

---

# 研发仿生“天眼”让机器人兼顾远眺与明察

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41060.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

**研发仿生“天眼”让机器人兼顾远眺与明察。** 神话故事中，二郎神额间天眼一开，神光可洞穿千里幻形、辨明真伪。如今，华南理工大学教授谢颖熙团队将这一神奇能力赋予了机器人。他们研制出一种新型柔性传感器，其设计灵感源于一个再熟悉不过的生理现象——人眼瞳孔的自动缩放。

该研究成果以封面文章形式发表于《极端制造》（International Journal of Extreme Manufacturing），并获重点推荐。期刊动态封面以《西游记》中二郎神识破孙悟空真身的经典情节为创意线索：孙悟空化作远方庙宇，二郎神开启天眼，神光延展，猴形本相逐渐显现。

画面中的‘神光’既象征着神话中洞穿幻形的力量，也代表传感器向外延伸的感知电场。随着‘类瞳孔’屏蔽层逐步开放，有效面积增大，电场向更远处延展，直观呈现了‘开放面积越大，探测距离越远’的核心原理。论文通讯作者谢颖熙解释道。

## 机器人感知的固有矛盾

随着协作机器人、服务机器人与具身智能装备广泛应用于工业制造、家庭服务和医疗辅助等领域，机器人不仅需要在接触后感知压力，更需在接触前主动探测人体、障碍物及目标物体。电容式柔性接近—触觉传感器，因能同时实现非接触接近感知与接触压力检测，被视为提升机器人环境感知与安全交互能力的关键技术之一。

然而，传统传感阵列受电极尺寸与布线方式制约，面临一个根本性矛盾：采用小尺寸电极，空间分辨率虽高，但探测距离有限；采用大尺寸电极，虽能感知更远目标，却难以精确定位。如何兼顾看得远与看得清，成为该领域亟待突破的瓶颈。

为此，谢颖熙团队将目光投向自然界精妙的感知范例——人眼。论文第一作者、华南理工大学博士生吴小华介绍，人眼瞳孔会根据观察目标距离自动调节口径：视近时瞳孔缩小，增加景深与细节分辨能力；视远时瞳孔扩大，捕捉更多光线。这一生理反应被称为瞳孔近反射。

受此启发，团队设计了一种开放区域可动态调节的类瞳孔屏蔽层。该屏蔽层如同智能光圈，能根据感知需求主动改变电场分布范围：远距离探测时，屏蔽层开放面积增大，释放更多感知电场；近距离识别时，则选择性开启局部区域，保持高分辨率；而当目标与传感器接触后，又能实时检测接触压力。由此，传感器在远距离接近感知、近距离精细感知与接触触觉感知三种模式间自由切换，一举突破了传统设计的性能掣肘。

在实测性能上，该技术展现出显著优势。随着有效开放面积增加，传感阵列的探测深度较传统单电极方案最大提升104.56%，在超过90毫米的距离内即可稳定感知接近目标。同时，通过引入分形电极结构与多孔柔性材料，传感器对接近目标的响应灵敏度与对接触压力的检测能力均得到增强——可感知极轻微的触碰，并将压力响应范围拓宽至400千帕。经10000次接近与加载循环测试，传感器响应保持稳定，重复性与耐久性表现优异。

简言之，该技术为机器人的电子皮肤赋予了类似人眼的自适应聚焦能力——需要远眺时，放大瞳孔增强探测广度；需要端详时，收缩瞳孔聚焦细节，且能在接触瞬间感知力度。

## 从实验室到现实生活

从神话传说走向实验室，从生物启发走向工程实现——这只仿生天眼的诞生，标志着机器人感知系统正朝着更智能、更类人、更实用的方向迈出坚实一步。

我们解决了电容灵活双模近距-触觉传感器分辨率与探测深度之间的基本权衡，推动机器人感知和交互能力的发展。谢颖熙说。

在应用方面，研究团队将该传感阵列应用于扫地机器人和具身智能人机交互场景。传感器可帮助扫地机器人提前发现电线、拖鞋、透明玻璃和海绵等传统传感器较难识别的家庭障碍物，并结合智能算法实现10类常见障碍物识别，准确率达到97.8%。

更令人惊叹的是，该传感阵列还能读懂人的手势——识别左右挥动、张开、捏合和空中敲击等非接触手势，准确率达到96.2%；同时能够对接近目标进行三维空间定位和运动轨迹重建。这意味着，未来机器人不仅能看到你在挥手，还能判断你挥手的方向和意图，为人机交互提供了全新的感知方式。

---

谢颖熙指出，该研究通过引入可动态调控的类瞳孔屏蔽层，构建了能在远距接近、近距精辨与触觉感知间灵活切换的柔性传感阵列，有效化解了传统接近传感器在探测距离与空间分辨率之间的固有矛盾，为主动避障、目标定位、手势识别、安全人机协作及具身智能发展提供了新思路。

值得一提的是，该成果发表的《极端制造》期刊是中国机械工程学会极端制造分会会刊，最新影响因子达25.1，位列工程、制造学科领域第一。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1088/2631-7990/ae3ee6>

作者：谢颖熙等 来源：《极端制造》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发