 研究背景

1.1.2 研究意义

1.2 国内外研究现状

1.3 小结

第 2 章 点云处理与配准

2.1 点云处理

2.2 点云配准

2.3 深度学习方法在点云中的应用

2.4

```
1 import numpy as np
2
3 def incmatrix(genl1,genl2):
4     m = len(genl1)
5     n = len(genl2)
6     M = None #to become the incidence matrix
7     VT = np.zeros((n*m,1), int) #dummy variable
8
9     #compute the bitwise xor matrix
10    M1 = bitxormatrix(genl1)
11    M2 = np.triu(bitxormatrix(genl2),1)
12
13    for i in range(m-1):
14        for j in range(i+1, m):
15            [r,c] = np.where(M2 == M1[i,j])
16            for k in range(len(r)):
17                VT[(i)*n + r[k]] = 1;
18                VT[(i)*n + c[k]] = 1;
19                VT[(j)*n + r[k]] = 1;
20                VT[(j)*n + c[k]] = 1;
21
22            if M is None:
23                M = np.copy(VT)
24            else:
25                M = np.concatenate((M, VT), 1)
26
27            VT = np.zeros((n*m,1), int)
28
```



```
return M
```

代码 2.1: Python Code

结 论

本文结论……。^[1]

结论作为毕业设计（论文）正文的最后部分单独排写，但不加章号。结论是对整个论文主要结果的总结。在结论中应明确指出本研究的创新点，对其应用前景和社会、经济价值等加以预测和评价，并指出今后进一步在本研究方向进行研究工作的展望与设想。结论部分的撰写应简明扼要，突出创新性。阅后删除此段。

结论正文样式与文章正文相同：宋体、小四；行距：22 磅；间距段前段后均为 0 行。阅后删除此段。

参考文献

参考文献书写规范

参考国家标准《信息与文献参考文献著录规则》【GB/T 7714—2015】，参考文献书写规范如下：

1. 文献类型和标识代码

普通图书：M 会议录：C 汇编：G 报纸：N

期刊：J 学位论文：D 报告：R 标准：S

专利：P 数据库：DB 计算机程序：CP 电子公告：EB

档案：A 舆图：CM 数据集：DS 其他：Z

2. 不同类别文献书写规范要求

期刊

[序号] 主要责任者. 文献题名 [J]. 刊名, 出版年份, 卷号 (期号): 起止页码.

普通图书

[序号] 主要责任者. 文献题名 [M]. 出版地: 出版者, 出版年. 起止页码. [2]

[1] 李成智, 李小宁, 田大山. 飞行之梦: 航空航天发展史概论[M]. 北京: 北京航空航天大学, 2004.

[2] Raymer, Daniel P. Aircraft design: A Conceptual Approach[M]. Reston, Virginia: American Institute of Aeronautics, 1992.

会议论文集

[序号] 析出责任者. 析出题名 [A]. 见 (英文用 In): 主编. 论文集名 [C]. (供选择项: 会议名, 会址, 开会年) 出版地: 出版者, 出版年. 起止页码. [3]

[3] 孙品一. 高校学报编辑工作现代化特征[C]//张为民. 中国高等学校自然科学学报研究会. 科技编辑学论文集 (2). 北京: 北京师范大学出版社, 1998: 10-22.

专著中析出的文献

[序号] 析出责任者. 析出题名 [A]. 见 (英文用 In): 专著责任者. 书名 [M]. 出版地: 出版者, 出版年. 起止页码. [4]

[4] 罗云. 安全科学理论体系的发展及趋势探讨[M]//白春华, 何学秋, 吴宗之. 21 世纪安全科学与技术的发展趋势. 北京: 科学出版社, 2000: 1-5.

学位论文

[序号] 主要责任者. 文献题名 [D]. 保存地: 保存单位, 年份. [5][6]

[5] 张和生. 嵌入式单片机系统设计[D]. 北京: 北京理工大学, 1998.

[6] Sobieski I P. Multidisciplinary Design Using Collaborative Optimization[D]. United States – California: Stanford University, 1998.

报告

[序号] 主要责任者. 文献题名 [R]. 报告地: 报告会主办单位, 年份. ^{[7][8]}

[7] 冯西桥. 核反应堆压力容器的 LBB 分析[R]. 北京: 清华大学核能技术设计研究院, 1997.

[8] Sobieszczanski-Sobieski J. Optimization by Decomposition: A Step from Hierarchic to Non-Hierarchic Systems[R]. NASA CP-3031, 1989.

专利文献

[序号] 专利所有者. 专利题名 [P]. 专利国别: 专利号, 发布日期. ^[9]

[9] 姜锡洲. 一种温热外敷药制备方案: 88105607[P]. 中国. 1989-07-26.

国际、国家标准

[序号] 标准代号. 标准名称 [S]. 出版地: 出版者, 出版年. ^[10]

[10] GB/T 16159—1996. 汉语拼音正词法基本规则[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.

报纸文章

[序号] 主要责任者. 文献题名 [N]. 报纸名, 出版年, 月 (日): 版次. ^[11]

[11] 谢希德. 创造学习的思路[N]. 人民日报, 1998-12-25(10).

电子文献

[序号] 主要责任者. 电子文献题名 [文献类型/载体类型]. 电子文献的出版或可获得地址 (电子文献地址用文字表述), 发表或更新日期/引用日期 (任选). ^[12]

[12] 姚伯元. 毕业设计 (论文) 规范化管理与培养学生综合素质[EB/OL]. 中国高等教育网教学研究. (2005-02-02) [2013-03-26]. <http://www.cnnic.net.cn/hlwfzyj/hlwzbg/201201/P020120709345264469680>.

关于参考文献的未尽事项可参考国家标准《信息与文献参考文献著录规则》(GB/T 7714—2015)

附 录

附录相关内容…

附录 A L^AT_EX 环境的安装

L^AT_EX 环境的安装。

附录 B B^IThesis 使用说明

B^IThesis 使用说明。

附录是毕业设计（论文）主体的补充项目，为了体现整篇文章的完整性，写入正文又可能有损于论文的条理性、逻辑性和精炼性，这些材料可以写入附录段，但对于每一篇文章并不是必须的。附录依次用大写正体英文字母 A、B、C……编序号，如附录 A、附录 B。阅后删除此段。

附录正文样式与文章正文相同：宋体、小四；行距：22 磅；间距段前段后均为 0 行。阅后删除此段。

致 谢

值此论文完成之际，首先向我的导师……

致谢正文样式与文章正文相同：宋体、小四；行距：22 磅；间距段前段后均为 0 行。阅后删除此段。