**Haptogram-空中显示3D触感**

Haptogram- Aerial display of 3D vibrotactile sensation

【论文内容】：我们介绍了Haptogram，这是一种旨在通过利用声辐射压力提供3D触觉反馈的系统。

【先前与触觉显示器相关的研究可分为三类】：可穿戴显示器，触摸屏显示器和非触摸显示器。

可穿戴式触觉显示器在可穿戴设备中嵌入了触觉致动器，以与人体皮肤直接接触。

触摸屏显示器具有集成在视觉/听觉显示界面（如触摸屏）中的触觉致动技术，并在用户与触摸屏进行接触时显示触觉信息。

非触摸式触觉显示器使用无线方式来刺激人体皮肤上的触感（例如聚焦超声波）。

【Haptogram】：Haptogram产生的触觉刺激基于相控阵聚焦技术，以产生人体皮肤可感知的辐射压力。 超声波的焦点（一组这些点组成3D形状）是通过以较高的更新速率控制多个换能器的相位延迟而生成的。 当驱动N个换能器以使超声的相位在某一点重合时，由阵列产生的辐射压力将足够大，以至于人体皮肤可以感知。

【具体实现和仿真略】

1.向这些界面添加3D触觉反馈是实现自然，直观的人机交互的下一个自然步骤。触觉界面使用触摸感在人的皮肤上显示信息，例如形状，表面纹理，粗糙度和温度。触觉显示器已被广泛应用，包括虚拟现实，远程操作，人际通信，娱乐和游戏，军事和医疗保健[1]。

【重要引用】：

1.(非常重要)当前大多数触觉显示设备都是可穿戴显示类的（在文献中很少见，例如[3-5]）。 iFell\_IM系统是可穿戴的界面，旨在增强人们对第二世界[6]的虚拟世界的沉浸感。构建了三组触觉小工具。第一组隐式地用于情感诱发（HaptiHeart，HaptiButterfly，HaptiTemper和HaptiShiver），第二组直接发挥作用（HaptiTickler），第三组使用社交触觉（HaptiHug）来影响情绪并提供一些身体共处的感觉[7]。触摸面板（屏幕）界面使用户能够通过触觉刺激来操纵图形用户界面，以增强交互的直观性和直接性。市场上有具有触觉交互功能的触摸屏设备（例如Immersion的TouchSenseTM [8]和Senseg的“ Sensegs Tixel” [9]）以及研究原型[10-12]。

2.(非常重要)UltraHaptics是在交互式表面上使用的多点触觉反馈系统，能够产生与屏幕上元素有关的独立反馈点[18]

【重要引用】：