

人机交互的自动钢琴伴奏系统的研究

刘向滨,冯寅

(厦门大学 智能科学与技术系,福建 厦门 361005)

摘要:针对基于隐马尔科夫模型(HMM)的算法而实现的作曲系统进行改进,提出了利用人机交互式的音乐伴奏音型选择方式,实现了使不具备音乐知识的使用者也可以创作出善心悦目的乐曲。系统的给出了人机交互式创作的原理以及理论支持,通过实验证明了人机交互系统的可行性。最后邀请了三位专业作曲家对改进后的伴奏结果进行了系统评估,评估认为,计算机作曲系统可以创作出大众喜欢的音乐作品。

关键词:隐马尔科夫算法;人机交互设计;评估;计算机作曲

中图分类号:TP311 文献标识码:A 文章编号:1009-3044(2011)12-2748-03

Research about the Human-computer Interaction for the Auto-Harmonizing System

LIU Xiang-bin, FENG Yin

(Cognitive Science Department, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Most of the existed composing Systems need the help of professional composing knowledge in the composing progress. While this paper proposed a new method, which is mainly to design a human-computer interaction between the ordinary people who command little knowledge about composing and the HMM based harmonizing system. With the improved harmonizing system, one ordinary people can compose a brilliant accompaniment for the given melody. Experiment shows that the proposed method is feasible to harmonize a melody. In the end, three professional composers are invited to evaluate the harmonizing results generated by the improved system. The evaluation shows that the improved system is able to generate favorable music for the common people.

Key words: hidden markov; human-computer interaction; evaluation; computer composing

自动钢琴伴奏系统的研究属于“为旋律自动配和声”领域的研究内容。它是算法作曲^[1-3]研究领域中的一个研究分支,即多声部算法作曲系统的研究。我们可以把现有的基于各种技术所研发的自动伴奏系统按系统的人机交互性分成二类。第一类是常见的有关自动伴奏系统的产品。如 Band in a Box 系统以及 TT 作曲家系统等。不过,使用这些系统来生成多声部音乐时,人需要相当程度的介入。例如,它们可以为一首歌的旋律(单旋律)自动生成一个和弦序列(或者直接由人指出这个和弦序列)。但是在生成和弦序列之前,需人工指定是一小节配一个和弦还是一拍子配一个和弦。最后,再由人在一个系统提供的音型库中,为每小节旋律选择适当的伴奏音型(节奏)。第二类是为旋律自动配和声系统,此类系统在介绍各种多声部算法作曲系统的技术文献中有所涉及。例如, E-bcioglu 的基于规则的系统 CHORAL^[4]及 Allan 和 Williams 的基于 HMM 模型的四声部合唱曲自动生成系统^[5]。在这类系统中,人仅需给系统输入一单旋律,之后的整个“自动配和声”的过程基本完全由系统控制^[6]。

第一类系统要求使用者具有相当的和声配置及多声部音乐的创作经验,这样,可以获得在质量上满足使用者预期的音乐作品。可是,系统的智能程度及自动化程度不高。而第二类系统因几乎没有人机交互,属于模拟作曲家创作行为的全自动多声部作曲系统。但是,所生成的作品创作风格受限、单一。作品在质量上,不容易达到使用者(尤其是专业作曲家)所期望的目标。系统基本上没有太大的实用性。

1 人机交互的系统的理论依据

一个“音乐作品”质量的好坏最终是由人来评估的。不同人的音乐喜好、素养及其美学标准都不尽相同。这和评估一道数学难题的解不同。不同人为同一道数学难题的最终解答作评估时,通常会有比较统一、确定的标准。而音乐作品的创作者本人实际上就是他所创作的音乐作品的最先评估人。创作者对自己音乐作品的听觉评估是音乐创作的一个不可缺少的步骤并影响最终的结果。这对创作复杂的多声部音乐来说尤其如此。我们知道,为一首歌曲配置和声或钢琴伴奏可以有许许多多不同的“解”。这包括不同的和声序进策略^[7],不同风格化和弦的使用以及多声部织体的不同组织方法等。通过听觉评估,创作者可以随时对他的作品中所使用的各种创作技术做适当的调整以便最终形成的作品满足创作者的期望目标。因此,一个旋律配和声系统(如自动钢琴伴奏系统),应设计成一种既简洁又灵活的“人机交互”系统。它不能像前述第一类的自动伴奏产品那样需要用户涉及太细致的和声进行及不同声部间音乐织体的设计,但却能够凭借用户自身的听觉判断为某一旋律片段替换合适的伴奏音型,以便所使用的音型满足上下文的环境。这种涉及人的听觉评估的人机交互过程就会不同程度地修正甚至引导最终的伴奏结果。因为由不同人使用本系统为同一首歌曲编配钢琴伴奏,其结果可能会有差别。而这种差别却是前述的第二类自动伴奏系统中无法获得的。即,“人机交互”可使最终作品尽可能接近用户期望的结果。

收稿日期:2011-03-01

作者简介:刘向滨(1985-),男,山东淄博人,厦门大学智能科学与技术系学生,硕士,主要研究方向为钢琴自动伴奏系统研究;冯寅(1963-),男,福建福州人,副教授,博士,主要研究方向为算法作曲,计算机音乐和自然语言处理。

2 人机交互式作曲系统设计

2.1 训练谱例的初步确定

自动伴奏系统的训练谱例是通过调式、节拍以及速度的筛选而初步确定的(如图 1 所示)。通过对筛选谱例的训练,我们可以为一行主旋律配伴奏,得到具有高音声部和低音声部的钢琴伴奏结果。

2.2 伴奏结果生成

通过对样板谱例的训练,生成伴奏结果如图 2 所示。

2.3 听觉判断以及音型更换

系统使用者对伴奏结果做出听觉判断,指定伴奏结果的某一小节为不和谐小节,可以通过谱例再训练界面(如图 3 所示)做出更改,直到得到操作者满意的伴奏结果为止。



图 1 样板谱例筛选界面



图 2 伴奏结果生成



图 3 用以选择再训练样板谱例的人机交互界面

3 实验结果以及专家评估

3.1 音型转换结果

我们随机选择待伴奏歌曲《走四方》,系统改进前的伴奏结果片段和系统改进前后的伴奏结果片段如图 4、图 5 所示。

对于《走四方》的结尾来说,改进后比改进前有明显效果。

我们又重新选择另一首待伴奏歌曲《小城故事》,系统改进前的伴奏结果片段和系统改进前后的伴奏结果片段如图 5、图 6 所示。

明显的,改进后的伴奏片段更加适合《小城故事》舒缓的主题。



图 4 系统改进前《走四方》伴奏片段



图 5 系统改进后《走四方》伴奏片段

3.2 专家评估

3.2.1 评估结果

我们将 22 首系统生成结果提交给了 3 位专业的作曲家进行评估,评估结果如表 1 所示。

3.2.2 评估意见及结论

钢琴自动伴奏系统的开发研究是一个非常实用、非常

表 1 系统评估结果

歌名	评估项目			
	和声正确性	连贯性	伴奏技术复杂性	整体效果
1. 从头再来	良好	良好	好	好
2. 一半脸儿	良好	良好	良好	良好
3 亚洲雄风	良好	一般	一般	良好
4. 龙的传人	一般	一般	一般	一般
5. 快乐女孩	一般	一般	一般	一般
6. 掌声响起	一般	良好	好	好
7. 梦驼铃	良好	好	好	好
8. 交出我的心	一般	一般	良好	良好
9. 编花篮	一般	良好	良好	良好
10. 等邮差	一般	一般	一般	一般
11 夏艳	良好	良好	一般	良好
12. 哭泣的骆驼	好	一般	良好	良好
13. 午后的雨-	好	一般	一般	良好
14. 小绵羊的铜铃	良好	良好	好	好
15. 小月亮	好	好	好	好
16. 你总把回眸给我-	良好	良好	良好	好
17. 几多愁	一般	良好	一般	一般
18. 雪绒花	一般	一般	一般	一般
19. 我的爸爸	一般	一般	一般	良好
20. 蜗牛和黄鹂鸟	良好	良好	良好	良好
21. 中华儿郎	一般	良好	良好	良好
22. 我多想唱	良好	良好	好	良好



图 6 系统改进前《小城故事》伴奏片段



图 7 系统改进后《小城故事》伴奏片段

有价值的工程。通过人类电子技术和艺术的完美结合,将歌曲分析、钢琴技巧、和声基础、伴奏音型、综合应用能力集于一体,较好地塑造乐曲所需要的音乐形象。

对钢琴自动伴奏系统在以下三个方面的看法:

1) 歌曲分析:要为一首歌曲配伴奏,首先要对歌曲进行分析,确定它的调式调性,选择和弦,根据乐曲的音乐形象、速度要求来确定钢琴伴奏音型等等。钢琴自动伴奏系统在这方面的表现良好,为钢琴伴奏的编配工作打下了良好的基础。

2) 和声基础:和声水平的高低直接关系到伴奏的音响效果和表现力,因此和弦的选择非常重要。钢琴自动伴奏系统在和弦的选择上,虽然大部分和弦的选择属于正确范围,但只要有一些和声用得不是很到位,就会影响整体。因此我们认为此伴奏系统还是有些欠缺,和声效果不是太丰富,有些和声感觉与旋律不太般配。

3) 钢琴技巧与伴奏音型:伴奏效果的好坏,除了和声效果以外,主要就是伴奏音型的应用。因为它关系到对乐曲音乐形象的表达准确与否。而伴奏音型的应用需要以钢琴技巧来体现。钢琴自动伴奏系统有几首的伴奏音型与钢琴技巧应用不错,但有一些乐曲的编配较为单一,没有太多的变化。

总的来说,钢琴自动伴奏系统综合应用能力与整体效果良好,如果把和弦库的和弦再丰富一些,各种编配音型再丰富一些,对音色、音质要再进行美化,相信一定能够取得很好的令人满意的效果。

参考文献:

- [1] 陈魁.基于音型数据库的钢琴自动伴奏系统的研究与设计[D].厦门:厦门大学,2009.
- [2] David Cope.Virtual Music:Computer Synthesis of Musical Style[R].Cambridge,MA,MIT Press,2001.
- [3] 张英利,刘弘,李少辉.遗传算法在作曲中的应用[J].计算机应用研究,2005(11):143-145.
- [4] Paiement J F.Probabilistic Melodic Harmonization[Z].http://www.idiap.ch/~paiement/articles/chords.pdf.
- [5] Allan M,Williams CKI.Harmonising chorales by probabilistic inference[C]//Lawrence K, Saul.Advances in Neural Information Processing Systems.Cambridge: MIT Press,2004,17:25-32.
- [6] Ebcioğlu K.An expert system for harmonizing chorales in style of J. S. Bach[C]//Balabab M,Ebcioğlu K,Laske O.Understanding Music with AI,Cambridge: AAAI Press,1992:294-334
- [7] 黄钟.算法作曲及分层结构控制[J].武汉音乐学院学报,2003.
- [8] 林华.复调音乐简明教程[M].上海:上海音乐学院出版社,2006.

(上接第 2745 页)

结合;办好各类学生社团,丰富学生课余文化生活,确保广大学生综合能力得到锻炼和提高;多渠道优化知识结构和技能结构,提高学生多证就业的竞争力,为学生持续发展提供强劲动力。

4 结束语

高职学生综合能力培养方案的设计与实施,不仅体现高职院校的办学特色,而且也能满足社会需要,并对其他单位提供了可供借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 刘洪一,李建求,徐平利.中国高等职业教育改革与发展研究[M].北京:高等教育出版社,2009:38.
- [2] 李兴旺.实施“五双制”强化高职学生技能培养[J].中国高等教育,2005(5).
- [3] 教育部.教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见[Z].教高(2000)2.
- [4] 张建宏.提升高职教育教学质量的若干建议[J].边疆经济与文化,2006(1):135-138.
- [5] 靖向党,张鸣放.高职高专教育考试研究[J].长春工程学院学报:社会科学版,2007,8(1):5-9.
- [6] 任丽华,李建平,杨海琼,等.二年制高 IT 人才培养评价模式探索[J].黑龙江科技信息,2008(1):172-173.
- [7] 林珍,王玉秀,张虹,等.以能力为本位,建立科学合理的高职院校考试体系[J].教育理论与实践,2008,28(9):19-21.
- [8] 高艳,荆静,高丙云.高职产学合作人才培养模式的实践研究[J].职业技术教育,2003(25):34-36.