**【略看】交互式空间超声处理，用于非可视化虚拟地图探索**

Interactive spatial sonification for non-visual exploration of virtual maps

虚拟地图 非视觉(听觉+触觉)探索

【论文内容】：(通过听觉+触觉浏览地图)本文提出了一种用于虚拟地图的非视觉（听觉+触觉）探索的多模式交互系统

【论文总结】：

1）我们旨在验证所提出的用于渲染虚拟地图的触觉和听觉隐喻的有效性和直观性；其次，我们旨在定性和定量地评估这两种模式在虚拟地图探索中的相对贡献，这些关系与受试者在简单探索任务中的表现以及受试者构建被探索地图的连贯认知表征的能力有关。

2)第一个初步实验并非专门针对空间知识的获取：它通过行为和绩效指标来实现目标任务，分析所提出的隐喻的直观性以及听觉和触觉信息的互补性。

3)第二个实验着重于获取简单虚拟环境的空间知识，尤其是对象形成自由探索的地图的连贯的空间认知图的能力。

4)结果分析：

(1)两个实验的结果表明，该系统允许受试者有效利用“近端”触觉模态和“远端”听觉模态的互补性质

(2)【重要】在实验1中，A.对到达时间和总行进距离的分析表明，受试者在两种单峰条件下采用了两种不同的探索策略，并且成功地将其整合到了双峰条件下，其中探索路径以更快的速度行进。B.与单峰听觉条件相比，单峰触觉条件下受试者平均更容易达到目标，但同时也表明听觉反馈到触觉反馈不会损害目标附近的表现。

【论文贡献】：

1）该系统能够通过触觉鼠标以触觉方式显示地图的高度轮廓。此外，空间听觉信息以位于地图特定点的虚拟锚声音的形式提供，并使用定制的与头部相关的传递函数（HRTF）通过耳机传递。

2）所提出的概念，设计和实现方式可以有效地利用“近端”触觉模态和“远端”听觉模态的互补性质

【HRTF】：（每个所需声源位置分别有一对左右HRTF），则可以通过将消声声源与相应的左右HRTF对进行卷积并将其呈现为双耳来虚拟地在空间中找到一个消声声源。注：关于声音调试这块以后可以再看

【实验】：通过涉及简单虚拟空间图探索的两个实验，评估了触觉和听觉反馈的相对贡献及其交叉模式效应。

实验设备： 触觉鼠标：触觉渲染是通过TActile MOuse（TAMO）设备提供的，该设备是一些本作者最近开发的（Brayda等人，2013）。当鼠标到达地 图上的虚拟对象时，步进器会发出给定高度的虚拟边缘信号。

实验1：goal reaching

主要目的：1）证明触觉+听觉浏览地图的有效性

2）通过搜集的信息分析听觉和触觉信息的差异和互补性

提供了三个反馈条件：

TAMO：单峰触觉条件；

2D音频：单峰听觉状态；

TAMO+2D音频：双峰状态。

评估：从起点到达地图的中点

实验2：cognitive map construction

主要目的：

能够在多大程度上构建连贯的空间认知图

提供了三个反馈条件：

TAMO：单峰触觉条件；

TAMO + 2D音频：具有触觉反馈和2D锚声音的双峰状态；

TAMO + 3D音频：具有触觉反馈和3D锚声音的双峰状态。

1. 更准确地说，传统上将感觉模态分为“远侧”和“近侧”。触摸通常被认为是近端感，因为身体与外部物体之间直接接触会产生触觉刺激。相反，视觉是一种远端感官，因为远处的物体会引起视觉刺激。在没有视力的情况下，试听是下一个最可靠的远端感觉。

2. 一种被广泛接受的观点（最初可归因于Révész（1950））是，对空间的感知在两种方式之间是不同的：触觉空间以身体为中心，而视觉和听觉则以外部坐标为中心。

3. 根据我们最初的讨论，这也意味着触觉反馈主要支持基于路径整合的空间认知机制，而听觉反馈主要支持基于全局界标的机制（Loomis等，2001）。