



Universiteit  
Leiden

The Netherlands

## **Interaction with sound for participatory systems and data sonification**

Liu, D.

### **Citation**

Liu, D. (2023, November 21). *Interaction with sound for participatory systems and data sonification*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3663195>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3663195>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

---

## 中文摘要

---

这篇论文探讨了声音 (Sound) 在参与性系统 (Participatory systems) 及数据声音化 (Data sonification) 背景下的交互应用。交互环境通常是用户通过声音元素感知数据信息。为了定义这个交互过程, 我们采用了对话模型, 将其分为三个组成部分: 主体 (Subject)、言辞 (Verbal) 和形容词 (Adjective)。这样不仅有助于更好地理解本文中所选择的主题 (即交互模型, 数据声音化: 交互与设计, 数据声音化的方法评估), 而且还为它们添加了新的成果和研究视角。

我们从声音相关的行为开始探索。为此, 我们以观众在声音交互中的行为为例, 研究了对话中个体的行为。我们回顾了一系列实时的参与性音乐表演, 并分析了观众与系统之间的对话。在大多数相关作品中, 声音受到其他形式数据的控制或映射。我们的分析表明, 可以在一个理想框架内开发出沉浸式和可持续存在的交互环境 (参见第二章)。这个框架的应用将有助于观众更容易地理解和掌握交互声音设计。我们已将这些研究结果应用于两个案例研究:

在第一个案例研究中, 我们将理想框架应用于一个交互式声音装置“摆” (详见第三章), 以进一步了解如何将声音用作互动和浏览 (Navigation) 的工具。在这个装置中, 声音会根据观众对于悬吊式音箱的控制强度和持续时间而变化, 即根据摆动数据的测量结果。通过这种方式, 声音在观众和装置之间构建了一个动态的、响应式的关系, 从而实现了一个可持续交互的系统。此外, 较为明显的声音变化, 作为直接的反馈, 可以帮助观众推断未来状态或是下一步的操作。因此, 反馈的设计, 即对话的形容词部分, 能帮助参与者直观的理解数据声音化的设计方法, 在多变的声音环境中遨游。我们也详细阐述了对于参与者的观察结果, 并将其与声音设计所联系起来。

在第二个案例研究中, 我们提出了多种不同的交互式听觉导览方案, 以研究分子结构的聲音化设计 (详见第四章)。通过将原子质量轻重与音调高低类比, 以帮助听者直观的理解声音的含义, 并学习其中的映射关系。声音设计的迭代过程, 为我们提供了深刻的见解。根据专家评审 (Expert review) 的建议, 进行一步一步的修改, 以得到最终的声音设计。

最后, 根据需要检验的假设, 本文提出了两种实验设计, 以评估分子结构声音化

的方法。这些测试均在实验室环境中完成，采用了规模相对适中的测试人群。前后测实验设计用于评估数据声音化设计的易学性。而被试内实验设计则用于比较两种条件下的表现，以调查特定特征。基于第一轮实验结果，我们对数据声音化的方案设进行了调整。这种形成性研究（Formative research）对于设计和测试的迭代至关重要，有助于不断改进声音化设计。值得注意的是，这是一项探索性的研究，旨在评估非传统的数据表达方式（即数据声音化方法）。因此，基于可用性测试的评估方法，必须通过专门设计以保持与实验目标一致。

本论文中所呈现的这些探索性研究，表明了对话与互动可用来弥合复杂数据与人类理解之间的鸿沟，特别是通过声音媒介。这些研究为更广泛的、包含更大样本的研究奠定了基础。这里所学到的经验将鼓励其他研究人员继续推动这一领域的知识和创新。