

学校编码: 10384
学号: 19920081152970

分类号_____密级_____
UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 Open CASCADE 的三维布线平台实现的研究
**Three-Dimensional Routing Platform Based on Open
CASCADE**

朱建强

指导教师姓名: 卓 勇 副教授

专 业 名 称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 月

基于 Open CASCADE 的三维布线平台实现的研究

指导教师

厦门大学

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

本文是以福建省自然科学基金项目（2009J01266）为背景。在机电一体化领域，MID 三维机电集成器件（Molded Interconnect Devices）指的是一种创新性的工艺技术，它抛弃了传统的电路板，直接在材料上集成了机械、电子功能，它既可以在三维热注塑材料上实现，也可以运用在柔性薄膜和陶瓷基体上。这种特殊性和集成性增加了设计人员的结构设计的复杂程度，必须同时兼顾机械和电子两方面的设计因素。因而，是否具备有效的辅助设计工具成为提高产品设计效率一个关键性因素。而现有的可利用的辅助设计工具却不具有这方面的能力，如电路在三维电路载体上的走线设计无法通过现有二维电子 ECAD 系统的布线功能得到实现，同时现有机械 MCAD 系统也不具有表达和设计电路的能力。针对上述问题本文基于 Open CASCADE 三维造型内核开发了一个三维的布线布局平台，并且最终实现独立建模、布尔运算、STEP 等文件的读取、三维电子元件的布局、平面最短路径寻找、三维手工布线、三维基体表面最短路径的搜索等功能。本文主要研究内容包括以下几个方面：

研究 OCAF（Open CASCADE Application Framework）的运行原理并且基于 Open CASCADE 开发了一套三维虚拟建模平台；

研究国内外中关于平面内寻找最短路径的算法，并且提出来了一种基于隐含式网格和贪心算法相结合的寻找最短路径算法，该算法综合考虑到了在最短路径存在情况下一定能找到最短路径和在寻找最短路径情况把搜索空间减少到较少的情况，以节省搜索时间和存储空间；

对计算机图形学基础中的三维几何造型基础进行了一定的研究，在已经搭建的三维虚拟建模平台上添加三维造型生成模块等一些 MCAD 软件中常见功能模块的程序编写，电子元件的数据模块以及电子元件如何正确安装在三维空间内的布线面内；

研究了国内外中关于三维空间内寻找最短路径的算法。提出来了一种基于障碍物线探索算法、最短绕障算法、贪心算法相结合的寻找最短路径算法，该算法具有搜索空间不大以及搜索时间花费少的优点。

关键字: Open CASCADE MID 布线算法

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

This paper take the natural science foundation of Fujian province (2009J01266) as background. In the field of mechanotronics, Molded Interconnect Devices (MID) refers to an innovative technique, which integrates mechanical and electronic functions directly with materials instead of traditional circuit board. It can either be realized with three-dimensional heat molding materials or be applied with soft diaphragm and ceramic matrix. The specialty and integration of MID increases complexity of design for the technicians, who have to take both mechanical and electric factors into consideration for the design. Therefore, effective auxiliary devices are critical for efficient design of products. However, the existing available auxiliary devices do not possess such functions. For instance, the wiring of electric circuit on three-dimensional electricity carriers can not realized through existing two-dimensional ECAD wiring system, and the existing MCAD system does not have functions in expressing and designing electric circuit. Based on Open CASCADE, this paper develops a virtual three-dimensional molding platform, realizing functions of independent molding, Boolean calculation, reading of STEP files, installation of electronic parts, and so on. This paper mainly studies the following aspects:

The operation principle of OCAF (Open CASCADE Application Framework) and the development of a virtual three-dimensional molding platform based on Open CASCADE;

The algorithm for the optimal path on flat surfaces: the proposal of a combining algorithm of hidden grid and greedy algorithm, which guarantees the discovery of the optimal path and saves time and space.

The basis of three-dimensional geometric modeling in computer graphics: the add of some common programming of functional modules in MCAD software such as three-dimensional generator modules on virtual three-dimensional molding

platforms; digital modules of electronic parts and how these parts can be correctly installed on three-dimensional surfaces;

The algorithm for the optimal path in three-dimensional spaces at both home and abroad: the proposal of a combining algorithm of obstacle linear search, the shortest detour and greedy algorithm, which has the edges of small searching space and short searching time.

Keywords: Open CASCADE;MID; Routing Algorithm

厦门大学博硕士论文摘要库

中文摘要	I
英文摘要	III
第一章 绪论	1
1.1 论文选题的背景	1
1.2 机电一体化产品设计的研究现状	2
1.3 选题的目的和意义	3
1.3.1 三维造型内核的选择	3
1.3.2 Visual C++ 6.0	4
1.3.3 布线算法研究进展	4
1.4 本文的主要研究内容	6
1.5 本章小结	7
第二章 三维几何造型基础及 Open CASCADE 技术概述	8
2.1 引言	8
2.2 三维几何造型基础	8
2.2.1 三维图形的系统坐标系	8
2.2.2 三维系统中的几何元素	8
2.2.3 三维几何造型的构造模型	9
2.2.4 三维几何造型的几种表示方法	11
2.3 Open CASCADE 技术概述	14
2.3.1 Open CASCADE 智能指针的使用	15
2.3.2 建模数据模块	15
2.3.3 可视化技术	19
2.3.4 OCAF	20
2.4 本章小结	27
第三章 基于 Open CASCADE 三维建模平台研究与开发	28

3.1	引言	28
3.2	单文档运用程序的框架	28
3.3	三维建模平台中重要功能模块的增加	29
3.3.1	二维图形模块	29
3.3.2	三维几何造型元素模块	32
3.3.3	选择方式模块	35
3.3.4	布尔运算模块	35
3.3.5	三维造型坐标变换模块	36
3.3.6	STEP 的文件的读取	39
3.3.7	任意曲面上一个点的获取	40
3.3.8	电子元件的安装	41
3.3.9	已安装电子元件位置和方向的调整	44
3.4	本章小结	46
第四章 平面最短路径搜索及布线算法的研究实现		48
4.1	引言	48
4.2	Dijkstra 算法	48
4.3	A*算法	49
4.4	迷宫算法	50
4.5	线探索算法	51
4.6	基于隐含连接图的无网格最短路径算法	52
4.6.1	障碍物表示以及扩张	52
4.6.2	数据结构	53
4.6.3	寻找最短路径	55
4.6.4	路径的回访	57
4.7	平面最短路径搜索算法的实验结论	57
4.8	本章小结	58
第五章 三维布线算法		60
5.1	引言	60
5.2	三维手工布线	60

5.3 三维最短路径搜索算法的研究	62
5.3.1 面展开寻找最短路径.....	62
5.3.2 网格化寻找最短路径.....	62
5.4 本文算法	62
5.4.1 电子元件的数据结构.....	62
5.4.2 路径允许经过的面.....	64
5.4.3 搜索路径的边.....	64
5.4.4 搜索路径的点.....	65
5.4.5 起始点和终点的扩展.....	67
5.4.6 终点判断.....	67
5.4.7 线探索.....	68
5.4.8 最短路径的搜索.....	69
5.4.9 路径的回访.....	71
5.5 实验结论	72
5.6 本章小结	72
第六章 总结与展望	73
6.1 总结	73
6.2 展望	74
附 录	75
参 考 文 献	80
致 谢	83
攻读硕士期间发表的论文	84

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Table of Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 Current Status of Research	2
1.3 Purpose and Significance of this Thesis	3
1.3.1 The Choice of three-dimensional Modeling Core.....	3
1.3.2 Visual C++ 6.0.....	4
1.3.3 Current Status of Routing algorithm.....	4
1.4 Scope of Research	6
1.5 Summary	7
Chapter 2 The basis of three-dimensional geometric modeling and the technology of Open CASCADE	8
2.1 Introduction	8
2.2 The Basis of Three-dimensional Geometric Modeling	8
2.2.1 The Coordinate System of Three-dimensional Graphics.....	8
2.2.2 Geometrical Elements in Three-dimensional System.....	8
2.2.3 Models of Three-dimensional Geometric Modeling.....	9
2.2.4 Representations of Three-dimensional Geometric Modeling.....	11
2.3 The Technology of Open CASCADE	14
2.3.1 The Application of Open CASCADE Intellectualized Pointer.....	15
2.3.2 Models of Digital Modeling.....	15
2.3.3 The Technology of Visualization.....	19
2.3.4 OCAF.....	20

2.4 Summary	27
Chapter 3 Research and Development Based on the Three-dimensional Modeling Platform of Open CASCADE.....	28
3.1 Introduction	28
3.2 Single document application framework.....	28
3.3 The Increase of Major Moduels on Three-dimensional medeling Platform.....	29
3.3.1 Moduels of Two-dimensional Graphics.....	29
3.3.2 Moduels of Three-dimensional Geometric Modeling.....	32
3.3.3 Moduels of Alternate Methods.....	35
3.3.4 Moduels of Boolean Calculation	35
3.3.5 Modeuls of Coordinate System Variation of Three-dimensional Modeling.....	36
3.3.6 Reading of STEP Files.....	39
3.3.7 Getting of A Point on Random Surfaces.....	40
3.3.8 Installation of Electronic Components.....	41
3.3.9 Coordination of the Positions and Directions of Installed Electronic Components	44
3.4 Summary	46
Chapter 4 Research on the Algorithm for Optimal Path on Surfaces and realize the wiring algorithm.....	48
4.1 Introduction	48
4.2 The Algorithm of Dijkstra	48
4.3 The Algorithm of A*.....	49
4.4 The Algorithm of Lee	50
4.5 The Algorithm of Linear Search.....	51
4.6 The Algorithm without Grid for Optimal Path Based on Hidden Related Graphics	52
4.6.1 Representation and Expansion of Obstacles.....	52

4.6.2	Statistical Structure	53
4.6.3	Search for the Optimal Path	55
4.6.4	Return of Path	57
4.7	Experimental Results of the Algorithm for the Optimal Path on Surfaces	57
4.8	Summary	58
Chapter 5	Three-dimensional Routing Algorithm	60
5.1	Introduction	60
5.2	Three-dimensional Manual Routing	60
5.3	Research on Three-dimensional Routing Algorithm	62
5.3.1	The Search for the Optimal Path on surfaces	62
5.3.2	The Search for the Optimal Path in the Form of Grid	62
5.4	The Algorithm Proposed in this Thesis	62
5.4.1	The Statistical Structure of the Obstacles	62
5.4.2	Surfaces allowed for the Path	64
5.4.3	Sides of Searching Path	64
5.4.4	Points of Searching Path	65
5.4.5	Expansion of the Starting Point and the Terminal Point	67
5.4.6	The Judgement of the Terminal Point	67
5.4.7	Linear Search	68
5.4.8	The Search for the Optimal Path	69
5.4.9	Return of Path	71
5.5	Results of the Experiment	72
5.6	Summary	72
Chapter 5	Conclusion and Prospect	73
6.1	Conclusion	73
6.2	Prospect	74
Appendix.	75

References	80
Acknowledgement	83
Publication	84

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库