

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 31520081153333

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于人机交互的歌词配曲系统研究

System Research about Melody Composing for Lyrics

刘向滨

指导教师姓名: 冯寅 副教授

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2011 年 5 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 5 月

---

厦门大学博硕士学位论文摘要库

---

## 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

---

## 摘 要

算法作曲是人工智能领域中一个重要的研究方向，而为歌词配主旋律是其中一个十分具有挑战性和现实意义的研究分支。本文把为歌词配主旋律看作是类似机器学习的一项任务，通过训练一系列经过风格分类的样本谱例，分别建立了多种不同风格的隐马尔科夫模型来试图模拟作曲家为不同风格的歌词配主旋律的思维过程，从而实现了各种风格的作曲机的构架。此外，在训练过程中收集乐汇元结构和乐段设计模板，为乐曲创作提供计算机可用的模板和素材。至此，为歌词配主旋律可被抽象为一个分层控制的过程，即系统根据用户指定的旋律创作风格选用相应的风格作曲机生成最终的乐曲。

文中提出了“乐汇元结构”的概念，该结构由乐汇原始旋律音型转换而来。通过乐汇元结构，系统可以抽取原始旋律音型信息以及确定歌词与旋律间的内在关联。

其次，提出了“乐段设计模板”的概念，通过乐段设计模板的选用，系统生成的乐曲可以在一个指定的阈值内保持模板的结构特点，从而保留其情感色彩。

再次，提出了人机交互的系统作曲思想。如何使得不具备专业作曲知识的大众阶层也可以实现音乐创作的梦想是我们的研究目标，那么建立一个简单、易于操作的人机交互模型是我们的研究重点。系统可以根据用户在人机交互界面中输入的创作乐曲风格，而选用合适的风格作曲机来为用户创作指定风格的乐曲。

最后，提出了一种适用于大众评估的计算机作曲的情感评估模型。基于情感评估模型的风格评估结果，不仅可以直观的评估系统完成创作目标的优劣，而且可以对不同的作曲算法进行比对，进一步推进算法作曲的发展。

在理论研究的基础之上，我们设计了一个基于人机交互思想的自动歌词配曲系统。该系统可以为用户输入的歌词创作指定风格的乐曲。通过文章最后的实验结果及评估证明，歌词自动配曲系统可以达到为具备不同音乐知识的大众创作指定风格的乐曲这一创作目标。

关键词：算法作曲，隐马尔科夫模型，作曲风格，乐汇元结构，乐段设计模板，人机交互

厦门大学博硕士论文摘要库



## Abstract

Composing Melody for the Lyrics is a challenging and meaningful branch of the Algorithmic Composition, which is a subsidiary research area of the Artificial Intelligence. In this paper, composing melody for the given lyrics was taken as a machine learning task, in which a series of samples with melody and lyrics are trained to construct a database with meta-structures of melody segment. After the database construction, two HMMs are built in order to imitate the composing thought of the professional composers. Then, with the help of Viterbi Algorithm, a relatively reasonable melody for the given lyrics is composed. Further more, a theory of melody section formation was put forward and used to modify the previously generated melody. Finally the result melody was generated for the given lyrics.

Concept of melody segment meta-structure is described, which is transformed from original melody segment and the pitch of its first figure is a variable determined by the application environment. Further more, develop-base-vector of the segment meta-structure, searched by the system engine aiming to find the repetition existed in the melody piece, is put forward in this paper. And one section-design-templates theory, which is developed from the segment meta-structure, is proposed to retain the composing style of one sample melody in a designated threshold. A meta-structure of piano accompaniment figure is proposed in this article. All of these characteristics described above, make the melody composing a flexible and vigorous job.

Two HMMs, including rhythm HMM and pitch HMM, are designed to imitate the composing thought of professional composers when they select the reasonable rhythm and pitch to harmonize the musical environment. The rhythm HMM takes the Chinese character number of lyric segments as observation and the rhythm sequence as hidden state. While the rhythm sequence calculated by the rhythm HMM is taken as observation in pitch HMM, its hidden state is the pitch sequence.

The paper aims to design a melody composing system with human-computer interaction interface. In the sample training process, manual segmented sample melodies with lyrics are transformed to meta-structures by the meta-structure collection engine of the system. Meanwhile, the parameters of the two HMM are updated to represent some composing style.

Finally, After the extraction of the basic information of the sample melodies, the theme developing style and section design templates, the system selects reasonable segment meta-structures for the segmented lyrics to generate the result melody.

**KEY WORDS :** composing algorithm, hidden Markov model, melody segment meta-structure, melody section design templates, human-computer interaction

## 目 录

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| 摘 要.....                    | I        |
| Abstract.....               | I        |
| 目 录.....                    | i        |
| Contents.....               | v        |
| <b>第一章 绪论</b> .....         | <b>1</b> |
| <b>1.1 算法作曲</b> .....       | <b>1</b> |
| 1.1.1 算法作曲的分类.....          | 1        |
| 1.1.2 旋律配和声.....            | 1        |
| 1.1.3 为歌词创作主旋律.....         | 2        |
| <b>1.2 作曲算法现有理论研究</b> ..... | <b>2</b> |
| 1.2.1 马尔科夫转换表.....          | 3        |
| 1.2.2 知识库系统.....            | 3        |
| 1.2.3 音乐文法.....             | 3        |
| 1.2.4 人工神经网络.....           | 4        |
| 1.2.5 遗传算法.....             | 4        |
| 1.2.6 分层结构.....             | 4        |
| 1.2.7 细胞自动机理论.....          | 4        |
| 1.2.8 计算机作曲算法思想归纳与小结.....   | 5        |
| <b>1.3 音乐的分段理论</b> .....    | <b>6</b> |
| 1.3.1 调式音乐生成理论.....         | 6        |
| 1.3.2 面向数据的语法分析.....        | 6        |
| 1.3.3 感知分析.....             | 7        |
| 1.3.4 结构分析.....             | 7        |
| 1.3.5 音乐分段理论小结.....         | 7        |
| <b>1.4 现有的作曲系统介绍</b> .....  | <b>8</b> |
| 1.4.1 基于细胞自动机理论的作曲系统.....   | 8        |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1.4.2 基于随机方法的旋律产生系统.....    | 8  |
| 1.4.3 基于遗传算法与音乐文法的系统.....   | 9  |
| 1.4.4 已有工作总结.....           | 9  |
| 1.5 论文的创新点.....             | 10 |
| 1.6 论文的组织结构.....            | 12 |
| 第二章 系统定义以及系统应用的 HMM.....    | 13 |
| 2.1 隐马尔可夫模型 (HMM) .....     | 13 |
| 2.1.1 HMM 简介.....           | 13 |
| 2.1.2 HMM 定义.....           | 13 |
| 2.1.3 HMM 的三个基本问题.....      | 14 |
| 2.1.4 HMM 的适用算法.....        | 14 |
| 2.2 歌词配主旋律系统中的两个 HMM .....  | 17 |
| 2.2.1 节奏 HMM 的建立.....       | 18 |
| 2.2.2 音程 HMM 的确立.....       | 18 |
| 2.2.3 HMM 的训练过程.....        | 19 |
| 2.3 歌词伴奏系统概念的定义描述.....      | 21 |
| 2.3.1 基本乐理定义.....           | 21 |
| 2.3.2 系统定义.....             | 22 |
| 2.3.3 发展手段及其识别定义.....       | 25 |
| 2.4 创作技巧的搜索和收集.....         | 26 |
| 2.4.1 乐汇发展基向量.....          | 26 |
| 2.4.2 乐段设计模板.....           | 27 |
| 第三章 系统框架以及实现流程.....         | 31 |
| 3.1 歌词自动配主旋律系统概要.....       | 31 |
| 3.1.1 系统设计目标及组成.....        | 31 |
| 3.1.2 系统的分层控制原理.....        | 31 |
| 3.2 风格作曲机的实现框架.....         | 33 |
| 3.2.1 手动划分歌词.....           | 34 |
| 3.2.2 作曲机训练阶段.....          | 34 |
| 3.2.3 系统在训练部分主要完成的主要任务..... | 35 |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 3.3 人机交互界面设计 .....             | 36        |
| 3.4 数据库的建立 .....               | 38        |
| 3.4.1 数据库的组成 .....             | 38        |
| 3.4.2 乐汇元结构和乐汇发展基向量的提取 .....   | 39        |
| 3.5 旋律生成过程 .....               | 44        |
| <b>第四章 系统应用、实验结果以及分析</b> ..... | <b>49</b> |
| 4.1 人机交互过程 .....               | 49        |
| 4.2 示例结果分析与评估体系 .....          | 52        |
| 4.2.1 示例展示 .....               | 52        |
| 4.2.2 情感评估模型 .....             | 54        |
| <b>第五章 总结与展望</b> .....         | <b>57</b> |
| 5.1 全文总结 .....                 | 57        |
| 5.2 今后的工作 .....                | 58        |
| 附 录 .....                      | 61        |
| <b>参考文献</b> .....              | <b>65</b> |
| 硕士期间所参与的科研课题与发表的论文 .....       | 69        |
| <b>致 谢</b> .....               | <b>71</b> |

---

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Contents

|  |   |
|--|---|
| Abstract in Chinese .....                    | I |
| Abstract in English.....                     | I |
| Contents.....                                | i |
| Chapter 1 Introduction.....                  | 1 |
| <b>1.1 Composing Algorithm</b> .....         | 1 |
| 1.1.1 Algorithm Classification .....         | 1 |
| 1.1.2 Harmonizing for Melody .....           | 1 |
| 1.1.3 Composing Melody for Lyrics.....       | 2 |
| <b>1.2 Related Theoretical Work</b> .....    | 2 |
| 1.2.1 Markov Switching Table.....            | 3 |
| 1.2.2 Knowledge Database system .....        | 3 |
| 1.2.3 Musical Rule .....                     | 3 |
| 1.2.4 Artificial Neural Network.....         | 4 |
| 1.2.5 Genetic Algorithm .....                | 4 |
| 1.2.6 Hierarchical structure.....            | 4 |
| 1.2.7 Cellular Automata .....                | 4 |
| 1.2.8 Conclusion.....                        | 5 |
| <b>1.3 Music Segmentation Theory</b> .....   | 6 |
| 1.3.1 Generative Theory of Tonal Music ..... | 6 |
| 1.3.2 Data-Oriented Parsing.....             | 6 |
| 1.3.3 Perceptual Analysis .....              | 7 |
| 1.3.4 Structure Analysis .....               | 7 |
| 1.3.5 Conclusion.....                        | 7 |
| <b>1.4 Present Composing System</b> .....    | 8 |
| 1.4.1 System based on Cellular Automata..... | 8 |

|   |    |
|---|----|
| 1.4.2 System based on Random Generation Algorithm .....           | 8  |
| 1.4.3 System based on GA and Music Rules .....                    | 9  |
| 1.4.4 conclusion .....  | 9  |
| 1.5 Main Work and Innovations of This Paper .....                 | 10 |
| 1.6 Structure of this Paper .....                                 | 12 |
| Chapter 2 System Definition and two HMMs Applied in System .....  | 13 |
| 2.1 Hidden Markov .....   | 13 |
| 2.1.1 Brief Introduction of Hidden Markov .....                   | 13 |
| 2.1.2 Definition of HMM .....                                     | 13 |
| 2.1.3 Three Problem In HMM .....                                  | 14 |
| 2.1.4 Applied Algorithm In HMM .....                              | 14 |
| 2.2 Two HMMs In Composing System .....                            | 17 |
| 2.2.1 Construction of Rhythm HMM .....                            | 18 |
| 2.2.2 Construction of Pitch HMM .....                             | 18 |
| 2.2.3 HMM Training Proccession .....                              | 19 |
| 2.3 System Concept Definition .....                               | 21 |
| 2.3.1 Basic Musical Knowledge Definition .....                    | 21 |
| 2.3.2 System Definition .....                                     | 22 |
| 2.3.3 Theme Develop Method Definition .....                       | 25 |
| 2.4 Melody Segmentation and Section Develop Template ..错误! 未定义书签。 |    |
| 2.4.1 Segmentat Develop vevtor .....                              | 26 |
| 2.4.2 Section Develop Template .....                              | 27 |
| Chapter 3 System Design .....                                     | 31 |
| 3.1 System Frame .....  | 31 |
| 3.1.1 System Target and Configuration .....                       | 31 |
| 3.1.2 Hierarchical Control Method .....                           | 31 |
| 3.2 Composing System Frame .....                                  | 33 |
| 3.2.1 Manual Lyrics Segmentation .....                            | 34 |
| 3.2.2 Composing Agent Training .....                              | 34 |



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