**HapTable交互式桌面，可为触摸手势提供在线触觉反馈**

HapTable: An Interactive Tabletop Providing Online Haptic Feedback for Touch Gestures

【论文内容】：一种多模式交互式桌面，允许用户通过自然的触摸手势与数字图像和对象进行交互，并相应地接收视觉和触觉反馈

【重要】

静态手势: 用户通过将手放在桌面上并感觉到在其下传播的触觉刺激来检测虚拟流的方向，例如风或水

这些流动效应是触觉运动，通过激励不同的压电致动器在触摸屏上的两点之间产生行波感知[6]。

动态手势: 以摩擦触觉反馈的形式感觉到旋钮的棘爪和旋转阻力

【HapTable】

为了通过桌面上的各种手势反馈来丰富桌面交互，我们在HapTable上有效地集成了机电和静电驱动技术（图1）。

为了对静态和动态手势都显示出丰富的触觉效果，我们在HapTable的桌面表面上有效地集成了机电和静电驱动技术(electromechanical and electrostatic actuation)

这是一种表面电容式触摸屏。我们将四个压电贴片连接到桌面的边缘，以显示静态手势的触觉反馈。对于动态手势，我们利用静电驱动技术通过向 其导电层施加电压来调节手指皮肤与桌面表面之间的摩擦力。

我们在此触摸屏的边缘上附加了四个压电片，以控制平面外振动，并向用户显示静态触觉反馈以获取静态手势。 对于使用动态手势的桌面交互，我 们通过[4，5]中介绍的静电驱动技术向用户显示触觉反馈。

我们会根据在表面上执行的动态手势来实时调整用户手指与桌面表面之间的摩擦力。

HapTable系统由三个主要模块组成：手势检测，视觉显示和触觉反馈（图1）。手势检测模块负责注册和检测在HapTable表面执行的静态和动

态手势的高分辨率图像。尽管市场上有可用于检测手指和/或手势的触摸面，但它们可能会干扰我们的触觉反馈模块，并且可能无法捕获足够

的手部轮廓以正确识别手势。

【提供了两个示例应用程序】：

在第一个示例中，用户将手放在桌面上，以检测虚拟风或水通过行进的触感流动方向的流动方向。

在第二示例中，用户使用两根手指旋转虚拟触觉旋钮以从菜单中选择一个项目，同时感觉到旋钮并根据其运动接收摩擦反馈。

【重要引用】：

1. 缺乏输入设备所经历的交互的物理性，因此需要用户的全神贯注，这会导致疲劳和任务性能下降[2]。

2. 已知触觉反馈可以改善任务性能（就完成时间和准确性而言）和真实感。 它还有助于减轻认知负担，并使复杂数据的表示和消化更加容易[3]。

3. (非常重要)产生静态效果-这些流动效应是触觉运动，通过激励不同的压电致动器在触摸屏上的两点之间产生行波感知[6]。

4. (非常重要)形状变化的屏幕-[7][8][9]中使用的这种努力的作者之一就是形状变化的表面。