

西安电子科技大学通信工程学院

本科生毕业论文（设计）开题报告  
(2023 届)

学生姓名 姚 凯

专 业 通信工程

学 号 19010100277

指导教师 张 伟

2022 年 12 月 30 日

(本表一式三份，学生、指导教师、学院各一份)

## 一、论文名称及项目来源

论文名称: G-PCC Trisoup 点云几何信息编码优化

项目来源: 其他

## 二、研究目的和意义

点云是三维物体和场景的主要数据表示形式之一。因其具有相对于传统二维平面媒体更高的视觉自由度和细节表达优势,点云在沉浸和交互式应用中具有优势。与此同时,其巨大的数据量也对当前多媒体生态系统的能力提出了挑战。为了降低点云数据的存储和传输对多媒体信号处理系统的压力,点云数据的压缩编码至关重要。随着近年来市场上出现了越来越多的点云应用,国际多媒体编码标准化机构 MPEG (Moving Picture Expert Group) 于 2017 年正式启动了点云压缩项目并制定了三维点云的压缩标准 G-PCC,其中,Trisoup 三角面片拟合技术是稠密点云几何信息的重要编码手段之一。

本课题基于这一背景,针对几何压缩 Trisoup 中上下文编码方式展开研究,通调整构成上下文模型中主要信息和次要信息的顺序,甚至交换主要信息与次要信息地位来寻求性能增益。该研究成果可以为现有几何压缩带来新的思路与方法,并可用于参与国际标准 G-PCC 的演进。

## 三、国内外研究现状和发展趋势

随着 3D 采集技术的飞速发展,3D 传感器成本逐步降低并得到更多的推广应用,成熟的产品包括各种类型的 3D 扫描仪、LiDAR 和 RGB-D 相机。由这些传感器获取的三维数据可以提供丰富的几何信息(形状、大小、三维空间位置等)、特征信息(颜色、不透明率、反射率、反照率等)。为此,国际和国内多个标准化组织均已开始三维点云压缩<sup>[1]</sup>编码标准的制订工作。2017 年 4 月,国际标准化组织 ISO 下设的 MPEG 运动图像专家组正式开始了三维点云压缩编码 PCC 标准制订,此后 MPEG 一直致力于不断改进点云压缩的性能。在 2020 年批准了两种用于点云

压缩的编码标准：V-PCC(基于视频的点云压缩)和 G-PCC(基于几何的点云压缩)。其中，针对静态点云和动态获取点云的 G-PCC，它是直接对三维空间里的点云利用八叉树或者预测树按照几何信息进行编码，然后再用重建几何信息和原始点云进行重着色，在对重着色的点云进行属性编码。

在对几何信息编码的研究中，得益于小米提出的一系列有关 Trisoup 的改进提案<sup>[2]</sup>，几何信息编码性能有了新的提升。Trisoup 是基于八叉树编码的一种将对象表面表示为一系列三角形的编码方式，这样的处理大大降低了需要传输的点云几何信息，编码端仅需传输选取的用于构建表面三角形的顶点信息，利用这一信息重建出三角面片然后对三角面片进行射线追踪采样后便可重建出原始几何形状。

参考八叉树编码采用利用邻居信息来作为上下文，Trisoup 在编码顶点信息时也引入了上下文的概念，这对改善其几何信息编码后进行熵编码时的编码环境，性能都有一定的提升，但由于上下文模型成熟度不高，仍然存在很多冗余条件或者错误的邻居信息。另外，国内的数字音视频编解码技术标准工作组（AVS）也于 2019 年开始了三维点云压缩编码的标准化工作，相关标准已经进入委员会草案阶段，目前正处于进一步的优化和定稿过程当中。

#### 四、主要研究内容、要解决的问题及本文的初步方案

##### 主要研究内容：

基于三维空间的点云压缩主要分为两大模块：几何信息压缩和属性信息压缩。本文主要研究的是几何信息的压缩。为了在几何压缩部分获取增益，本课题从改善八叉树编码方式入手，研究改进 Trisoup 编码方式，主要针对其中上下文模型构建部分。不同的上下文模型对于原始点云的划分方式不同，由此带来的编码性能增益也不同。因此本文期望寻找一种现有上下文的基础上最佳的上下文顺序，从而使熵编码的环境得到最大程度的改善，提几何信息的压缩性能。

##### 要解决的问题：

最佳上下文构建顺序的寻找需要解决两个方面的问题：一方面是由于上下文基数较大，排列组合的方式较多，因此为了得到最佳的上下文顺序，需要确定一种合理的测试方案，并进行有条理的结果统计，方便后续进行分析；另一方面是如果选取的某一上下文构建顺序获得了较大的性能增益，需要对其实际的物理含义进行分析，寻找获得增益的关键因素，这一步骤既可以从侧面佐证该上下文构建顺序的合理性，又给后续的研究提供了方向。

##### 初步方案：

由于 Trisoup 中的上下文分为了主要信息与次要信息两部分，同时在熵编码时采用了动态更新的最佳二值化方法（动态 OBUF），为此并不是每个次要信息都会被使用，因此我初步打算先对主要信息的顺序进行调整，测试编码性能变化，然后再考虑将部分次要信息与主要信息位置交换或者增减主要信息数量，从而寻找性能增益最大的上下文模型。对于找出的最佳上下文模型，通过对原始点云信息的观察，并结合上下文的具体含义得出该上下文模型具有最佳性能的原因。

## 五、工作的主要阶段、进度和完成时间

2022. 12-2023. 01 查阅资料，学习了解有关 Trisoup 的基础知识与背景，理解上下文模型的构建与使用，上交开题报告。

2023. 01-2023. 02 研究学习 Trisoup 编程原理及实际编码逻辑，学习如何利用脚本测试算法性能。

2023. 02-2023. 04 修改上下文顺序，进行性能的测试与统计分析，寻求最佳上下文结构模型

2023. 04-2023. 05 对测试得到的较佳的上下文进一步研究，尝试寻找一般规律与合理的物理解释

2023. 05-2023. 06 分析整理结果，进行总结。撰写毕业论文，准备论文答辩。

## 六、已进行的前期准备工作

1. 学习 Trisoup、动态 OBUF 的相关理论知识与背景
2. 完成对 TMC3 源码中 Trisoup 部分的阅读和理解
3. 初步掌握利用 Python 脚本对算法进行全序列的性能测试

## 七、指导教师意见

签名

年        月        日

八、学院审核意见

签名

年

月

日