

触觉机器人与触觉互联网

原载：“临菲信息技术港”公众号

1 触觉互联网进展

触觉互联网 (TI, Tactile Internet) 目前处于起步阶段。2014 年提出概念，2016 年阐述了重要技术需求，2018 年是一个转折，期刊论文明显增加，启动了标准化工作组。

2014 年 3 月，IEEE VT 杂志刊登德国 Gerhard P. Fettweis 教授的文章，标志着触觉互联网概念的提出。同年 8 月，ITU 发布 ITU-T 关于触觉互联网的技术观察报告。

2016 年 IEEE JSAC 和 IEEE 通信杂志发表了两篇关于触觉互联网的论文，阐述了触觉互联网与通信和物联网相关的若干重要技术，其中，超低时延和高可靠是关键。

2018 年 IEEE Proc. 等期刊开始出现多篇关于触觉互联网的论文，从触觉通信、机器人、工业应用等多个领域讨论触觉互联网的设计与关键技术。同年，IEEE 设立了触觉互联网工作组 IEEE 1918.1。

2 触觉互联网的基本特征

触觉互联网可以进行“技能 (skill)”传输。“实时感知”和“同步动作 (或控制)”是触觉互联网的基本特征。图 1 是一个简单明了的例子。

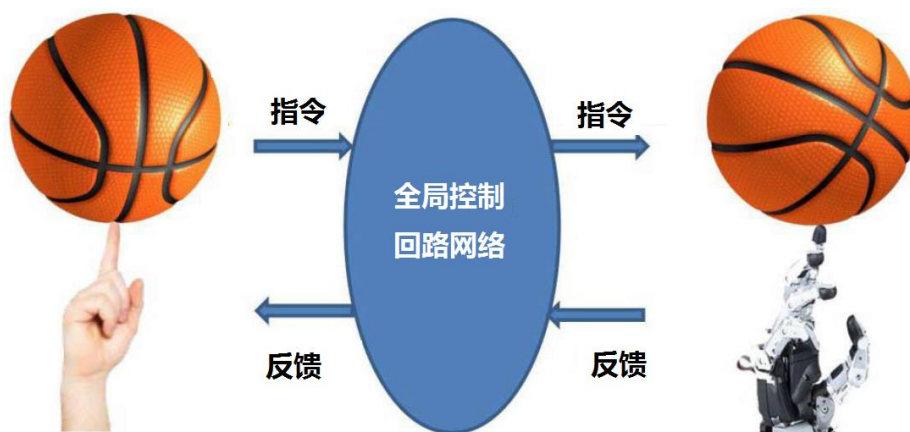


图 1 通过触觉互联网远程平衡对象[1]

在图 1 中，用手指平衡篮球的技能，通过通信信道传递到远处的机器人，该机器人获得平衡篮球的动作技能而“同步”平衡篮球。在人这一端，必须能实时地感知到对方的动作和篮球的状态，从而能实时调整自己的动作，“指挥”机器人修正它的动作。所有这一切，都必须在篮球失去平衡落地之前，所以实时性至关重要！

上述过程简要描述了触觉互联网的基本特征。显然，触觉信息的传递对通信网络提出了很高的要求，本地操作人员与远程机器人之间的通信延迟会影响到操作的成功与否，超低延迟和高可靠是触觉互联网的基本要求。

3 触觉互联网的支撑技术

触觉互联网可以看作是物联网（IoT）的高端发展。

触觉互联网的支撑技术，包括 5G 通信、虚拟现实、云计算和人工智能等多种技术的结合。正是这些技术的发展，才使得触觉互联网有可能成为现实。

在图 2 中，远端的人与触觉机器人可以构成一个“人-机集体”，作为本地操纵控制者（人）的“化身”。本地的操纵控制者（人）称为“触觉化身用户（Tactile Avatar User）”。

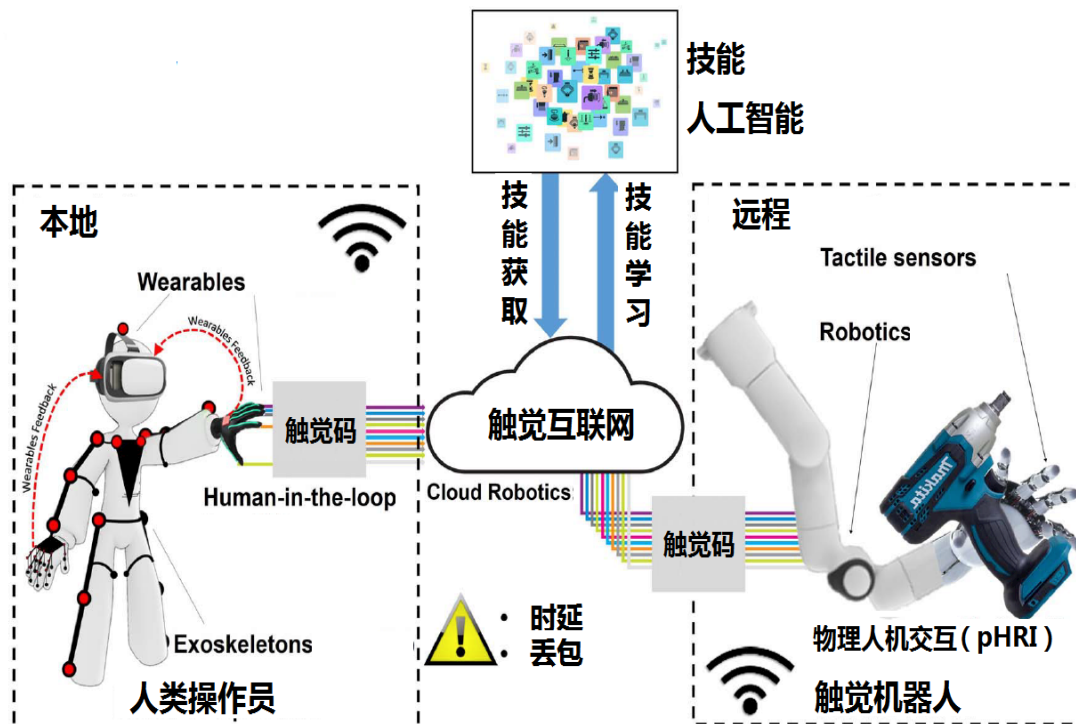


图 2 触觉互联网支撑技术[2]

4 触觉机器人在触觉互联网

如图 2 所示，在触觉互联网的支持下，触觉机器人可以成为人类的多模化身，其过程描述可见图 3。

尽管今天的机器人还没有人类的触觉能力，但随着技术的发展，相信这一天的到来并不遥远。而人工智能将增强触觉机器人在远程作为人类化身的体现。

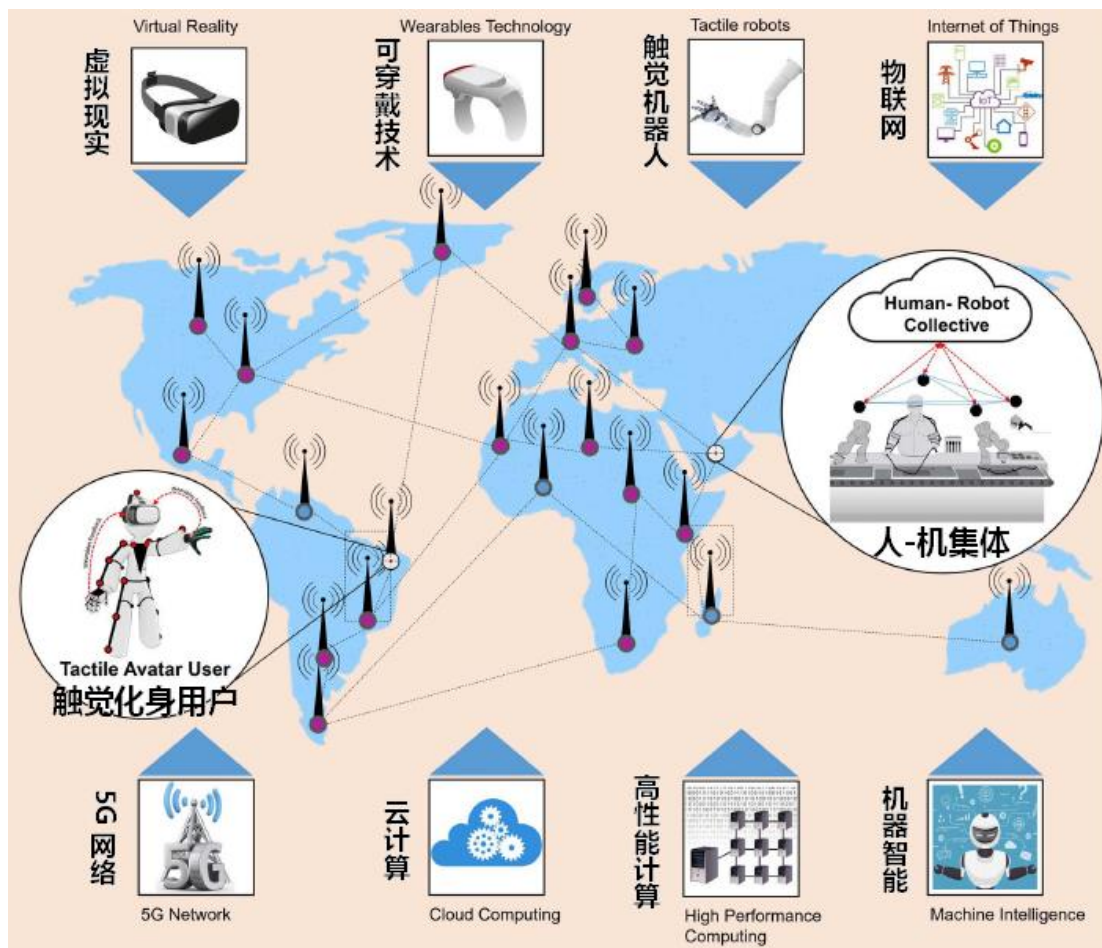


图 3 触觉机器人通过触觉互联网充当人类的多模式化身[2]

触觉机器人与触觉互联网的融合，构成一种新的网络体系架构，这个架构可以分为三层：用户层、网络层和化身层。通俗地讲，用户层是人，化身层是机器人。见图 4 所示。

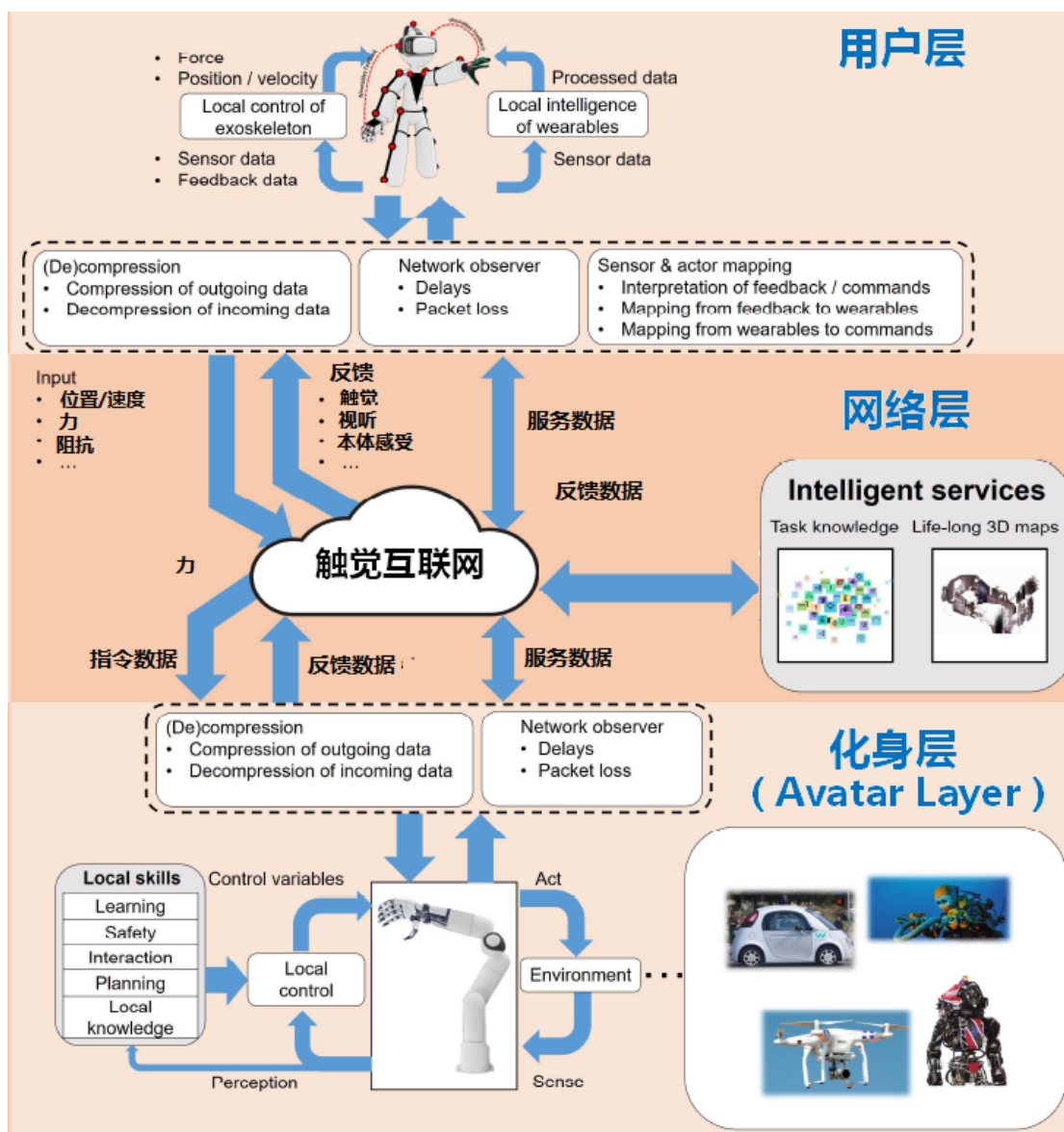


图 4 触觉机器人在触觉网络中成为人类化身的体系架构 [2]

5 未来展望

触觉互联网未来将成为一种基础设施,在这种设施的连接下,触觉机器人将在天、空、地和水下,广泛地成为人类的化身。

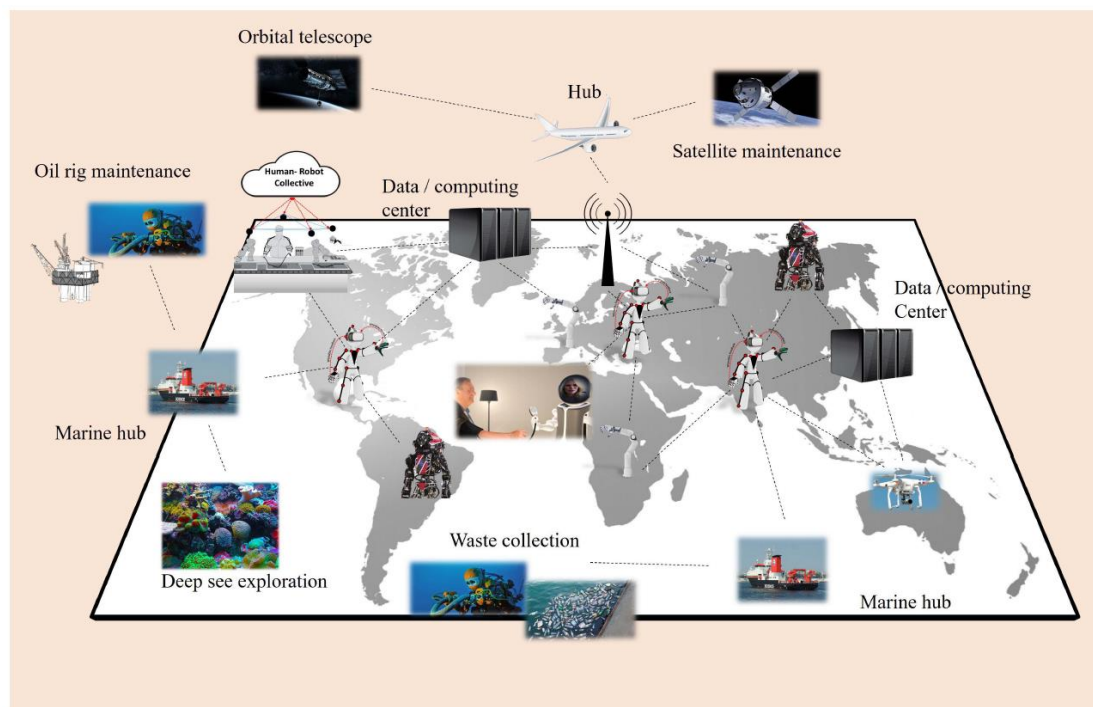


图 5 触觉机器人与触觉互联网的未来展望[2]

参考文献

[1] Oliver Holland, The IEEE 1918.1 “Tactile Internet” Standards Working Group and Its Standards, PROCEEDINGS OF THE IEEE, (This article has been accepted for inclusion in a future issue of this journal.)

[2] Sami Haddadin, Tactile Robots as a Central Embodiment of the Tactile Internet, PROCEEDINGS OF THE IEEE (This article has been accepted for inclusion in a future issue of this journal.)

[点击相关阅读：下一波，触觉互联网？](#)