



下条 誠  
Makoto SHIMOJI

研究课题

通过触觉学（触觉·力觉）的研究，创造更  
安全有效的生产环境和更便捷舒适的生活环境

关键词

触觉学，触觉传感器，CoP 触觉传感器，滑动式传  
感器，近距离传感器，机械手操作，触觉神经接口，  
视觉障碍人员使用的人机界面，机电一体化

所属专业	研究生院信息理工学研究科 智能机械工学专业
研究成员	下条 誠 教授
所属学会	测量自动控制学会，电子信息通信学会，日本虚拟现实学会，日本机器人学会，日本机械学会

研究概要

着眼于未来的[人类与机器人共存的社会]

该研究室以机电一体化，特别是触觉传感器及其应用领域为对象进行广泛的研究。具体来说，就是指机械手的灵活操作、机器人等的安全动作、视觉障碍人员使用的触觉人机界面等。

触觉、机械手操作

触觉（触觉学）的特点是[触摸]，反言之，就是必须要试着触碰。但是在现实世界中，当物体与物体发生碰撞时就为时已晚。因此研究物体在接触之前就能进行近距离检测的传感器变得非常重要。这项研究在确保自动化器械的安全性和高速动作方面是不言而喻的，将来在住宅等人类的生活空间里，人与机器人共存场景较多的情况下，这项研究还与开发在回避人或物的同时又能自由活动的机器人息息相关。

人类通过把视觉信息传递到大脑，在大脑判断物体的特性，再把这个判断结果反馈到肌肉这样一个过程，就能在无意识中用适当的力度抓取物体。该研究室曾尝试不依赖视觉，仅用触觉传感器来实现这个动作，这就是机械手操作的研究。

CoP 触觉传感器

在这种触觉传感器的研究中，下条教授他们在大概 30 年前开发的[CoP 触觉传感器]，最近重新引起大家的关注，产生了令人欣喜的复兴现象。所谓 CoP 触觉传感器，是指用来检测二维负载分布的中心位置和总负载的触觉传感器，它具有柔软、轻、薄的特点。再进一步推进这种传感器的发展，就演变成了现在的网状结构。将桔子放入其中，这个网状结构就好像某种网一样具有丰富的变形性，因此它能够自由安装在曲面上。另外在实用性方面，它仅用 4 根线就可以解决较大的配线问题，全部都能通过模拟回路演算进行高速响应（1 毫秒以下）。

以前计算机的触摸画面是平面的，采用这个传感器，就能做成球形、圆筒形等具有自由曲面的触摸画面。

将传感器片逐一连接起来，就能做成任何面积的传感器。并且由于它只使用模拟回路，就好像数字回路一样，既不需要按传感器的数量等进行逐一调整，也不用担心软件缺陷等产生的不良影响。

因为它的结构简单，所以与采用数字回路的产品相比，在通用性及成本上具有很大的优势。

优势

触觉传感器的研究得到世界性的好评

CoP 触觉传感器曾在 1980 年获得 1 次专利，该研究室在 2005 年把它做成网状版，并向美国等国家提出了专利申请。

因为这个网状传感器能寻找分布的中心，所以如果电阻值因物理量（温度、声音、磁性）的不同

而发生变化的话，它就能感应出任何变化，根据这个原理就能制造出网络回路。虽然用户很早以前就提出想要这种传感器，但作为实用型传感器被制造出来，这在世界上还是第一例。

该研究室撰写的有关这种触觉传感器的论文在世界最大的机器人研究学会之一的[IRROS2007]国际会议上，从 1393 份论文中被挑选出来并被保留在最佳论文的的最终名单中，获得了世界性的好评。

未来展望

通过有效利用机械，让人们的生活更加丰富多彩

该研究室的终极目标是要制造出能成为世界标准的触觉传感器，目前他们在尝试将迄今为止做出来的传感器安装到各种机器人上。因为不使用视觉传感器，所以具有保持快速响应以及低成本制造机器人的优点。因为近距离传感器利用了光的响应性，所以还能自由改变产生近距离感的距离，其应用范围非常广泛（已经取得专利）。目前该研究室正在和东京大学进行共同研究。

该研究室还以连接触觉传感器和神经系统为目标，致力于触觉神经接口的研究。如果能将触觉信息直接传送到神经系统，那么制造出和真人手脚具有几乎相同功能的假手、假脚就不再是梦想了。

对视觉障碍人员来说，如何掌握朗读软件不能对应的图形信息是目前人机界面的最大问题。该研究室与产业技术综合研究所、电气通信大学清水丰研究室曾共同研究过综合式触觉、听觉信息提示操作法。

就像使用鼠标一样，视觉障碍人员用触觉和声音就能自由操作计算机来进行上网等活动。通过上下移动触觉显示屏上平面配置的 1536 条针状物，视觉障碍人员就能触摸图标等图形，并且通过按压图标就能操作计算机。

不仅是上述这些应用，该研究室还希望把这种技术应用到视觉障碍人员使用的大量采用图表、图画的教育项目中。其中之一就是做成了「触摸地图=触觉地图」（比如按东京都，东京都这部分就会凸显出来）这种世界地图。

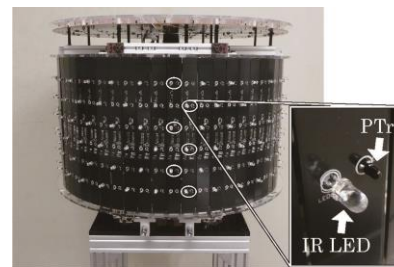
该研究室今后还会专心研究运用机械的相关技术来进一步丰富人们的生活。



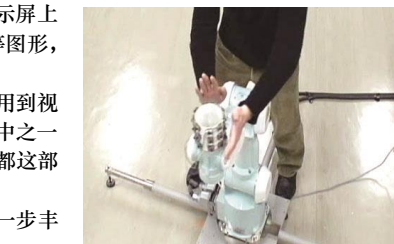
通过滑动检测，控制机械手的把持力



安装了 CoP 传感器和近距离传感器的机械手



可 360° 全方位检测的多级式环状近距离传感器



采用二维近距离传感器来避免碰撞



采用双向触觉显示器来辅助访问