

学号 19010100277

西安电子科技大学  
本科生毕业设计（论文）中期报告

题    目	GPCC Trisoup 点云几何信息编码优化
学 生 姓 名	姚凯
专        业	通信工程
学        号	19010100277
指 导 教 师	张伟
报 告 日 期	2023 年 3 月 16 日

西安电子科技大学本科生院制

# 西安电子科技大学

## 本科生毕业设计（论文）中期报告要求

一、本科生在完成学位论文开题之后三个月内，必须进行学位论文中期考核，考核由各学院自行组织，具体要求参照毕业设计文件执行。

二、中期考核结论分为两种：1. 通过，按专家意见修改后继续学位论文撰写工作；2. 不通过，重新考核，正式答辩前达不到通过标准的，答辩延期进行。

三、中期报告由学生填写，填写完成后，需在限定时间内，在教务系统中上传最终版（如有更新，可重新上传覆盖）。

四、中期考核时需携带此表，本表一式三份，本人、指导教师、学院各一份，用 A3 纸张正反套印；承担毕业设计单位审核盖章后的表格最终胶装入存档论文中。

五、表格填写要求：正文字体宋体，字号小四，行间距固定值 20 磅，可续页，请勿更改表格样式。

1、毕业设计工作是否更换题目及是否按开题报告预定的内容及进度安排进行  
毕业设计未更换题目以及按照开题报告预定的内容及进度安排进行。

2. 目前已完成的研究工作及结果（内容要详实充分）

通过阅读 MPEG（运动图像专家组）开发的 G-PCC 标准下点云编解码器的相关提案、描述文档以及对 TMC13v20 发布的代码中 Trisoup 点云几何信息编解码的有关部分进行理解,我对 G-PCC 标准下 Trisoup 编解码流程有了一定的了解,并尝试对其熵编码过程用到的上下文顺序进行优化。

目前常用的几何信息压缩算法有 Octree 和 Trisoup 几何编码。首先预处理部分将几何位置信息进行坐标变换,变换后的所有点都位于 BoundingBox 包围盒中。再进行量化和重复点的去除,即体素化,将具有相同量化坐标的重复点合并成一个点。Octree 几何编码常用于 TMC3,即动态获取点云。Trisoup 几何编码方式常用于 TMC1,即静态获取且表面密集的点云。在 TMC1 几何信息编码中,常常先用八叉树划分到一定层次,然后应用 Trisoup 进行确定顶点和对顶点熵编码以达到压缩的目的,然后通过三角重建近似曲面进行解压缩,也就是说 Trisoup 是一种基于八叉树的几何编码方式。但是在当前几何信息编码标准测试环境中,对于每一个点云文件在进行编码时八叉树应该划分到哪一层都有固定的值,由参数 trisoupNodeSizeLog2 确定。

Trisoup 几何编码主要分四个步骤进行:

### 1. 确定顶点

几何图形在每个块中表示为一个至多与块的每条边相交一次的曲面。由于一个块有 12 条边,所以在一个块中最多可以有 12 个这样的交点。每一个这样的交点称为顶点。当且仅当共享该边的所有块中与该边相邻的块中至少有一个已占用的体素时,才能检测到沿该边的顶点。检测到的顶点沿边的位置是共享该边的所有块中,所有与该边相邻的体素沿边的顶点的平均位置。

### 2. 熵编码顶点信息

顶点信息包含两部分:一个是标识信息,即标识所有被占据的叶子节点中哪些边上有顶点,也称为边被占据,被占据标识为 1,不被占据标识为 0;另一个是顶点位置信息,对于每个被占据的边,顶点位置信息被量化为 2bit。最后利用算数编码器对标识信息与顶点位置信息进行熵编码。

### 3. 三角面片构建

根据三角形投影面积大小确定主导轴、求出质心坐标以及质心偏移量、根据方位角信息对顶点进行排序。最后我们将顶点与质心组合，构建三角面片。

### 4. 射线追踪采样

以三角面片在主轴方向上的投影面为射线起点，射线追踪的间隔由高层语法元素决定，同时会根据重建后的点云数量改变间隔大小。射线追踪采样的核心是利用 Muller-Trumbore 算法，判定射线是否与三角面片有交点，产生的交点便是重建点云。

为了使熵编码更加的高效，编码得到的 bit 流更小，熵编码顶点信息过程中使用了动态 OBUF。顶点标识信息与顶点位置信息分开编码，用到了两组不同的上下文信息，同时上下文信息又分为主要信息与次要信息：主要信息用较少的 bit 数承载了绝大部分相关性信息，我们去除该相关性以后再进行熵编码，码流显然会减少；次要信息的动态使用则是动态 OBUF 的特点所在，它会根据熵编码输出的值更新 LUT 以及上下文使用数量。

我的毕业设计主要分析研究次要信息中上下文的使用顺序对几何信息熵编码的影响。

1、首先我将研究上下文顺序这一问题转化为求解每个上下文的熵值大小问题。因为我认为，如果某个上下文的熵值越小，那么说明他对于 0、1 的区分度越好，因此他应该在使用时放在越前面。

2、然后我在 TMC13v20 的源代码中加入一系列键值对去统计每个上下文出现时，对应的标识信息与位置信息的值。并且对这些值进行简单的处理，转化为了相应的占比和熵值。在这个过程中，由于同一类上下文的不同上下文值有不同的熵值，我对其进行了加权和，作为该类上下文的熵值。

3、修改好源代码，生成好可执行文件后，我对 solid、dense、sparse、scant 四类原始点云的部分序列在 C2 (lossyG, lossyA, intra) 条件下进行了测试，将需要的信息用脚本从 txt 抓取进 excel 方便进行进一步分析。

4、确定好理论情况下最佳的次要信息上下文顺序，对源代码进行修改。然后进行最终的性能测试，由于只修改了编码几何信息时的次要信息上下文顺序，因此我们只需要关注比特率中的 Geometry 部分的变化即可——几何比特率越小，压缩性能越好。同时压缩性能的变化也可以从 D1 (point to point error), D2 (point to plane error) 两个参数来体现出来。

截止目前，我分别修改了标识信息与位置信息的次要信息上下文顺序，如果完全按照熵增排序的话，性能都未得到提升，反而会在不同类型点云下有不同

同程度的 loss。有待进一步改进。

### 3. 后期拟完成的研究工作及进度安排（要有可行性）

1、基于现有测试得到的熵值结果以及更换上下文顺序后的性能结果，进行小范围的问题寻找，由于现有的上下文使用顺序近似等于熵值一高一低交错，因此下一步想考虑是否某些上下文之间有较强的相关性，不能相邻使用。

2、进一步学习理解动态 OBUF 的实现原理与过程

3、继续改进上下文顺序，寻求增益。

4、撰写毕业论文。

### 4. 存在的困难与问题

虽然对于 Trisoup 几何编解码过程所涉及到的上下文具体含义以及如何进行性能测试有了较为深刻的理解，但是对于动态 OBUF 的具体实现过程还处在较浅的理解层面，有可能导致我对上下文顺序修改方向产生偏差。

### 5. 如期完成全部论文工作的可能性

可按期完成全部论文工作。

### 6. 指导导师意见

导师签名：

2023 年 3 月 日

### 7、中期报告检查组意见

（中期考核结论分为两种：1. 通过，按专家意见修改后继续学位论文撰写工作；  
2. 不通过，重新考核，正式答辩前达不到通过标准的，答辩延期进行。评语重点指出中期报告存在的问题并提出具体修改意见和建议。）

组长签名：

成员签名：

2023 年 3 月 日

### 8、承担毕业设计单位审核（盖章）

（校内毕设学生由学院审核，校外毕设学生由承担毕设企业或单位审核）

审核意见：

盖章：

2023 年 3 月 日