

基于 VR 简笔画的模型检索

开题报告

罗宇辰 516030910101

陈志扬 516030910347

陈诺 516030910199

2019 年 3 月 23 日

Contents

1	应用背景	3
2	用户分析	3
2.1	目标用户群体	3
2.2	用户群体的特质	3
2.3	目标群体的需求	3
3	设计方案	4
3.1	设计简述	4
3.2	VR 交互部分	4
3.2.1	使用的工具、平台	4
3.2.2	具体流程	4
3.3	模型检索部分	4
3.3.1	VR 简笔画处理部分	4
3.3.2	模型检索部分	4
4	创新点	5
4.1	基于 VR 端输入的模型检索	5
4.2	VR 简笔画的特征提取	5
5	可能的技术方案	5
5.1	基于 VR 环境的二维视图的生成	5
5.2	基于 2D 草图的 3D 模型检索方法	6

5.2.1	基于手绘草图部件分割的方法	6
5.2.2	基于形状特征的方法	6
5.2.3	基于多特征反馈的方法	7
5.3	可能使用到的技术	7
5.4	已测试的技术	7
6	项目工作计划及分工	8
6.1	项目工作计划	8
6.2	分工	9
7	参考	9

Abstract

模型检索是根据输入图片、几何描述等信息，在已有的模型数据库中匹配找到相似模型的技术。该技术在数据分析、工业制造等领域都有广泛的应用。本项目希望结合 VR 交互的特点，根据用户的简笔画输入，进行 3D 模型检索，实现 VR 中新的交互形式。

1 应用背景

基于安全、经济等方面的考虑，有时会让学生在 VR 下学习做实验。各种实验的实验器具具有高度重复性（烧杯、刻度尺、酒精灯……），但是数量却不具有确定性。为每一个实验事先设定好实验器具又是一个不经济且死板的做法。因此在 VR 环境下，为学生提供一个快速的模型检索方法来查找常用的实验器具是有意义的。

目前已有的一些技术，例如基于文字描述的模型检索、基于二维草图的模型检索、基于内容的模型检索等都有各自的缺点，不能够满足上文提到的特定使用场景，因此我们希望能够通过实现基于 VR 简笔画的模型检索方法来填补前面几种检索方法中不足之处，优化特定场景下的模型检索，提升用户体验。

2 用户分析

2.1 目标用户群体

在 VR 中做实验的学生。

2.2 用户群体的特质

1. 对 VR 操作不熟悉，没有尝试过在 VR 下作画；
2. 绘画水平参差不齐；
3. 对模型具有不同的理解，画简笔画时对模型特点的描述侧重点不尽相同；
4. 实验时间宝贵，希望能够快速找到模型。

2.3 目标群体的需求

1. VR 交互简单易懂，并且最好提供新手指导等提示信息；
2. 能够处理不同绘画水平的学生的简笔画；
3. 能够找出简笔画中的关键语义信息并查找出对应的模型；
4. 模型检索尽量高效，减少学生的等待时间。

3 设计方案

3.1 设计简述

基于用户画出的 VR 简笔画来检索模型, 是较为友好的一种交互方式。通过处理用户画出的 VR 简笔画得到的二维信息, 并通过二维信息来匹配数据库中的三维模型, 从而达到模型检索的目的。

3.2 VR 交互部分

3.2.1 使用的工具、平台

VR 交互部分我们采用 HTC vive + google tilt brush, 为用户提供一个交互便捷的作画系统。该系统需要帮助用户快速完成简笔画, 并且将得到的用户数据传输到模型检索模块。

通过 tilt brush Unity SDK 来将 VR 部分与 Unity 结合起来, 搭建一个用户平台。

3.2.2 具体流程

1. 用户作画
2. 点击确认
3. 将绘画信息传送给检索系统, 系统进行识别检索
4. 将检索出的模型按概率返回前三个, 呈现给用户, 让用户选择
5. 将用户的选择呈现出来

3.3 模型检索部分

模型检索部分粗略的分为两块:

1. VR 简笔画处理部分
2. 模型检索部分

3.3.1 VR 简笔画处理部分

这部分需要完成的工作为将 VR 简笔画转换为包含了模型特征的二维图像。通过用户视点将 VR 简笔画投影到二维空间, 再通过计算机视觉的方法尽量提取出投影中的有效信息。

3.3.2 模型检索部分

这部分需要完成的工作为通过二维图像在数据库中检索相似度较高的模型, 并返回给 VR 端。

4 创新点

4.1 基于 VR 端输入的模型检索

尽管基于内容的模型检索已经提出很久了，搜索引擎公司也推出了使用图片来搜索图片等基于内容的模型检索，但是使用 VR 输入来检索模型并没有流行，也没有出现较为流行的基于 VR 输入的模型检索。

目前的三维模型检索大多数是基于文字关键词或者二维图像来进行的。然而关键字具有二义性，用户不能很好的借助文字来准确快速的查找到三维模型，同时在 VR 环境下输入文字也是较为费力的。基于二维图像的检索也同样不适用与 VR 交互场景，因此我们希望能够直接利用 VR 简笔画来提取关键信息从而完成模型检索。

4.2 VR 简笔画的特征提取

目前有的特征提取大多是基于二维图像来进行的。而我们希望能够从 VR 简笔画中提取出特征信息。尽管操作方式是从 VR 简笔画数据到二维图像再到特征，但是如何将 VR 数据转换为二维图像是一个需要探索尝试的领域，这也是本项目的一个创新点。

5 可能的技术方案

现行的三维模型检索机制，总体来说分为 2 大类：以三维模型为中心的方法及以三维模型视图为中心的方法。

其中，以三维模型为中心的方法在复杂模型检索领域很难应用，这主要是因为复杂模型几何元素的海量数据，使得计算机处理速度变慢，难以满足实时模型检索的要求。故针对复杂模型检索，应用基于三维模型视图的检索方法相对可行，因为三维模型几何造型的复杂度如何，其各个不同角度的视图信息占用较少的字节数，这对于大规模三维模型数据库检索系统是必要的。

考虑到我们是通过 VR 设备获取模型的检索信息，由于用户绘制的 3D 图像不一定是一个封闭的图形，并且不一定与用户想获取的模型有较高的外形相似性，我们选择使用 2D 的信息来进行模型检索。

5.1 基于 VR 环境的二维视图的生成

具体的流程如下：

1. 提取 VR 环境中带转换三维模型轮廓线上的三维坐标点，将所述三维坐标点映射到待生成二维视图所在的平面，生成二维坐标点；
2. 根据三维坐标点之间的连接关系，采用直线段连接所述二维坐标点生成点阵图；
3. 从所述点阵图中提取几何特征线，根据所述几何特征线生成二维建模软件可识别文件；
4. 将所述可识别文件导入所述二维建模软件生成二维视图。

5.2 基于 2D 草图的 3D 模型检索方法

我们探究了几个基于 2D 草图的 3D 模型检索技术，主要可以分为 3 种类别：

1. 基于部件分割的方法
2. 基于形状特征的方法
3. 基于多特征反馈的方法

5.2.1 基于手绘草图部件分割的方法

该方法包括：

- 预处理模块。用于对手绘查询草图进行去噪处理获得灰度图，并对所述灰度图进行二值化处理、边界扩展处理、图像孔洞填充处理，获得处理后的图像
- 部件标记模块。用于对处理后的图像进行等间隔采样，并对采样点添加部件标签
- 采样点特征提取模块。用于提取采样点的各种特征向量；部件分割模块，用于根据添加部件标签后的采样点的各种特征向量进行分割模型训练
- 相似度计算与总评分排序模块，用于进行部件局部相似度计算，按照总评分进行排序，并将排序结果返回

这种方法综合利用了手绘草图部件的几何信息、部件间的拓扑结构信息以及整幅视图的全局信息，并设置了三视图动态赋权的机制，放大重要视角在总评分中的影响，从而使得基于手绘草图的三维模型检索更加精准有效。

5.2.2 基于形状特征的方法

这类方法基本流程都是相似的：

1. 生成 3D 模型在不同视角下的二维轮廓线图；
2. 对二维轮廓线图进行特征提取，获得特征描述符，构建特征数据库；
3. 对输入的二维草图进行类似的特征提取，然后使用匹配算法计算与特征数据库中的特征的相似距离，输出相似性较高的模型。

这类方法的不同之处主要在于模型的二维轮廓的提取方法的不同，使用的特征描述符的不同和特征匹配算法的不同。

此类方法着力于形状和轮廓特征的提取和匹配，捕捉到了最核心的检索信息，总体上所需要处理的信息量相对较少，因此模型检索的效率较高。。

5.2.3 基于多特征反馈的方法

此方法的基本流程为：

1. 对三维模型数据库中的每个三维模型进行处理，获取三维模型的彩色视图阵列
2. 获取三维模型特征，合并所有三维模型特征生成特征数据库
3. 计算客户端提供的二维草图的特征
4. 计算该二维草图与每个三维模型的距离，并和特征数据库中特征进行匹配，对所有三维模型按照距离值排序并输出，生成检索结果
5. 由客户端对每次检索结果进行“相关”及“不相关”的标注，将标注后的三维模型信息返回服务器端，服务器端对该信息进行学习，采取多 SVM 融合方法对所述三维模型库进行分类，根据分类结果对所有三维模型进行排序并输出，作为检索结果
6. 重复步骤 5，最终输出用户满意的三维模型检索结果。

这种方法的有两个特殊之处：一是结合了多种特征，保证了信息获取的完整性及可靠性，提高了复杂三维模型检索精度；二是利用用户的反馈信息来训练特征匹配网络，不断提高匹配的能力和速度。

5.3 可能使用到的技术

1. 数据清洗
2. 图像分割
3. 特征提取
4. 特征匹配
5. 神经网络（不建议，可扩展性不好）

5.4 已测试的技术

- 我们在实验室试了 HTC vive，明确了它的基本操作以及手柄的用法；
- 在 unity 中正在尝试安装 tilt brush Unity SDK 搭建开发环境；
- 模型检索部分由于没有数据库暂时还未测试。

6 项目工作计划及分工

6.1 项目工作计划

1. 第六周

- 搭建一个基础的 VR 程序
- 能够得到 VR 中得到的三维点坐标，并且能够将坐标点映射到二维平面。
- 尝试处理数据库中的三维模型，并根据结果确定最终的模型检索方式。

2. 第七周

- 完善 VR 程序，用户能够进行基础的画线操作
- 完善 VR 得到的坐标点到二维数据的映射，使得得到的二维数据尽可能正确
- 设计好模型检索模块，并着手实现

3. 第八周

- 完善 VR 程序，用户能够便捷地查看、修改自己画出的简笔画
- 着手实现模型检索模块

4. 第九周

- 完善 VR 程序，使得 VR 程序能够展示模型检索端传输来的模型，并给用户选择、丢弃模型的权利
- 实现出一个正确率可以接受的粗略的模型检索模块

5. 第十周

- 完善 VR 程序，完善新手指导部分
- 将检索模块和 VR 模块结合起来
- 准备中期答辩
- 寻找小组外成员试用系统并给出评价

6. 第十一周（中期答辩）

- 根据小组外成员试用结果调整系统设计
- 确定模型检索模块优化思路，进一步提高检索模块的准确度
- 完善 VR 程序，优化交互界面

7. 第十二周-第十五周

- 着手优化模型检索模块
- 优化 VR 程序的交互设计
- 准备最终答辩

8. 第十六周-第十八周（大作业答辩）

6.2 分工

VR 交互模块：1 人。(陈志扬)

模型检索模块：2 人。(罗宇辰、陈诺)

7 参考

- Sundar, H., Silver, D., Gagvani, N., Dickinson, S., Skeleton based shape matching and retrieval, In: Proc. SMI, Seoul, Korea (2003)
- Min, P., Kazhdan, M., Funkhouser, T., A comparison of text and shape matching for retrieval of Online 3D models. Research And Advanced Technology For Digital Libraries, 2004, Vol.3232, pp.209-220
- 基于多特征相关反馈的三维模型检索方法
<https://patents.google.com/patent/CN100593785C/zh>
- 基于手绘草图部件分割的三维模型检索系统及方法
<https://patents.google.com/patent/CN104850633A/zh>
- 基于二维草图的三维模型检索方法
<https://patents.google.com/patent/CN101004748A/zh>
<https://patents.google.com/patent/CN106484692A/zh>
<https://patents.google.com/patent/CN103902657A/zh>
- Tilt Brush Unity SDK: 在 Unity 中使用 Tilt Brush
<http://www.insideria.cn/article/34>
- 基于 VR 环境二维视图生成方法及系统
<http://cprs.patentstar.com.cn/Search/Detail?ANE=9FCA7AHA9HHG9FCF9IHH9DIC9CID9CGA9ECA8DCA3BCA9EFF>