

# 基于智能制造的声音建模交互设计

李雪楠<sup>1</sup>, 赵江洪<sup>2</sup>

(1.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082;

2.湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082)

**摘要:** **目的** 为智能制造领域的设计创新提供一种尝试性的研究角度与辅助设计方法。**方法** 基于智能制造技术, 本文以《记忆留声》为设计实践案例, 运用随机抽样法和用户参与式设计研究方法, 分析声音建模的交互设计方法与输出形式。**结果** 借助 3D 打印技术与图形图像生成算法, 将声音转化为一种三维实体化的实用环保艺术产品, 并提出基于语音输入的多维交互体验模式。**结论** 以智能制造技术为支撑的多维度交互体验设计, 可以为用户的个性化需求提供切实可行的解决方案与多维度的交互体验。

**关键词:** 智能制造; 3D 打印; 声音建模; 交互设计; 多维交互

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)24-0103-05

## Voice Modeling Interaction Design Based on Intelligent Manufacturing

LI Xue-nan<sup>1</sup>, ZHAO Jiang-hong<sup>2</sup>

(1.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

**ABSTRACT:** It supplies a trial research view and an aided design method in design innovation of the intelligent manufacturing field. Based on the intelligent manufacturing technology and voice memory case, two research methods-random selection and user participation are used for the study process. The research shows the analysis of voice modeling interaction method and its output form. By 3D printing and graphics generation algorithms, it is contributing an application of an environmental applied art and multi-dimensional interaction modeling. By intelligent manufacturing technology, multi-dimensional interaction could provide practical solutions and multidimensional interactive experience for the user's personalized needs.

**KEY WORDS:** intelligent manufacturing; 3DP; voice modeling; interaction design; multi-dimensional interaction

声音是一种神秘的情绪表达。《说文》曰:“声,音也。”《礼记·乐记》:“感于物而动,故形于声。”听觉是人类最重要的感觉之一。人们可以通过听觉交流情感与认知,感知环境变化,产生记忆。声音是情绪,心情,感受的表达与传播。各种各样的“语调是最快速和直接的情绪表达方式”<sup>[1]</sup>。由此可见,声音信息本身的这些特性也可作为一种设计的基础对象和重要的设计维度<sup>[2]</sup>,进而通过一定的设计方法生成

独特的审美体验与感知意象。

### 1 智能制造的概念

智能制造(Intelligent Manufacturing, IM)主要包含智能制造技术与智能制造系统。它是通过人与智能系统合作、分析、判断,部分地取代人类在制造过程中的脑力劳动,是智能制造的重要特征点之一。3D

收稿日期: 2017-09-09

基金项目: 国家自然科学基金(61402159); 国家自然科学基金(51605154); 省重点研发计划(2016GK2010); 中央高校基本科研业务经费

作者简介: 李雪楠(1987—),女,山东人,湖南大学博士生,主要研究方向为设计系统与方法、智能制造系统设计、交通工具设计与人机交互等。

通讯作者: 赵江洪(1954—),男,湖南人。湖南大学教授、博士生导师,主要研究方向为设计系统与方法。

打印 (Three Dimension Printing, 3DP) 是智能制造时代的重要关键技术。从社会认知层面, 3D 打印是一项改变社会群体观念的技术<sup>[3]</sup>。3D 打印在许多领域已经有不同程度的实际应用<sup>[4]</sup>。这给设计师提供了巨大的创意空间和技术支撑, 同时需要设计师的不断创新与尝试, 让 3D 打印技术发挥出更多的社会价值, 从而增加更多维度的综合交互体验乐趣。

## 2 声音建模概念的成型与设计原理

声纹是用电声仪器显示的携带言语信息的声波频谱。每个人的语音声学特征既有相对稳定性, 又有变异性, 因此在一般情况下, 人们仍能区别不同的人的声音或判断是否是同一人的声音。作为一种可识别性的特征。每种声音对应唯一的波形频率特征, 见图 1, 通过响度、音调、音色与乐音综合形成了声音的特性。它具有唯一性, 不可复制性等特点<sup>[5]</sup>, 因此, 每种声音形成的声音数据是不尽相同的。它的储存方式既可以是触摸物的形式, 也可以是以音频的形式。



图 1 声音波形特征示意  
Fig.1 Sound waveform feature diagram

声音建模, 就是将音频的数据生成的波形图像过滤后, 通过三维实体的媒介形式实时呈现声音艺术化处理后的状态。从设计的审美体验角度, 它是在真实声音数据为素材的基础上, 生成具有唯一特性与审美属性的三维艺术形态。从技术美学层面, 它是基于智能 3D 打印技术, 将听觉的信息转化为可视、可触摸的实用艺术产品。这种声音参与建模的过程, 是对听觉和触觉的融合与应用。其中, 触觉是交互体验中的一个重要信息接收的维度之一。

## 3 声音建模的交互模式研究

本文主要运用随机抽样法和用户参与式设计研究方法, 并基于该方法对声音建模的交互模式进行初步研究与分析。随机选取 10 名用户, 见表 1, 包括 4 名成年男性、4 名成年女性、2 名学龄儿童。其中, 成年男性与成年女性年龄均在 20~45 岁, 学龄儿童

表 1 抽样信息  
Tab.1 The sampling information

| 抽样类型 | 抽样数量/人 | 抽样年龄/岁 |
|------|--------|--------|
| 成年男性 | 4      | 20~45  |
| 成年女性 | 4      | 20~45  |
| 学龄儿童 | 2      | 6~12   |

年龄在 6~12 岁。用户手持录入设备, 录入自己的任意声音片段, 并反复删除、录入和重听, 直到用户对录入的片段主观上感到满意。测试期间, 参与的用户并不会被进行任何限定和制约, 以便尽最大限度保持声音录入的随机性。

在交互模式的可行性验证阶段, 运用声音数据采样法、随机抽样法进行分析与测试。声音的来源具有广泛性。声音来源不仅包含用户本人, 其来源还可以是周围人工环境, 自然环境, 音乐等, 因此, 本文选取任意用户和非用户的音频数据, 借助录入设备, 将用户和非用户的音频素材进行录入。

### 3.1 基于语音输入的多维交互体验模式

一般来说, 人对于物的立体感知大致通过听觉, 视觉, 触觉, 嗅觉来完成<sup>[6]</sup>, 即 4 种交互体验的维度, 见图 2。在一定程度上, 这 4 种维度是相互影响、相互关联的。随着互联网的技术普及与发展, 以语音输入为入口的多维度交互体验方式, 也逐渐被应用在各个领域的终端设备中。

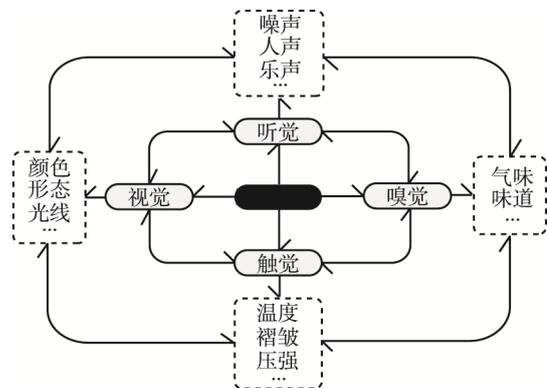


图 2 交互体验的 4 个维度  
Fig.2 The four dimintions of interaction experience

具体来看, 本文基于声音建模的交互体验模式主要涉及听觉, 视觉和触觉 3 种体验维度的关联与融合, 见图 3。在这种交互体验中, 语音信息是一种非视觉化和非触摸的信息形态, 例如, 噪声, 说话声, 音乐等。由此可见, 语音信息在一定程度上, 对个体来说是抽象, 甚至带有一定神秘的色彩。此外, 基于声音建模的多维交互模式还包涵了以下 3 类使用情境运用, 即人机交互, 人人交互, 社群交互。简单而言, 人机交互, 即使用者个体与机器之

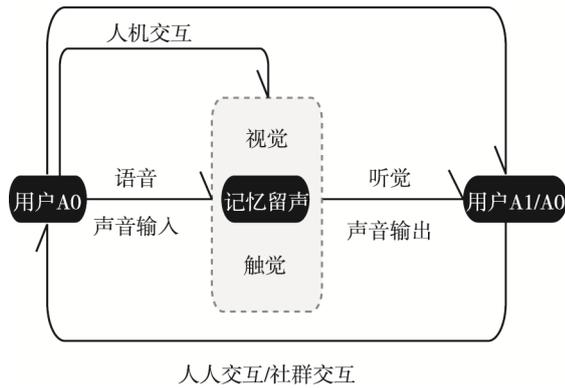


图 3 多维交互体验模式

Fig.3 Multi-dimensional interaction experience mode

间的交互关系。人人交互，指的是基于使用设备的情景下，使用者与使用者之间的连接关系。社群交互，则指使用者（用户 A0）社群与分享者（用户 A1）社群之间的连接关系。这 3 类情境与多维的交互体验密不可分。

同时，不同的交互情境也映射了多维度的交互环境。从交互环境层面来看，《记忆留声》主要应用了移动端设备的虚拟界面体验环境与三维打印实物的体验环境。从交互模式来看，它是一种主要基于听觉、视觉与触觉的多维交互体验模式，如图 3。这种综合性的交互体验为用户提供了一种新的认知与感受事物的角度，丰富了用户的认知体验。

### 3.2 多维的美学体验

情感富有特定的情感记忆<sup>[7]</sup>。交互设计产品映射着复杂的社会化情感需求<sup>[8]</sup>。从设计美学体验层面看，基于声音输入的多维交互体验模式不仅仅是为信息本身作出形式与形态变化，还可以调动人的情绪反应，进而情绪的反应形成情感认知，因此，一定程度上，声音建模不仅仅是纯粹的波形数据反馈。从心理学层面来看，相比单一的听觉体验，视听结合的体验能让用户接收到更丰富、全面的信息<sup>[9]</sup>。它以抽象的声音信息为基础内容媒介，融合听觉，视觉与触觉交

互维度，形成一种变化无穷的审美形态来表达用户情绪与审美意象。接着，基于情绪与意象，进而产生新的、更深层次的审美体验与审美意义。

具体而言，《记忆留声》通过对物理感知与 3D 打印技术结合的形式，启发人们对科技的好奇心、艺术创造力与想象力。它利用听觉与触觉的结合，来辅助实现人与人之间，人与物之间的具有记忆的交互形式与情感。

### 3.3 《记忆留声》可行性打印测试

《记忆留声》可行性打印测试总共分为两个部分。

第一，三维实体打印测试，见表 2。该测试主要测试声波图案生成的实物三维效果。测试模型共 6 类基础半球体三维形态，其底部为水平，表面与浮雕形态近似，即半球体状的椭圆形，圆形，心形，苹果形，正方形，矩形。

声音素材来源：随机抽样。

打印材料：聚乳酸（简称 PLA，一种可降解的生物环保材料），分别是 6 种打印材料常见色，即绿色，红色，粉色，紫色，蓝色，肉色。

录入设备：Neobox-Ultimate 智能 3D 打印设备。

打印设备：Neobox 智能 3D 打印设备，型号：Ultimate。

第二，声音波形测试，见表 3。

测试音频：随机抽样任意录入的 4 个音频片段：片段 1“爸爸我爱你”；片段 2“妈妈我爱你”；片段 3“女生节快乐”；片段 4“元宵节快乐”。

由测试结果来看，如表 2—3，声音建模的交互设计方法符合预期的效果。根据声音素材生成的闭合波形图案，具有抽象的正负图形之美。通过正负形态之美产生二次想象，形成新的视觉审美体验与审美记忆。以任意真实声音素材为基础的模型将抽象的图案含义再次延伸拓展，体现了 3D 打印技术与实用艺术结合的独特交互体验方式。

表 2 三维实体打印测试结果  
Tab.2 3D printing testing result

| 形状   | 椭圆形 | 圆形 | 心形 | 苹果形 | 正方形 | 矩形 |
|------|-----|----|----|-----|-----|----|
| 颜色   | 绿色  | 红色 | 粉色 | 紫色  | 蓝色  | 肉色 |
| 打印结果 |     |    |    |     |     |    |
|      |     |    |    |     |     |    |

表3 声音波形测试  
Tab.3 Sound waveform testing

| 抽样片段      | 片段1     | 片段2     | 片段3     | 片段4     |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 声波内容      | “爸爸我爱你” | “妈妈我爱你” | “女生节快乐” | “元宵节快乐” |
| 声波艺术化闭合形态 |         |         |         |         |
| 打印效果      |         |         |         |         |

#### 4 设计案例的输出

《记忆留声》是笔者参与设计与开发的一款基于3D打印与声音建模的实用艺术产品软件应用。该应用通过3D打印技术与图形图像算法，将抽象的声音数据转化为艺术化的声音物理形态，并由用户参与、记录与分享。在整个交互体验中，它是基于声音的数据特征生成模型，因此不需要用户具有任何专业和专门的技术背景。换言之，它在交互逻辑的层面，实现由物理逻辑向行为逻辑的转换<sup>[10]</sup>。

1) 声音录入。用户打开《记忆留声》，通过任意一部智能手机内置的录音功能，将用户提供的任意声音录入。这里的任意声音可以说是说一段话、播放一段音乐、拍手发出的响声或动物的叫声等。例如，“妈妈，我爱你”。由于个体声音的音色，音高，音节，时长不同<sup>[11]</sup>，即使是同一句话，也可以有不同的波形生成。声音录入完成后，可以点击“试听”图标，播放用户刚刚录制的声音片段。如果用户对该片段不满意，则点击“重录”图标，重新录制声音片段。如果用

户对该片段满意，则点击“确定”图标。

2) 三维实体模型的输出。点击“确定”后，用户进入模型的自动生成界面。此时界面会显示自动生成的艺术化处理后的声波三维模型。系统定义了6种主流的边界形状：圆形、正方形、矩形、心形、椭圆形与苹果形，见图4。用户可根据系统提供的个性化自定义选项，用户对自己的声音艺术模型进行任意旋转角度、颜色选择，形状选择。此外，该应用还提供了两种主要自定义功能：吊坠和钥匙扣。用户通过该应用设计的声音模型既可以变成一件有生活实用意义的项链饰品，又可以成为一件随身佩戴的钥匙扣，见表4。

3) 3D云打印与成品。在用户选定自己想定制的声音模型时，可以填写相应的订单信息。信息填写提交后，平台将自动把自己的声音模型发送至云打印中心，3D打印工场的云打印中心接收到订单信息后，将该作品打印完成并寄送至用户手中，即完成从听觉到触觉的交互维度转换过程。用户收到模型后，可通过模型背面唯一的二维码，重新播放该模型对应的音频，实现音频的永久保存与随时复现。

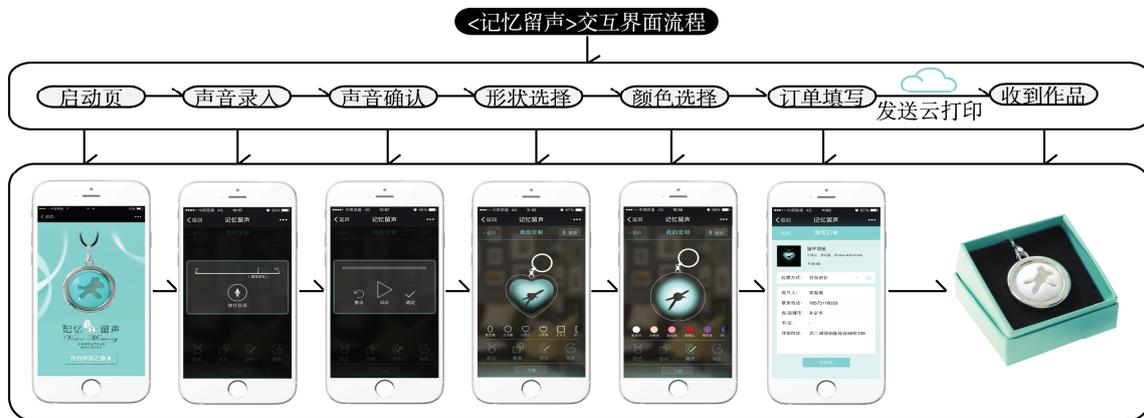


图4 《记忆留声》交互界面流程  
Fig.4 The user interface flow of "Voice Memory"

表 4 《记忆留声》的实物效果  
Tab.4 The production of "Voice Memory"

| 功能   | 挂坠  | 钥匙扣   |
|------|---|---|
| 形状   | 圆形  | 苹果形   |
| 颜色   | 紫色  | 粉绿色   |
| 实物效果 |  |  |

## 5 结语

本文提出了基于智能制造技术与语音信息输入的声音建模的交互设计方法。《记忆留声》是对该交互设计方法的初步理论研究与应用实践,但其中也存在有待优化的地方。本研究将继续对该交互模式开展进一步的探索,并尝试更多以智能制造为技术支持的多维度交互体验方式,并有效利用 3D 打印技术为用户的个性化需求提供切实可行的解决方案。以 3D 打印为技术支持的交互设计方法,不仅为用户拓展了多维度的交互体验,同时也为智能制造领域的设计与理论提供了一种尝试性的设计研究角度与辅助创新设计方法。

### 参考文献:

- [1] 欧静, 赵江洪. 多维情感-动作与产品形态的交互设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(18): 49—50.  
OU Jing, ZHAO Jiang-hong. Interactive Design of Multi-emotion Action and Product Form[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(18): 49—50.
- [2] NYKÄNEN A, WINGSTEDT J, SUNDHAGE J, et al. Sketching Sounds: Kinds of Listening and Their Functions in Designing[J]. Design Studies, 2015(39): 19—47.
- [3] GUO N, LEU M C. Additive Manufacturing: Technology, Applications and Research Needs[J]. Journal of Frontiers of Mechanical Engineering, 2013(8): 215—243.
- [4] 黄德荃. 3D 打印技术与当代工艺美术[J]. 装饰, 2015(1): 33—34.  
HUANG De-quan. 3D Printing Technology and Contemporary Arts and Crafts[J]. Zhuangshi, 2015(1): 33—34.
- [5] SWATI J. Emotion, Affect and Personality in Speech [M]. Springer: Springer International Publishing, 2016.
- [6] SERGIO G M, JOAQUIM L M. User-Centered Design for Emotion: a Case Study on Wellness Products[C]. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- [7] 赵丹华. 产品造型情感类型与情感价值的研究框架[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 3—4.  
ZHAO Dan-hua. Research Framework of Emotion Classification and Value of Product Modeling[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 3—4.
- [8] 甘为, 邹方镇. 情感的社会化机理与社交界面设计模式的关系研究[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 41—42.  
GAN Wei, ZOU Fang-zhen. Relation Research between Emotional Social Mechanism and Social Interaction Interface Design Pattern[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 41—42.
- [9] MARTIN H, SARAH N, CLAIRE O M. Comparing the Roles of 3D Representations in Audio and Audio-visual Collaborations[J]. Virtual Reality, 2004(7): 148—163.
- [10] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. 装饰, 2015(1): 58.  
XIN Xiang-yang. Interaction Design: from Logic of Things to Logic of Behaviors[J]. Zhuangshi, 2015(1): 58.
- [11] 谭浩, 谢思远. 基于声音视觉化的界面图符设计研究[J]. 装饰, 2016(4): 84.  
TAN Hao, XIE Si-yuan. Research on the Interface Icon Design Method Based on Sound Visualization[J]. Zhuangshi, 2016(4): 84.