

学校编码: 10384  
学 号: 23120071150145

分类号\_\_密级\_\_  
UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

芯片显微自动拍照技术  
及其系统设计研究

Research and Design of Microscopic IC Photo Auto-taking  
System

汤伟宾

指导教师姓名: 李晓潮 副教授  
郭东辉 教授

专 业 名 称: 电路与系统

论文提交日期: 2010 年 5 月

论文答辩时间: 2010 年 5 月

学位授予日期: 2010 年 7 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_  
评 阅 人: \_\_\_\_\_

2010 年 5 月

## 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘 要

科技的发展，使芯片大大改善了我们的工作效率以及生活起居等。芯片反向工程作为借鉴国内外先进的芯片设计技术的一种方式而备受关注，而芯片显微拍照和图像拼接工作是芯片反向工程顺利进行的前提。随着芯片集成度的提高，采用自动化的方式，提高反向工程的效率，已成必然趋势。本文的工作就是搭建芯片显微自动拍照系统，解决自动聚焦、运动控制、图像拼接等问题，以提高反向设计的效率，实现芯片显微拍照的自动化。

本论文首先介绍了自动聚焦技术的基本原理，并在分析对比传统的自动聚焦算法的基础上，提出一个具有普遍意义的自动聚焦优化算子，以满足各种不同场合的聚焦需求；其次根据先进的计算动词理论，设计了一套计算动词控制规律以及相应的控制器模型修正算法，大大提高了自动拍照系统的控制效率以及鲁棒性；接着阐述了图像拼接、图像融合的基本原理；然后按照模块划分的方式，说明了整个芯片显微自动拍照系统的具体设计方案，提出了基于阈值的图像误匹配点去除方法；最后给出了整个系统的操作说明书、实例测试以及相应的实验数据，说明本设计的有效性。

本论文的特色与创新点主要体现在以下几个方面：

- 1) 根据自动聚焦算法的共同特征，提出了一个具有普遍优化意义的自动聚焦优化算子，解决图像清晰度判断的问题，在增加少许计算量的情况下，改善各种传统自动聚焦算法的灵敏度。
- 2) 采用先进的计算动词理论，设计了一套自适应的控制规律，解决自动聚焦控制算法问题，大大提高了整个自动拍照系统的控制效率，以及系统的鲁棒性。
- 3) 根据自动聚焦基本模型，设计了控制器模型修正算法，解决外界环境因素的影响，使系统具有自学习能力，进一步提高了拍照系统的鲁棒性。
- 4) 根据匹配点分布情况，提出了一个基于阈值的误匹配点去除算法，提高了图像拼接融合的准确性，解决匹配点误判问题。

**关键词：**自动聚焦；计算动词；图像拼接；

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## ABSTRACT

As the development of Science Technology, chips have been playing an important role in our life and work. IC Reverse Engineering, a way to study advanced IC designing technology, has been especially concerned. Taking IC layout images under microscope and image matching ensure the success of IC Reverse Engineering. As the expansion of chip size, it is necessary to reverse automatically to improve its efficiency. Our work is to design such a system, Microscopic IC Photo Auto-taking System. It solves such problems as camera auto-focusing, motion controlling, image matching and so on, for IC Reverse Engineering. Thus, it improves its efficiency dramatically.

In this paper, we firstly introduce the basic principle of auto-focusing. After analyzing the traditional auto-focusing algorithms, we put forward an optimizing operator for all auto-focusing algorithms, to meet different kinds of requirement. Secondly, we design a set of computational verb rules based on computational verb theory, and we call it verb controller. We also design a model amending algorithm for this controller. All these improve the system's working efficiency and robustness. Thirdly, we explain the principle of image matching and image fusion, and design an algorithm based on threshold to remove the mismatching-points during image matching. After these, we propose the whole design proposal for our system, and divide it into modules. Finally, we show the manual of our system, testing examples and its performance.

The characteristics and innovations of the platform designed in this thesis are as follows:

- 1) In order to judge whether an image is clear or not, we propose an optimizing operator for all auto-focusing algorithms. This operator improves the performance of different auto-focusing algorithms obviously, without increasing the computation time.
- 2) Based on computational verb theory, we design a verb controller made up of

a set of computational verb rules, for stepper motor to control the process of auto-focusing. It cuts down the time spent on auto-focusing dramatically. It can also enhance the system robustness.

- 3) According to the basic model of auto-focusing, we design a model amending algorithm for this controller. it not only makes the verb controller independent of environment, but also ensures the ability of self-learning and self-adaptive for our system.
- 4) According to the distribution of image matching points, we bring forward a mismatching-pionts removing algorithm based on threshold, to solve the mismatching problem of the image matching algorithms. It makes our system more accurate.

**Key Words:** Auto-focusing; Computational Verb; Image Matching



# 目 录

第一章 绪论 .....	1
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.3 关键技术问题及发展现状 .....	4
1.3.1 自动聚焦技术 .....	4
1.3.2 计算动词理论 .....	5
1.3.3 图像拼接及融合技术 .....	6
1.4 本文工作及结构安排 .....	7
第二章 自动聚焦技术 .....	9
2.1 自动聚焦基本原理 .....	9
2.2 传统的自动聚焦算法 .....	10
2.2.1 基于空域的自动聚焦算法 .....	11
2.2.2 基于频域的自动聚焦算法 .....	12
2.3 本文使用的聚焦优化算法 .....	14
2.3.1 优化算子的提出 .....	14
2.3.2 实验结果与分析 .....	16
2.4 本章小结 .....	20
第三章 计算动词控制器 .....	21
3.1 计算动词理论简介 .....	21
3.2 动词控制器设计 .....	22
3.2.1 模型理论基础 .....	22
3.2.2 动词控制器 .....	25
3.2.3 模型数学化 .....	27
3.3 控制器模型修正算法 .....	30
3.4 本章小结 .....	31
第四章 图像拼接及融合技术 .....	32
4.1 图像拼接技术 .....	32

4.1.1 图像拼接原理.....	32
4.1.2 图像预处理.....	33
4.1.3 图像配准技术.....	36
<b>4.2 图像融合技术.....</b>	<b>38</b>
4.2.1 旋转及缩放的处理.....	38
4.2.2 图像融合.....	39
<b>4.3 本章小结.....</b>	<b>41</b>
<b>第五章 芯片显微自动拍照系统的设计与实现.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1 系统总体结构设计.....</b>	<b>42</b>
5.1.1 系统构成.....	42
5.1.2 工作流程.....	43
<b>5.2 通信协议设计.....</b>	<b>44</b>
5.2.1 帧格式.....	45
5.2.2 通信行为.....	45
5.2.3 功能定义.....	46
<b>5.3 主控模块及细分.....</b>	<b>48</b>
5.3.1 图像采集模块.....	49
5.3.2 运动控制模块.....	51
5.3.3 图像拼接及融合模块.....	54
<b>5.4 本章小结.....</b>	<b>58</b>
<b>第六章 系统使用及说明.....</b>	<b>60</b>
<b>6.1 系统设置.....</b>	<b>60</b>
6.1.1 视频属性设置.....	60
6.1.2 串口设置.....	61
6.1.3 运动参数设置.....	61
6.1.4 系统约定.....	63
<b>6.2 系统操作.....</b>	<b>64</b>
6.2.1 用户界面.....	64
6.2.2 系统菜单.....	64

6.2.3 拍照流程.....	66
6.2.4 图像拼接.....	67
<b>6.3 实例测试.....</b>	<b>68</b>
<b>6.4 性能指标.....</b>	<b>73</b>
<b>6.5 本章小结.....</b>	<b>75</b>
<b>第七章 总结与展望.....</b>	<b>76</b>
7.1 总结.....	76
7.2 展望.....	77
参考文献.....	78
攻读学位期间发表的论文.....	82
致谢.....	83

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# CONTENTS

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Research Background and Significance</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Key Points and Their Development</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Auto-focusing Technology .....	4
1.3.2 Computation Verb Theory.....	5
1.3.3 Image Stitching and Fusion Technology.....	6
<b>1.4 Main Contents and Synopsis</b> .....	<b>7</b>
<b>Chapter 2 Auto-focusing Technology</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Theory of Auto-focusing</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 Traditional Auto-focusing Algorithms</b> .....	<b>10</b>
2.2.1 Auto-focusing Algorithms in Spatial Area.....	11
2.2.2 Auto-focusing Algorithms based on Frequency Domain.....	12
<b>2.3 An Optimizing Algorithm</b> .....	<b>14</b>
2.3.1 An Optimizing Algorithm .....	14
2.3.2 Experiments and Results.....	16
<b>2.4 Brief Summary of This Chapter</b> .....	<b>20</b>
<b>Chapter 3 Computation Verb Controller</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1 Overview of Computation Verb Theory</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 Design of Computation Verb Controller</b> .....	<b>22</b>
3.2.1 Basic Model of Auto-focusing .....	22
3.2.2 Computation Verb Controller .....	25
3.2.3 Mathematical Modelling.....	27
<b>3.3 Correctional Algorithm for this Controller</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4 Brief Summary of This Chapter</b> .....	<b>31</b>
<b>Chapter 4 Image Stitching and Fusion Technology</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1 Image Stitching Technology</b> .....	<b>32</b>

4.1.1 Theory of Image Stitching .....	32
4.1.2 Image Preprocessing .....	33
4.1.3 Image Matching Technology .....	36
<b>4.2 Image Fusion Technology .....</b>	<b>38</b>
4.2.1 Image Rotating and Resizing .....	38
4.2.2 Image Fusion.....	39
<b>4.3 Brief Summary of This Chapter .....</b>	<b>41</b>
<b>Chapter 5 Implement of Automatic Microscopic IC Photo Taking System .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1 Global Design .....</b>	<b>42</b>
5.1.1 System Configuration .....	42
5.1.2 Workflow.....	43
<b>5.2 Design of Communication Protocol .....</b>	<b>44</b>
5.2.1 Frame Format.....	45
5.2.2 Communication Behavior .....	45
5.2.3 Function Definations.....	46
<b>5.3 Main Controlling Module and Subdivision.....</b>	<b>48</b>
5.3.1 Image Taking Module .....	49
5.3.2 Motion Controlling Module.....	51
5.3.3 Image Stitching and Fusion Module .....	54
<b>5.4 Brief Summary of This Chapter .....</b>	<b>58</b>
<b>Chapter 6 Manual .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1 System Settings .....</b>	<b>60</b>
6.1.1 Camera Setting .....	60
6.1.2 UART Setting.....	61
6.1.3 Motion Parameter Setting .....	61
6.1.4 System Default Setting .....	63
<b>6.2 System Operation .....</b>	<b>64</b>
6.2.1 Software Interface .....	64
6.2.2 System Menu .....	64
6.2.3 Image Taking Procedure .....	66

6.2.4 Image Matching .....	67
<b>6.3 Testing Examples .....</b>	<b>68</b>
<b>6.4 Performance .....</b>	<b>73</b>
<b>6.5 Brief Summary of This Chapter .....</b>	<b>75</b>
<b>Chapter 7 Summary and Prospect .....</b>	<b>76</b>
7.1 Summary .....	76
7.2 Prospect .....	77
<b>References .....</b>	<b>78</b>
<b>Researches and Publications for Marster Degree .....</b>	<b>82</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>83</b>

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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库