

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 24320121152280

UDC _____

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

动漫图片前背景分离技术研究

Research on Foreground-background Segmentation

Technology of Cartoon Image

杨丽华

指 导 教 师: 廖 明 宏 教 授

专 业 名 称: 计 算 机 软 件 与 理 论

论 文 提 交 日 期: 2 0 1 5 年 3 月

论 文 答 辩 日 期: 2 0 1 5 年 5 月

学 位 授 予 日 期: 2 0 1 5 年 月

指 导 教 师: _____

答 辩 委 员 会 主 席: _____

2015年4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

摘 要

图片的前背景分离技术用以将一张图片中用户需要的前景区域抽取出来,是图形图像处理中一个重要组成部分,具有广泛的应用范围。为了适应现今动漫产业以及手机动漫的发展趋势,在对动漫图片进行前背景分离时,需要考虑动漫图片的特点以及终端设备扩展等问题。在此背景下,本文对动漫图片的前背景分离技术展开探究,探讨如何在保证动漫图片分离效果的同时提高效率。

首先,在对动漫图片的颜色及轮廓特征分析的基础上,本文提出一种新的图切割算法(CGCut)。算法通过对各个像素的颜色值、梯度值及坐标进行综合比较,实现像素级别的前背景分离。经实验证明,该算法可以实现良好的分离效果,尤其适用图片前背景颜色交叉较多或是图片颜色信息复杂的情况。

其次,考虑到像素级别的分离技术的效率问题,结合动漫图片的区域特征,本文提出一种基于区域的图切割算法(RBCut)。该算法预先把图片划分成多个超像素,之后以超像素作为图切割算法的处理对象。从实验结果的对比中可以发现,RBCut 算法在保证良好的分离效果的同时,明显地提高了时间性能。

考虑到前背景分离中对于结果进行二次调整的需要,本文还提出一个基于 Bezier 参数曲线的边界调整算法(BCEdit)。该算法通过少量的附加输入数据,参数化一条 Bezier 曲线,用于调整前背景边界区域的分离结果,实现图片整体分离效果的优化。实验证明,该算法比起现有常见的调整技术在时间、效果及操作上都有明显的优势。

关键字: 动漫图片; 前背景分离; 前背景调整

Abstract

Foreground-background segmentation technology is aimed to extract the foreground region according to user's needs. It is an important component of graphic image processing and has a wide range of application. In order to adapt to future development trend in animation industry, it is necessary to take the features of cartoon image and the extensibility of terminal device into account when applying the technology of foreground-background segmentation to cartoon image. This dissertation focuses on the research of foreground-background segmentation technology in cartoon image and its improvement.

First, this dissertation proposes a new algorithm (CGCut) based on the analysis of image color and contour. After comprehensive comparison of color, gradient and location for each pixel in image, the algorithm implements the foreground-background segmentation on pixel-level. Experimental results suggest that the algorithm can achieve high quality segmentation performance, especially in the cases of overlapping color or complex color.

Secondly, to improve the time efficiency of the algorithm, this dissertation proposes another algorithm (RBCut) based on region-level in combination with region feature of cartoon image. The algorithm first divides the entire image into many super pixels, which then used to complete the algorithm. Comparative experiments show that RBCut algorithm can significantly improve the time efficiency with good performance.

Taking into account the need for further optimization, the dissertation also proposes a boundary adjustment algorithm (BCEdit) based on the Bezier parametric curve. With few additional input data, the Bezier curve can be parameterized in order to optimize the segmentation near the boundaries. Experimental result indicates that this algorithm has evident advantages on time efficiency and performance.

Keywords: Cartoon Image; Foreground-background Segmentation;

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究目的及意义.....	2
1.3 国内外研究现状.....	2
1.4 研究内容.....	3
1.5 论文组织结构.....	4
第二章 相关技术介绍	6
2.1 前背景分离概述.....	6
2.2 前背景分离技术.....	6
2.2.1 问题描述.....	6
2.2.2 基于阈值的分离技术.....	7
2.2.3 基于边界的分离技术.....	9
2.2.4 基于区域的分离技术.....	10
2.2.5 基于能量的分离技术.....	11
2.3 前背景调整技术.....	15
2.3.1 问题描述.....	15
2.3.2 基于像素的调整技术.....	15
2.3.3 基于模糊边界的调整技术.....	16
2.3.4 基于多边形的调整技术.....	16
2.3.5 基于图切割的调整技术.....	17
2.4 本章小结.....	17
第三章 动漫图片的特征分析	18
3.1 颜色特征分析.....	18
3.1.1 颜色总数.....	18
3.1.2 颜色直方图.....	20
3.2 轮廓特征分析.....	21
3.3 区域特征分析.....	22

3.4 特征分析结论.....	23
3.5 本章小结.....	24
第四章 基于颜色及梯度的图切割算法.....	25
4.1 引言.....	25
4.2 算法主要思想.....	26
4.2.1 Likelihood Energy.....	26
4.2.2 Prior Energy.....	28
4.3 算法描述.....	29
4.3.1 种子聚类模块.....	30
4.3.2 构造图模块.....	31
4.3.3 切割图模块.....	33
4.4 实验结果与分析.....	38
4.5 本章小结.....	41
第五章 基于区域的图切割算法.....	42
5.1 引言.....	42
5.2 算法描述.....	42
5.2.1 超像素预处理.....	43
5.2.2 主体算法调整.....	47
5.3 实验结果与分析.....	49
5.4 本章小结.....	53
第六章 基于 Bezier 参数曲线的边界调整算法.....	54
6.1 引言.....	54
6.2 Bezier 曲线.....	54
6.2.1 简单 Bezier 曲线.....	55
6.2.2 三阶 Bezier 曲线.....	56
6.3 算法描述.....	57
6.3.1 Bezier 参数曲线模块.....	58
6.3.2 标记点映射模块.....	59

6.3.3 调整标签模块	60
6.4 实验结果与分析.....	64
6.5 本章小结	68
第七章 总结与展望	69
7.1 总结	69
7.2 展望	70
参考文献	71
攻读硕士研究生期间发表的学术论文.....	76
致 谢	77

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Purpose and Significance.....	2
1.3 Research Status in Domestic and Abroad	2
1.4 Research Contents	3
1.5 Dissertation Organization.....	4
Chapter 2 Related Technology Introduction	6
2.1 Summarize on Foreground-background Segmentation.....	6
2.2 Foreground-background Segmentation Technology	6
2.2.1 Problem Description.....	6
2.2.2 Threshold Based Segmentation Technology	7
2.2.3 Edge Based Segmentation Technology	9
2.2.4 Region Based Segmentation Technology.....	10
2.2.5 Energy Based Segmentation Technology.....	11
2.3 Foreground-background Adjustment Technology.....	15
2.3.1 Problem Description.....	15
2.3.2 Pixel Based Adjustment Technology.....	15
2.3.3 Fuzzy Edge Based Adjustment Technology.....	16
2.3.4 Polygon Based Adjustment Technology	16
2.3.5 Graphcut Based Adjustment Technology	17
2.4 Summary	17
Chapter 3 Feature Analysis of Cartoon Image	18
3.1 Analysis of Color Feature	18
3.1.1 Number of Colors	18
3.1.2 Color Histogram	20
3.2 Analysis of Contour Feature.....	21
3.3 Analysis of Region Feature	22

3.4 Analysis Conclusion of Feature.....	23
3.5 Summary	24
Chapter 4 Graphcut Algorithm Based on Color and Gradient.....	25
4.1 Introduction	25
4.2 Main Idea	26
4.2.1 Likelihood Energy	26
4.2.2 Prior Energy	28
4.3 Algorithm Description.....	29
4.3.1 Seeds Clustering Module	30
4.3.2 Graph Construction Module	31
4.3.3 Graph Cut Module.....	33
4.4 Experiments and Analysis of Results.....	38
4.5 Summary	41
Chapter 5 Graphcut Algorithm Based on Region	42
5.1 Introduction	42
5.2 Algorithm Description.....	42
5.2.1 Super Pixel Preprocessing.....	43
5.2.2 Main Algorithm Adjustment.....	47
5.3 Experiments and Analysis of Results.....	49
5.4 Summary	53
Chapter 6 Boundary Adjustment Algorithm Based on Bezier	
Parametric Curve.....	54
6.2 Bezier Curve	54
6.2.1 Simple Bezier Curve	55
6.2.2 Cubic Bezier Curve	56
6.3 Algorithm Description.....	57
6.3.1 Bezier Parametric Curve Module	58
6.3.2 Marked Point Mapping Module	59

6.3.3 Flag Adjustment Module.....	60
6.4 Experiments and Analysis of Results	64
6.5 Summary	68
Chapter 7 Conclusions and Prospects	69
7.1 Conclusions	69
7.2 Prospects.....	70
References	71
Papers Published During Postgraduate.....	76
Acknowledgements.....	77

第一章 绪论

1.1 研究背景

动漫产业是以动漫文化为基础,以创意为驱动力的一种无需资源消耗的绿色产业,在新世纪已经得到了世界各国的广泛关注^[1]。它本身也是一种新型文化产业,涵盖了游戏、动画、漫画等内容主体,通过网络、书籍、电视等技术手段被广泛宣传。我国的动漫发展从 20 世纪 20 年代至今,历时较长,但是早期的动漫主要是属于非营利性的个人创作,因此整个产业发展的速度较慢。近年来,随着计算机技术的高速发展,图形化硬件和网络的普及使得各个领域关于 2D 及 3D 动画的应用相应诞生,其中包括计算机游戏、电影作品、广告、教育等。由此可见,网络技术、数字化技术、信息系统管理、电子商务等领域的发展,可以有效地提高动漫制作的效率,降低动漫开发成本,实现动漫产业的良性发展。与此同时,日益壮大的动漫产业也就相应需要一些效果更好、效率更高的动漫图片处理技术的支持。

众所周知,在普通的计算机上对图片进行多种复杂处理的软件已不在少数,如 Adobe PhotoShop、Corel DRAW 等,还有近年来在国内逐渐流行起来的美图秀秀、光影魔术手等。可以说,PC 端上的图片处理软件已经很多,并且这些软件已经可以实现很多效果不错的图片处理功能。但是,目前专门用于动漫图片进行加工处理的应用却寥寥无几。尤其,随着手机、平板等移动设备的日益普及和迅猛推广,越来越多的应用开始向终端 App 的方向发展。“手机动漫”^[2]作为一个新的概念,在 2006 年第一次被提出来,也预示着动漫产业接下来的一个主要发展方向。

与传统常见的图片处理相比,动漫图片的处理具有如下特点:

(1) 与自然界中各种相机取景的自然图片相比,动漫图片的构成上有着其相对“简单”的特征,在颜色、形状等特征上的差异较大,因此处理算法的着重点也会有所不同;

(2) 传统的图片处理都是在普通计算机上进行的,并且大多处理软件都要

求比较大的内存空间。然而，随着未来操作设备的可能发展，动漫图片处理算法的时间及空间使用情况将有更严格的限制；

(3) 产业的发展及设备的普及，都会扩展使用者的范围。未来使用的人群不再是具备一定专业或是较强学习能力的人群，因此在处理的方式方法上要尽可能往简易方向发展。

虽然，信息行业的高速发展，带来了如计算机运行速度、数据存储传输、手机硬件性能等方面比较大的飞跃，但与此同时相应增长的用户群及用户需求却不是仅靠这些硬件的提高就可以满足的^[3]，还需要各种软件技术的支撑和提高。图片的前背景分离技术，作为日常图形图像处理中一项基本常用的操作，也同样需要考虑动漫、乃至手机动漫的特点来提供切实可行的实现方案。

1.2 研究目的及意义

一方面，随着动漫产业（手机动漫产业）的蓬勃发展，为了方便未来动漫图片相关操作人员的使用需求，开展专门用于动漫图片的图形图像处理技术的研究显得尤为重要。另一方面，图片的前背景分离属于计算机视觉中一个非常基础的问题，也是各种图形图像处理软件大多会提供的一项基本功能。这就意味着研究专门用于动漫图片前背景分离技术具有一定的必要性。具体表现为：

(1) 专门对动漫图片的前背景分离技术研究可以减少在算法设计上对自然图片特征的考虑，转而从动漫图片的特征出发，目的性更强，更有利于达到良好的处理效果。

(2) 利用动漫图片的构成特征，设计更加高效快速的前背景分离算法，可以满足动漫产业将来往移动设备方向的发展需求。

(3) 前背景分离操作有赖于用户的配合，为了确保将来动漫图片处理可以有更多的用户适宜操作，因而研究以简单、较少的用户输入来实现较好的分离效果的方法也是很有实际意义的。

1.3 国内外研究现状

图片的前背景分离属于计算机视觉中一个非常基础的问题，也是各种图形图

像处理软件都会提供的一项基本功能。在过去的几十年里面已经有大量关于前背景分离技术的文章发表,有些已经被广泛应用于如医疗数据处理^[4]、模式识别^[5]、图像重构^[6]、对象跟踪^[7]等领域中。

而近年来动漫产业的发展,也使得越来越多的学者开始研究专门应用于动漫图片处理的相关技术。比如 Markus Mainberger^[8]等人就专门利用图片边缘信息对于卡通类图片的重要作用,将边缘信息及邻近的灰度值进行压缩存储,可以得到较好的压缩及高质量的重构的效果。另外,还有不少学者也从动漫图片的颜色、轮廓等特点出发,提出专门的图片检索算法^[9]、手势识别算法^[10]等等。

然而,到目前为止,大多数的图片的前背景分离技术的研究专注于将算法时间减少,将算法可以适用的范围扩大,尚未出现专门适用于动漫图片的前背景分离技术的研究。并且,大多数学者关注提升分离效果的质量,也同样没有太多关于分离之后对效果二次调整优化的研究。

1.4 研究内容

根据前面的研究背景及现状分析,本文从动漫图片的本身的特征出发,充分考虑动漫产业发展趋势及手机动漫兴起的需要,在综合用户操作的简易性、算法处理时间及算法效果多方面因素的考量下,探讨如何实现动漫图片高效率高质量的前背景分离。

如图 1-1 所示是本文的研究内容框架,文中定义的前背景分离包含以下两部分的内容:

(1) 前背景分离^[11]: 狭义的前背景分离,即目前研究中所说的图片分离的内容。根据用户的输入数据,采取一定的算法得到用户感兴趣的目标区域;

(2) 前背景调整^[12]: 在初步分离的结果的基础上,通过用户的一些附加操作及附加算法的调整,使得选择出来的目标区域更加精确。调整的目的是以较少的用户附加操作,将初步分离的结果进行更为准确的处理。

由这两个部分的内容出发,结合动漫图片的特征分析,提出两种前背景分离算法及一种前背景调整算法。其中基于颜色及梯度的图切割算法从动漫图片的颜色及轮廓特征出发,以各个像素之间的颜色差异、梯度差异及坐标值作为切入点

解决图的切割问题，进而对图片进行分离；基于区域的图切割算法，是在讨论动漫图片的区域特征的基础上，通过将图片预处理划分区域的操作，以各个区域作为处理对象，实现各个区域的分离，进而得到图片的分离结果；基于 Bezier 参数曲线的边界调整算法，则是在前背景分离的结果上，通过用户附加输入四个点的数据构造一条 Bezier 参数，用于调整指定边界及其周围的分离结果。

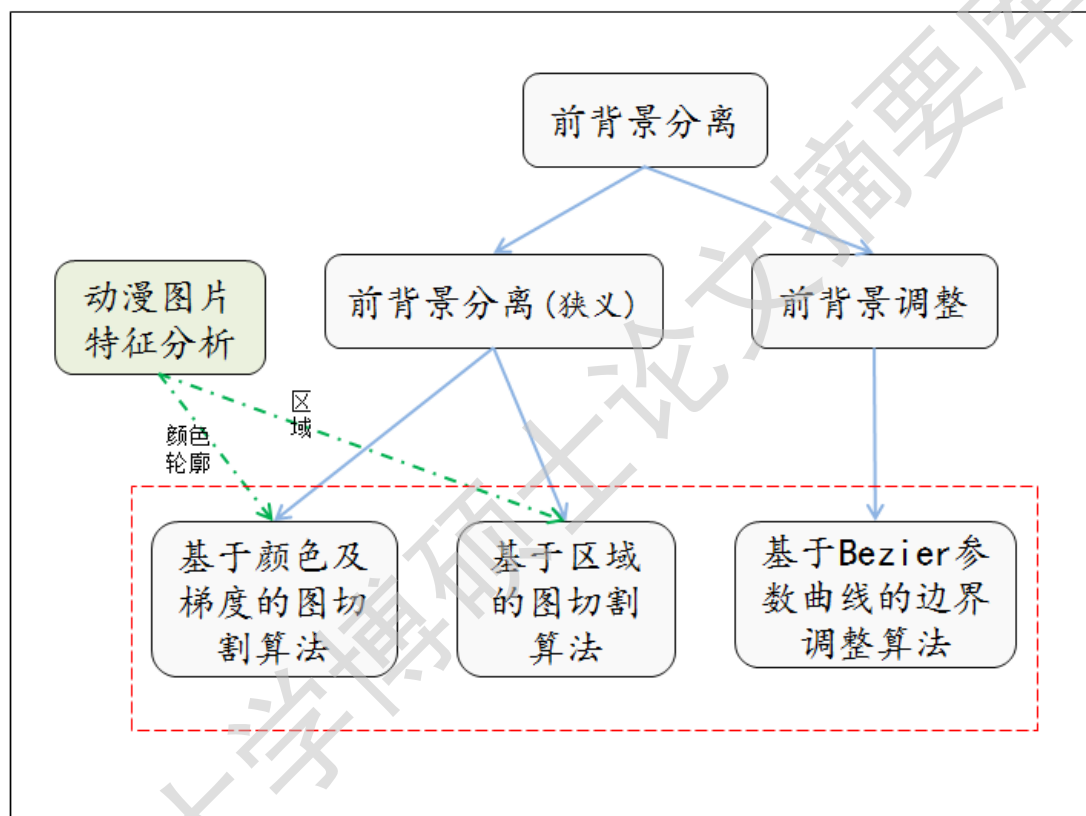


图 1-1 内容框架

1.5 论文组织结构

本篇论文总共分为七章，各部分安排及内容描述如下：

第一章绪论。简要介绍了课题研究的背景、意义及目前国内外研究的现状，提出课题研究的内容，并对其进行简单阐述。

第二章相关技术介绍。对课题研究的前背景分离内容进行详细说明，并对前背景分离及前背景调整的相关技术分类别进行介绍和分析。

第三章动漫图片的特征分析。通过对动漫图片颜色、轮廓、区域三个方面的特征进行分析，归纳其普遍显著的特点，用以指导本文算法的设计。

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.