

基于手绘草图的三维模型检索

邱泳锋 高雪瑶 刘嘉源 林威良 张家豪 贾龙雨

(哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:本文提出了一种基于手绘草图的三维模型检索框架。利用固定投影方法获取三维模型的二维视图,提取二维视图的全局特征与形状特征,形成集成特征存入数据库。在给定操作界面中手动绘制二维草图,并提取集成特征。以草图和二维视图的集成特征为基础,计算草图与三维模型之间的相似度。按相似度从大到小依次排序,将相似度最高的前8个模型显示在检索界面中。系统检索的F测度为0.460。

关键词:手绘草图;三维模型;固定投影;二维视图;集成特征
中图分类号:TP391 **文献标识码:**A

文章编号:2096-4390(2021)06-0064-02

1 概述

近年来,三维CAD模型的数量和种类急剧增加,CAD模型库的规模也随之变大。据统计目前全世界已有300多亿个三维模型。从模型库中精确地寻找满足用户设计意图的模型无疑会缩短开发周期,提高设计效率,为企业带来更多的利益。同时,重用已有CAD模型也会让企业节约更多的成本。

常见的三维模型检索方法主要有:基于文本的三维模型检索、基于特定指令的三维模型检索和基于内容的三维模型检索。

1.1 基于文本的三维模型检索。通过对目标三维模型进行恰当描述,与海量数据中的三维模型文本标签进行自动匹配来完成检索,但是,三维模型的文本描述相对有限、无法真正将三维模型特征一一列举。

1.2 基于特定指令的三维模型检索。使用定义好的笔画或者笔画集合来表示基本图形,然后利用笔画来完成三维模型检索。但是,这种方法仅适用于极少部分三维模型的检索,适应范围太小。

1.3 基于内容的三维模型检索。以反应对象自身的视觉特征的内容索引为基础,计算视觉特征的相似性来查找用户所需要的目标模型。但是,这种方法不仅依赖于文本,而且也依赖于三维模型和草图等^[1]。

本文利用固定投影方法获取三维模型的二维视图^[2],提取草图和二维视图的集成特征,并以此为基础来度量草图与三维模型之间的相似程度。

2 基于草图的三维模型检索框架

基于手绘草图的三维模型检索过程分为在线检索与线下处理两个阶段,如图1所示。线下检索部分,主要包括:二维视图提取模块、全局特征提取模块和二维形状特征提取模块。为了便于实现基于草图的三维模型检索,不仅需要存储三维模型,而且还需要存储三维模型的二维视图以及二维视图所对应的特征向量。在线检索部分主要包括:二维草图绘制模块、全局特征提取模块、二维形状特征提取模块、模型相似性计算模块和三维模型检索模块(图1)。

在线下处理过程中,首先利用固定投影方法对三维模型进行降维处理,获取三维模型的二维视图集。选择固定的角度和固定的投影数量进行投影。在水平面上30度角位置,每隔60度放置一个虚拟摄像机,指向三维模型的中心,可以生成6个二

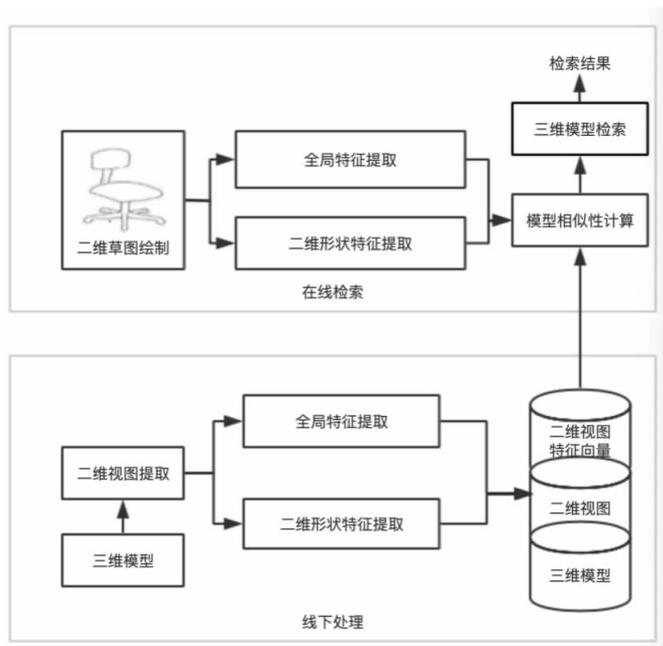


图1 三维模型检索框架



图2 三维模型的固定投影

视图,如图2所示。

所提取的二维视图是三维模型在某个角度的投影图片,即投影图像。提取每幅视图的全局特征与二维形状特征,其中,全

基金项目:黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(202010214068)。

局特征主要包括视图的 D1 形状分布特征、D2 形状分布特征、D3 形状分布特征和 Gist 特征。同时,根据视图的像素灰度数值来提取二维形状特征。组合全局特征与二维形状特征,获得了视图的集成特征。因此,每一个三维模型都对应着 6 个二维视图,每一个二维视图都对应着一个集成特征。利用这 6 个二维视图的集成特征来表示三维模型。草图与三维模型的相似度计算将被转化为草图与其 6 个二维视图之间的相似度计算问题。三维模型 A 对应的 6 个二维视图为 $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$ 。二维视图 $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6$ 的集成特征向量分别为 $X_{v1}, X_{v2}, X_{v3}, X_{v4}, X_{v5}, X_{v6}$ 。

按上述方法抽取所有三维模型的二维视图的集成特征向量。按照每一个三维模型进行分类组织,形成三维模型数据库,其逻辑结构如图 3 所示。在三维模型数据库中,主要包括:模型层、视图层和向量层。在模型层中,存储三维模型的存储地址。在视图层中,存储二维视图的存储地址。在向量层中,存储二维视图的集成特征向量。因此,每一个三维模型与二维视图之间存在着一对多关系,每一个二维视图与集成特征向量之间存在着一对一关系。

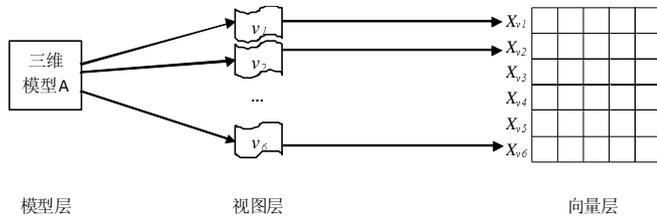


图 3 三维模型数据库的逻辑结构

在检索过程中,用户在界面中手动绘制二维草图 s 。系统提取草图 s 的全局特征与二维形状特征,其中,全局特征主要包括草图 s 的 D1 形状分布特征、D2 形状分布特征、D3 形状分布特征和 Gist 特征。同时,根据草图 s 的像素灰度数值来提取二维形状特征。组合全局特征与二维形状特征,获得了草图 s 的集成特征 X_s 。

3 三维模型相似度计算

草图 s 和三维模型 A 之间的相似度计算如公式(1)所示。

$$Sim_M(s, A) = \max_{i=1, \dots, 6} 1 / D(s, v_i) \quad (1)$$

$$D(s, v_i) = |X_s - X_{v_i}| \quad (2)$$

其中, $|X - Y|$ 为向量 X 与向量 Y 之间的欧式距离。

计算草图 s 与二维视图 v_i 之间的距离。若距离越小,则表明二者之间的相似程度越高。反之,则说明二者之间的相似程度越低。计算草图 s 与三维模型 A 的每幅视图之间的距离。从这 6 幅视图中,选择距离最小的一幅视图作为三维模型 A 的代表,并将二者之间的距离的倒数作为草图 s 和三维模型 A 之间的相似度。

计算草图 s 与数据库中的每一个三维模型之间的相似度。按相似度从大到小依次排序,将相似度最高的前 8 个模型显示在检索界面之中。

4 实验

本文使用 VS2012 C++ 开发了一个基于草图的三维模型检

索系统,使用了 MySQL 数据库存储三维模型、二维视图和集成特征向量,如图 4 所示。

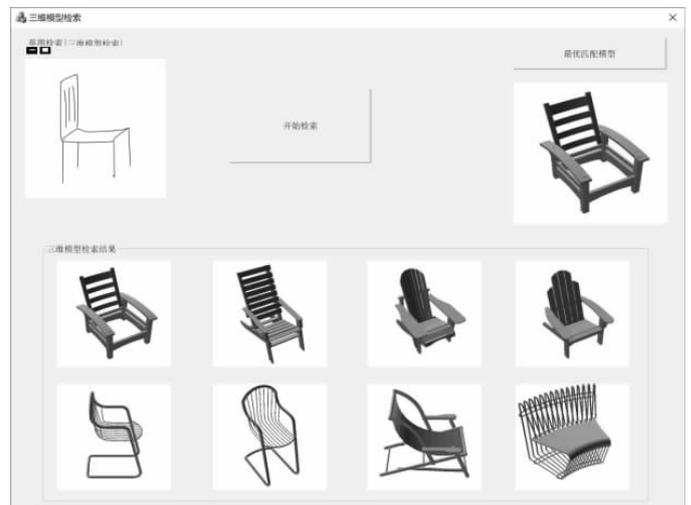


图 4 基于草图的三维模型检索系统

从 ModelNet40 中抽取了 4 类三维模型作为源模型,分别是“car”、“chair”、“dresser”和“person”。从每个类中抽取了 10 个模型,每个模型对应于 6 个二维视图。从 SHEREC13 中抽取 1 个“car”草图、1 个“chair”草图、1 个“dresser”草图和 1 个“person”草图作为目标草图。利用所开发的系统分别检索与目标草图最相似的三维源模型,使用 F 测度来度量系统的检索性能,如表 1 所示。系统检索的 F 测度为 0.460。

表 1 系统的检索性能

类名	三维模型数	二维视图数	F
car	10	60	0.801
chair	10	60	0.399
dresser	10	60	0.399
person	10	60	0.240
all	40	240	0.460

5 结论

本文在分析了现有三维模型检索技术的基础上,提出了一种基于手绘草图的三维模型检索框架。在水平面上 30 度角位置,每隔 60 度放置一个虚拟摄像机,抽取 6 个二维视图,提取二维视图的集成特征。同时,提取二维草图的集成特征,以草图和二维视图的集成特征为基础,计算二者之间的相似度,并选择相似度最大的三维源模型作为匹配结果。

参考文献

- [1]裴焱栋,顾克江.基于内容和语义的三维模型检索综述[J].计算机应用,2020,40(7):1863-1872.
- [2]朱天放,胡书山,余日季,李文靖.基于多视角图与卷积神经网络的三维模型检索算法[J].湖北大学学报(自然科学版),2020,42(3):325-333.