

学校编码: 10384

分类号密级

学号: 31520141153289

UDC

廈門大學

硕士学位论文

考虑视觉感知和布局优化的艺术图像生成

Visual Perception and Spatial Optimization  
based Artistic Image Synthesis

戴庆辉

指导教师姓名: 张俊松 副教授

专业名称: 计算机科学与技术

论文提交日期: 2017 年 月

论文答辩时间: 2017 年 月

学位授予日期: 2017 年 月

答辩委员会主席:

评阅人:

2017 年 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

---

## 摘要

艺术图像建模与生成是人工智能和非真实感图形学领域的重要研究方向。在深入理解艺术图像创作理论的基础上,本文采用数据驱动的方法,同时引入艺术家创作艺术图像所考虑的美学规则,最后通过相应的空间布局优化策略,实现艺术图像的合成。为了验证我们的思路和方法,本文针对手写字形美化和图像拼贴画生成两个具体研究问题开展了研究。其一是综合考虑笔画和拓扑结构,利用数据驱动的方式辅助在线手写字形美化;其二是结合图片高层语义特征和底层颜色特征,同时引入格式塔视觉感知理论的图像拼贴画生成。

字形美化通常指结合书法的审美要求和经验知识,对在线或离线手写汉字的笔画、空间拓扑关系等进行优化,以达到美化字形的目的。虽然印刷体的广泛使用的确为人们在文字录入等方面带来极大的便利,然而在书写电子贺卡、私人信件和使用即时通信软件时,输入具有个人手写风格的文字,则能更好地传达情感。由于人们已习惯使用电脑而疏于练习书法,导致手写体的质量不如人意。因此,为了提高个人手写汉字的质量,本文提出了一种数据驱动的手写美化方法。该方法首先给定手写体的笔画和拓扑结构的形式化描述;然后借助拓扑结构和笔画的稳定性计算,采用类似轮盘赌的方法从用户手写样本中得到最佳的拓扑结构和笔画集,并分别对输入汉字的空间布局 and 各个笔画进行美化;最后通过分析书法理论中“笔断意连”的几种常见模式,确定需要考虑“笔断意连”的笔画,实现笔画之间的衔接关系优化,从而得到符合书法审美要求的字形。

图像拼贴画通常指结合艺术美学规则,把人们拍摄的照片,或者是网上下载的图片,通过特殊的拼贴方式整合优化,以一定的艺术形式展现出来,从而创造出一种紧密、内容丰富同时又令人视觉愉悦的艺术作品。传统的图像拼贴画创作方式大多数是由经验丰富的艺术家或者设计师手工设计而成,它需要艺术家事先收集大量的相关图片,并且具备专业的图像编辑技能,这是一个耗时又枯燥的过程。因此,为了简化这繁琐耗时的手工创作过程,本文提出了一种结合格式塔视觉感知理论的图像拼贴画生成方法。首先设计一个矢量场引导图片布局方向,接着沿着流场线方向使用分治策略进行区域划分,得到相应的分块集合。为了使分块集合布局更加合理,引入一个视觉注意程度分布图来决定每个分块显示的尺寸。

通过设置不同的亮度阈值可得到不同的分块集合，接着选择一个最佳的分块集合使由格式塔规则构造的能量方程最小化。最后，我们综合考虑图片的语义和颜色，将图片映射到分块集合上，从而生成最终的图像拼贴画。

通过大量的实验结果以及和其它相关工作的实验结果比较，验证了本文字形美化和图像拼贴画生成方法的有效性。

**关键词：**字形美化；图像拼贴画；布局优化；视觉感知

厦门大学博硕士论文摘要库



---

## Abstract

Artistic image synthesis is an important research direction in the field of artificial intelligence and non-photorealistic rendering. Based on the understanding of artistic image analysis and synthesis, we use data driven method, constraint with some aesthetic rules artists used in creating artistic image, and generate a reasonable layout with appropriate optimization algorithm. We conduct two work about layout optimization. One is beautifying handwriting characters based on the optimization of strokes and structure with a data-driven method. The other is gestalt based picture collage generation considering both semantic and color feature.

Handwriting characters beautification usually refers to optimize strokes and topological structure of online or offline handwritten Chinese character with calligraphy aesthetic knowledge and experience. Although print form makes it easy to type characters, inputting handwritten character of personal style is better to convey emotion when writing electronic card and email in instant communication software. In addition, the effect of handwriting is bad for lack of practicing calligraphy. In order to improve the effect of handwriting, we present a method of beautifying handwriting based on data-driven. First, we introduce the formalization description of the handwriting's topological structure and strokes. Then, to beautify the spatial arrangement and strokes of the input character, we capture the writer's stability factors for the topology and strokes of users' handwriting, and choose suitable topological structure and strokes from the users' handwritten samples using "roulette wheel" method. In addition, we analyze some classical types of stroke connection described in calligraphy theory, and determine the strokes which need to consider the visual effect. Finally, we use curve fitting to optimize the relations of strokes to generate the final result that meets the requirements of calligraphy aesthetic.

Picture collage usually refers to generate an informative and pleased artwork by placing pictures that come from user's photograph and Internet in a suitable method with some aesthetic rules. Traditional picture collage generation are usually created

by skilled artists, which need to collect a lot of pictures in advance and professional image editing skills, it's a tedious manual design processes. In order to simplify this processes, we propose a method of generating picture collage based on Gestalt. We first design a vector field to guide the direction of picture layout. Then, we partition the region into a patch set along the streamlines with a divide-and-conquer strategy. To make the patch set more attractive, we use a saliency map of the source image to decide the patch's size. We get a lot of patch sets with different lightness threshold, and choose the best patch set which minimize the energy function constructed by Gestalt principles. Finally, we map the picture set to the patch set considering the semantic and color.

A lot of experimental results and compare with other related work show that the proposed algorithm effectiveness in beautifying handwriting characters and generating picture collage.

**Key Words:** Handwriting Beautification; Picture Collage; Layout Optimization; Visual Perception

---

# 目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
目录.....	V
Contents.....	VII
<b>第 1 章 绪论.....</b>	<b>1</b>
1.1 课题研究意义与背景.....	1
1.2 课题研究现状.....	2
1.2.1 字形美化.....	2
1.2.2 图像拼贴画.....	3
1.3 本文的主要研究工作.....	4
1.4 本文的组织结构.....	6
<b>第 2 章 相关工作综述.....</b>	<b>7</b>
2.1 字形美化.....	7
2.1.1 字形合成.....	7
2.1.2 字形美化.....	8
2.2 图像拼贴画.....	8
2.2.1 图像拼贴画.....	9
2.2.2 图片马赛克.....	12
2.2.3 文字艺术图案.....	13
2.3 本章小结.....	13
<b>第 3 章 字形美化.....</b>	<b>15</b>
3.1 方法流程.....	15
3.2 训练样本采集和预处理.....	16
3.3 字形美化.....	17
3.3.1 书写风格的稳定性计算.....	17
3.3.2 笔画和拓扑关系的美化.....	20

3.3.3 笔断意连.....	21
3.4 实验结果及分析.....	23
3.5 本章小结.....	29
<b>第4章 图像拼贴画.....</b>	<b>31</b>
4.1 方法流程.....	31
4.2 目标图片的区域分块.....	32
4.2.1 图像分区和流场生成.....	32
4.2.2 基于眼动的视觉注意模型.....	34
4.2.3 格式塔规则建模.....	34
4.2.4 分块集合获取.....	37
4.3 分块集合和图片集合的映射.....	40
4.3.1 语义相似性度量.....	40
4.3.2 颜色相似性度量.....	43
4.3.3 语义-颜色相似性度量.....	43
4.4 实验结果与分析.....	44
4.5 小结.....	48
<b>第5章 工作总结与展望.....</b>	<b>49</b>
5.1 工作总结.....	49
5.2 未来工作展望.....	50
<b>参考文献.....</b>	<b>51</b>
<b>攻读硕士学位期间的研究成果.....</b>	<b>55</b>
<b>致谢.....</b>	<b>57</b>

---

## Contents

<b>Abstract (Chinese)</b> .....	<b>I</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>III</b>
<b>Contents (Chinese)</b> .....	<b>V</b>
<b>Contents</b> .....	<b>VII</b>
<b>Chapter1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Research Background</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Handwriting Beautification .....	2
1.2.2 Picture Collage .....	3
<b>1.3 Main Contributions</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4 Structures</b> .....	<b>6</b>
<b>Chapter2 Related Work</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Handwriting Beautification</b> .....	<b>7</b>
2.1.1 Handwriting Synthesis .....	7
2.1.2 Handwriting Beautification .....	8
<b>2.2 Picture Collage</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Picture Collage .....	9
2.2.2 Picture Mosaic .....	12
2.2.3 Text Art .....	13
<b>2.3 Chapter Summary</b> .....	<b>14</b>
<b>Chapter3 Handwriting Beautification</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Method Flow</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 Training Sample Acquisition and Preprocessing</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Handwriting Beautification</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 Writing Stability Computation .....	17
3.3.2 Beautification of Strokes and Topological Structure .....	20

3.3.3	Stroke Connection.....	21
3.4	<b>Results and Discussion.....</b>	<b>23</b>
3.5	<b>Chapter Summary.....</b>	<b>29</b>
<b>Chapter4</b>	<b>Picture Collage.....</b>	<b>31</b>
4.1	<b>Method Flow.....</b>	<b>31</b>
4.2	<b>Obtaining Patch Set of Source Image.....</b>	<b>32</b>
4.2.1	Region Segment and Vector Field Generation.....	32
4.2.2	Visual Attention Model Based on EyeMovement.....	34
4.2.3	Modeling Gestalt Principles.....	34
4.2.4	Obtaining Patch Set.....	37
4.3	<b>Mapping Picture to Patch Set.....</b>	<b>40</b>
4.3.1	Semantic Similarity.....	40
4.3.2	Color Similarity.....	43
4.3.3	Semantic-Color Similarity Metric.....	43
4.4	<b>Results and Discussion.....</b>	<b>44</b>
4.5	<b>Chapter Summary.....</b>	<b>48</b>
<b>Chapter5</b>	<b>Summary and Perspective.....</b>	<b>49</b>
5.1	<b>Summary.....</b>	<b>49</b>
5.2	<b>Perspective.....</b>	<b>50</b>
<b>References</b> .....		<b>51</b>
<b>Research Achievement</b> .....		<b>55</b>
<b>Acknowledgements</b> .....		<b>57</b>

## 第1章 绪论

### 1.1 课题研究意义与背景

众所周知，汉字是由笔画构成的，而图像拼贴画则是由图片构成的，两者本质上都是由构图元素以一定的方式组合而成的艺术图像。而模仿人类艺术家，让计算机生成符合审美要求的艺术图像是人工智能和非真实感图形学领域的重要研究方向，本文在深入理解艺术图像生成原理的基础上，采用数据驱动的方法，同时引入艺术家创作艺术图像所使用的美学规则，最后通过合适的优化策略，生成理想的艺术图像效果。具体地，开展了字形美化和图像拼贴画生成的布局优化工作研究。从输入方式来看，两个工作都可以算是数据驱动的形式。字形美化工作将用户事先录入的手写汉字作为训练样本，从中学习用户的个人手写风格，用做字形美化的参考标准；图像拼贴画工作则是将通过网络途径收集而来的图片作为素材库，从中提取图片的视觉特征和语义特征，用于图像拼贴画的素材选择。

首先是字形美化方法的研究。汉字是由笔画以一定的空间布局方式组合而成的，从书法的角度来看，字形优美的汉字不仅要求每一个笔画书写美观，而且部首的空间拓扑关系也要符合书法结体的审美要求。除了单个笔画和部首间的拓扑关系影响字形的美观外，笔画之间的呼应关系，即“笔断意连”的视觉艺术效果，也对字形的美观度也有重要影响。从个人风格的角度来看，如果用户对某一个汉字部首以特定的空间拓扑关系书写的次数越多，或者某一个笔画以特定的笔画形状书写次数越多，则这种空间拓扑关系或笔画形状的书写稳定程度就越高。而稳定程度越高的拓扑关系或笔画形状越能体现用户的书写风格<sup>[1]</sup>。

尽管在数字时代，印刷体的广泛使用的确为人们文字录入等方面带来极大的便利，然而在一些特定的文字应用场合，比如人们在书写电子贺卡、私人信件和使用即时通信软件时，手写体“见字如面”的效果仍然具有印刷体无法取代的作用，如果能录入具有个人手写风格的文字，则能更好地传达情感。近年来，随着人机交互设备的普及，以及数位板、触摸屏的广泛应用，为手写体字形的美化提供了硬件支持。但在数位板或触摸屏等媒介上书写汉字毕竟不如纸上书写那么自然，加上人们已习惯使用电脑而疏于练习书法，导致手写体的质量不如人意。

如何提供一种有效的手写体美化方法,在美化用户手写体字形的同时又不失其个人风格,就成为手写字形美化的关键问题。因此,本文提出了一种结合书法的审美要求和经验知识,对在线或离线手写汉字的笔画、空间拓扑关系等进行优化的字形美化方法。

其次是图像拼贴画生成方法的研究。图像拼贴画是指结合艺术美学规则,把人们拍摄的照片,或者是网上下载的图片,通过特殊的拼贴方式整合优化,以一定的艺术形式展现出来,从而创造出一种紧密、内容丰富同时又令人视觉愉悦的艺术作品。作为一种图片集可视化的重要手段,图像拼贴画给予观看者丰富的视觉体验、留下深刻的印象,具有一定的艺术价值和现实商业价值,通常被广泛地应用在广告海报、杂志封面、品牌 LOGO、产品包装以及服装图案设计等领域。

早在公元前 200 年,拼贴画艺术就已经成为一种艺术表现形式。一般来说,传统的图像拼贴画创作方式大多数是由经验丰富的艺术家或者设计师手工设计而成,它需要艺术家事先收集大量的相关图片,这是一个耗时又枯燥的过程,并且通常需要专业的图像编辑技能,如熟悉 Photoshop、Adobe Illustrator 等软件工具的使用,从而顺利对收集到的图片进行拼接以满足美感要求。手工的图像拼贴画作品视觉效果新颖,同时每一张组成图片与整体图案主题相称,整体图案的细节丰富,图案的美感与主题都表现地淋漓尽致。然而,创作出这样一幅图像拼贴画作品通常需要数天时间,还必须有足够的美学设计经验和图像处理技能才能设计出具有美感的图像拼贴画效果。因此,本文提出了一种结合图片高层语义特征和底层颜色特征,同时引入格式塔视觉感知理论的图像拼贴画生成方法。

## 1.2 课题研究现状

本节将简要地对字形美化和图像拼贴画的相关研究工作做一个简要的概述,和本文研究内容相关的工作将在第二章中予以详细地讨论和对比。

### 1.2.1 字形美化

每个人的手写风格各有不同,如果用户对某一个汉字部首以特定的空间拓扑关系书写的次数越多,或者某一个笔画以特定的笔画形状书写次数越多,则这种空间拓扑关系或笔画形状的书写稳定程度就越高。而稳定程度越高的拓扑关系或



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.

厦门大学博硕士论文摘要库