

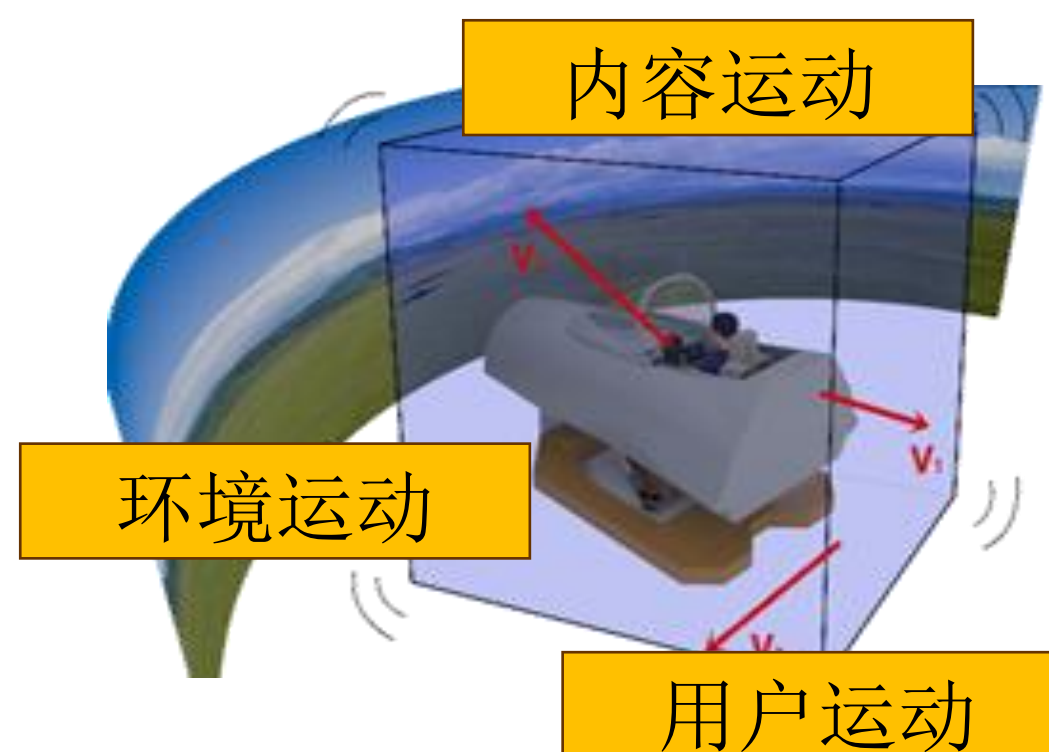
面向人机物三元空间复杂运动叠加的人机交互理论与技术

田丰，黄进，张浩，李洋，郑雅文，肖一笑

联系方式（黄进 huangjin@iscas.ac.cn）

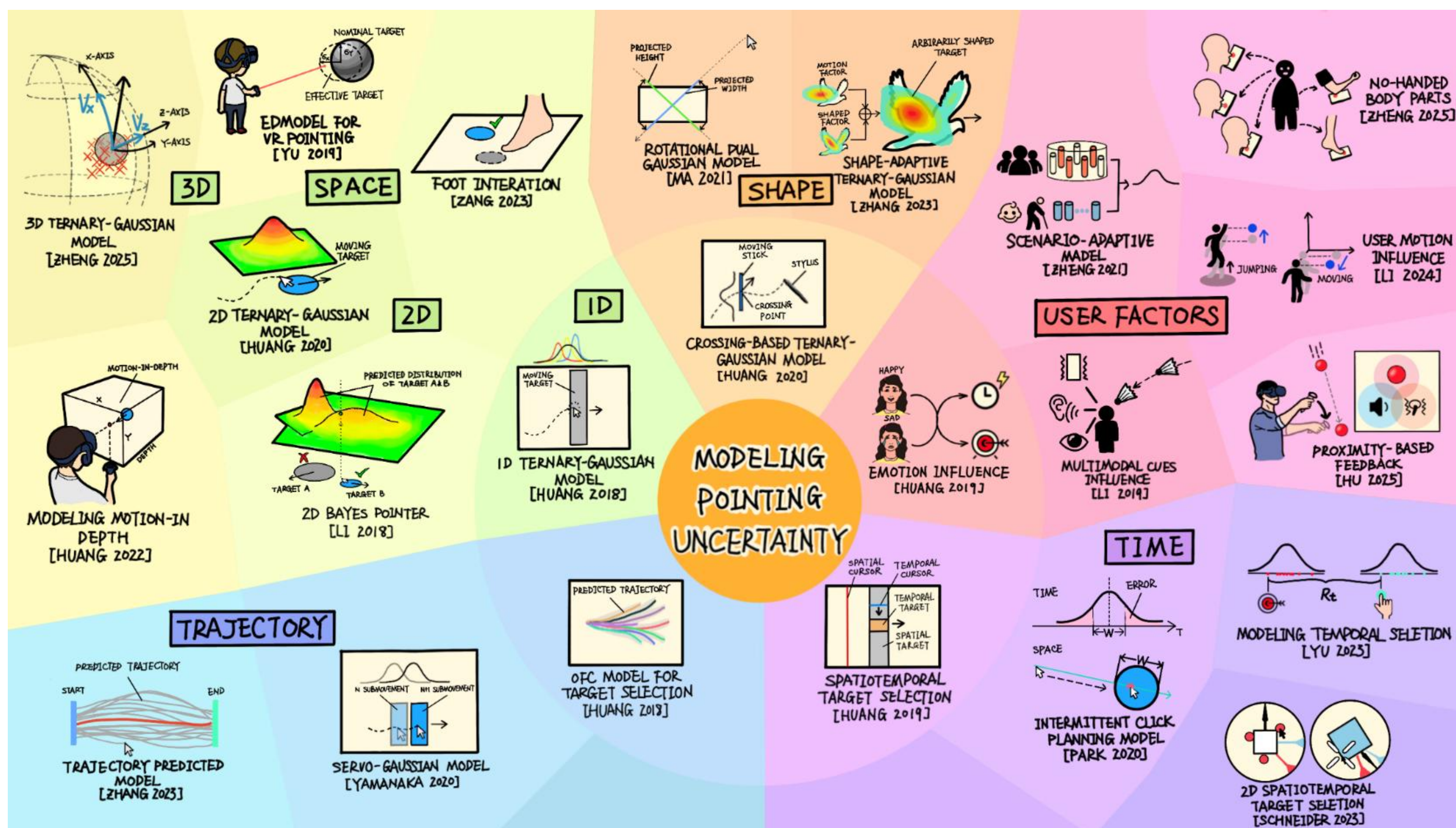
研究背景

飞机、船舶驾驶中，用户交互往往在**环境**、**界面内容**甚至**自身**的运动下进行，其中任意一类运动就会对交互产生巨大影响，而三类运动叠产生的不确定性则更大。此前研究均围绕静态任务展开，**对动态交互任务不确定性建模存在空缺**。



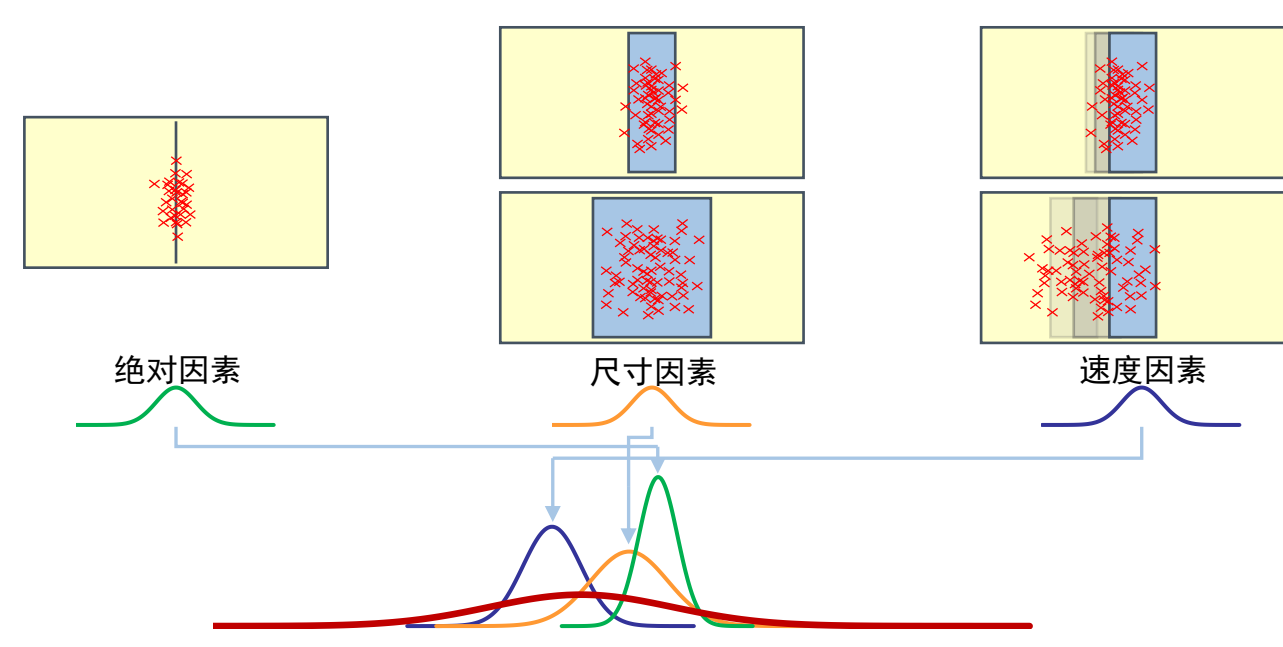
目标选择不确定性理论体系

为解决这一问题，课题组与国际人机交互顶尖科学家 Shumin Zhai 一起，共同提出了**“三高斯”移动目标获取不确定性模型**，首次填补了动态交互不确定性建模的空白，在 CHI、UIST、IJHCS 等人机交互顶级会议期刊中发表系列论文 24 篇，得到了**剑桥大学、谷歌、纽约大学石溪分校**等国内外知名学者的关注，经过多年发展，已经形成了**涵盖时间、空间、形状、人因、交互过程**等多个维度的理论体系。



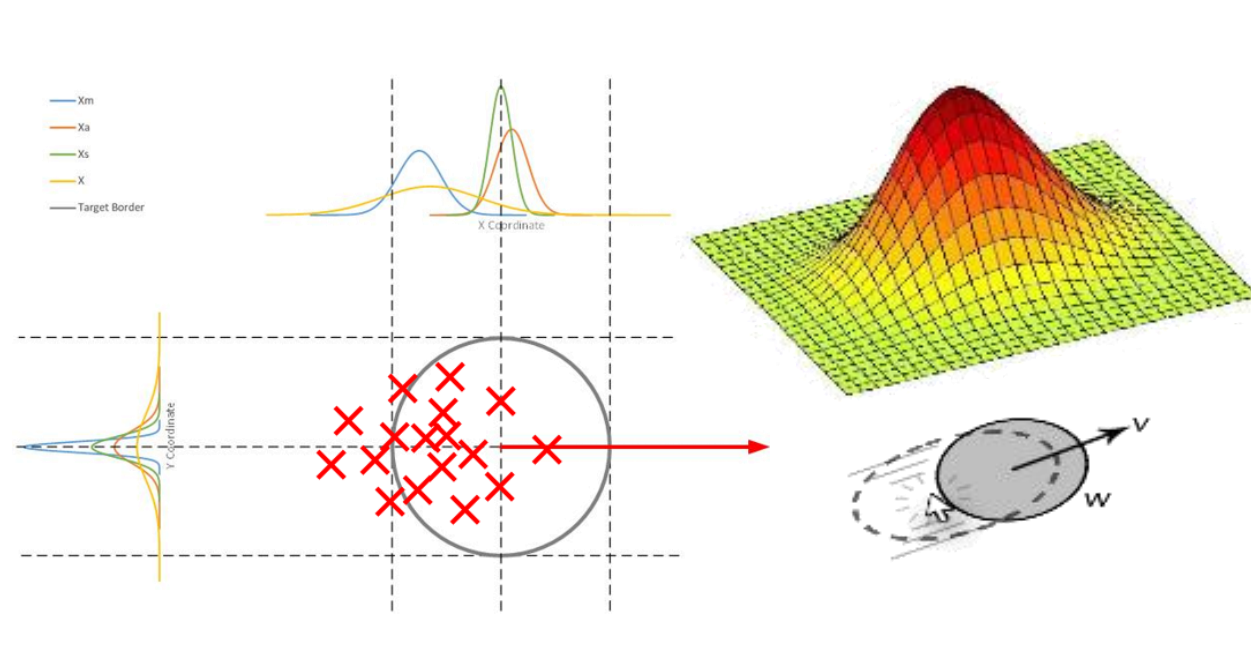
1D三高斯模型

假设移动目标获取受到绝对准确度、目标尺寸和目标速度三个因素影响，且均为高斯分布。分别对三者进行建模后，通过随机变量加和得到**1D移动目标选择落点分布模型**。



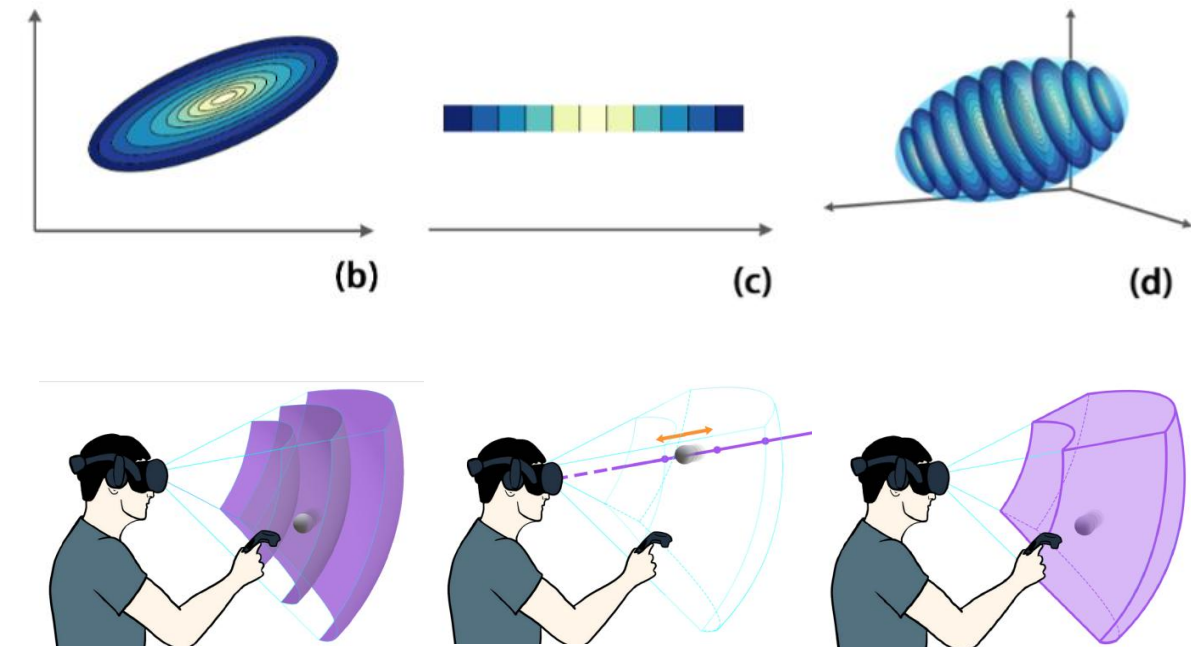
2D三高斯模型

将1D三高斯模型在目标运动方向和运动的法线方向分别建立模型，**将建模空间从1D泛化到2D**。改模型在鼠标、触笔和手指触摸三种输入模式均取得良好的性能表现。



3D三高斯模型

将深度对运动目标选择的影响分为运动稳定性和视觉感知，引入视觉速度、视觉尺寸和运动稳定性作为深度影响因素，**扩展三高斯模型框架至3D交互空间**。



应用场景及增强技术

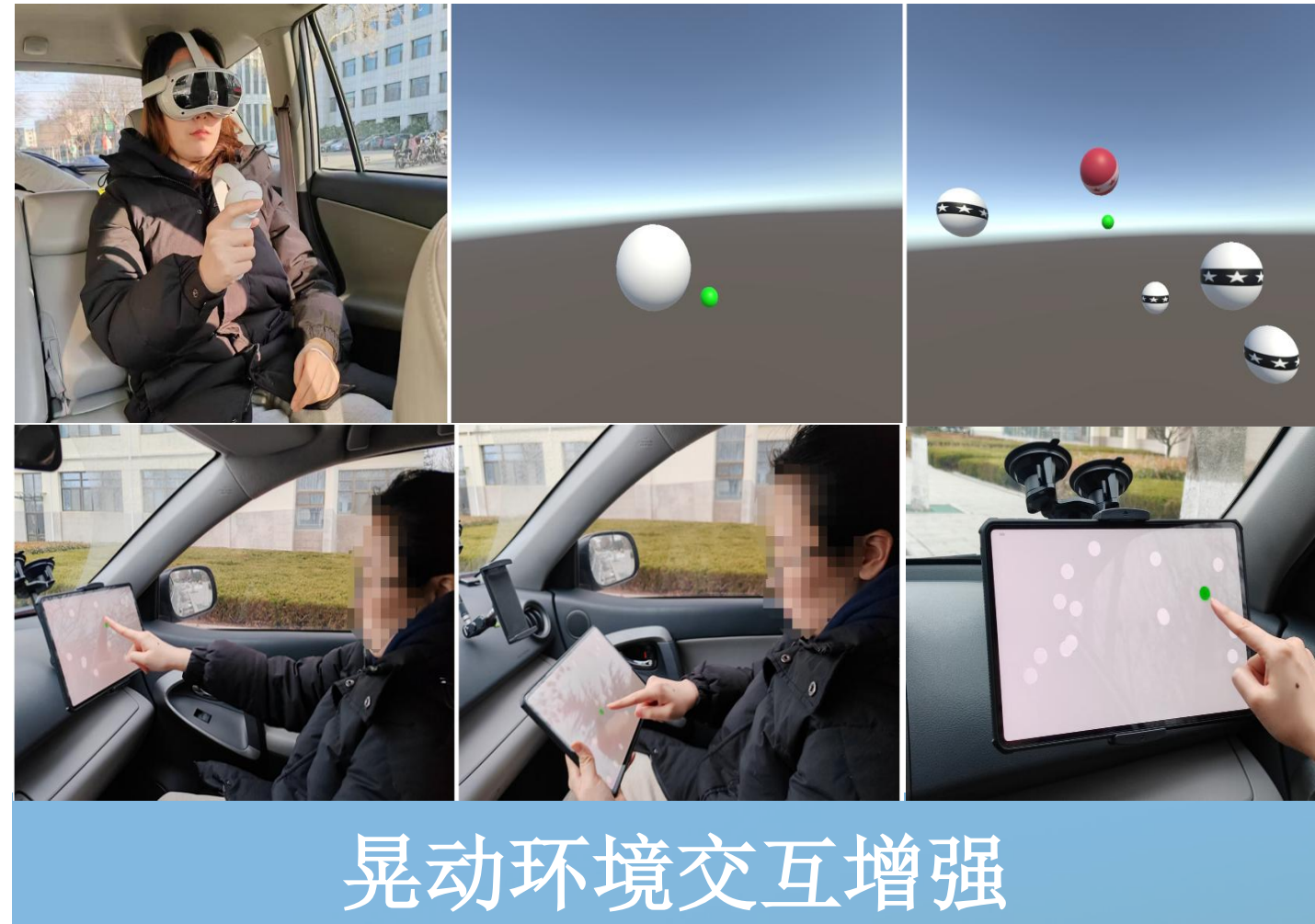
通过将“三高斯”模型以似然函数的方式嵌入贝叶斯公式中，则可将其不确定性预测转化为**交互意图的理解与矫正技术**。利用这一思路，课题组面向**飞机、车辆、船舱剧烈震动**，用户在**运动、雨水干扰、非正常部位触控（鼻子、下巴、舌头、肘部和脚趾）**，**视线遮挡**等情况中用户触控效率低下的问题，研制了复杂交互情境触控矫正技术，使系统触控操作速度提升**209%-310%**，操作精准度提升**265%-309%**，车载晃动环境中二维和三维目标选择任务的精准度分别提升**313%和529%**，为复杂环境下触控交互提供重要支撑。



非手触控增强



湿手触控增强



晃动环境交互增强