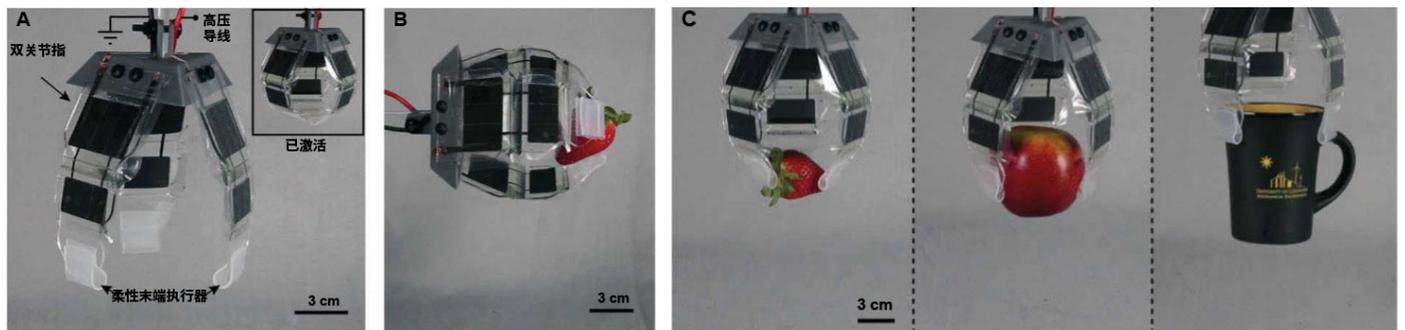


用于复杂基础研究的超高速摄像机，以每秒 30 万帧的速度分析仿生关节。

为了实现未来的愿景，如建造带有人工关节和肌肉的仿人型机器人，复杂的基础研究是必要的。位于德国斯图加特的马克斯·普朗克智能系统研究所 (MP-IS) 进行了这项研究，在其中，他们使用 Phantom 超高速 (UHS) 摄像机对这些复杂的过程进行了精确的观察和全面的分析。



几个关节可以像手指一样被组装在一起，将多根手指组合起来就可以形成一只手。手可以被用来拿起一个草莓、一个苹果或一杯咖啡。

为了让仿生关节变得活灵活现,充满液体(例如植物油)的小塑料袋通过静电运动。所施加的电压的强度和形式决定了运动的强度、类型和形式。为了模仿人的手的复杂机械过程,可以将多个关节组装在一起,以形成类似于人的手指那样的东西。运动的控制非常关键,因为抓取一个生鸡蛋和抓取一个几公斤重的物体之间存在着巨大的差异。



马克斯·普朗克智能系统研究所 (MPI-IS) 的博士后研究员 Philip Rothmund 博士的实验装置:“在基础研究中,我们会不断提出新的问题,发现新的方面和遇到新的挑战。我们分析中使用的超高速摄像机具有非常高的性能水平和众多的功能。”



位于斯图加特的 (MPI-IS) 研究所在一年多的时间里一直致力于仿生关节的研究。High Speed Vision GmbH 提供的 CMOS 摄像机 Phantom v2640 提供了精确运动分析所需的超高速成像功能。

## 精确分析

研究人员可以在方波、三角波、正弦波和线性电压范围内调节施加在执行器/关节上的可变电压。因此,袋子的变形作为时间的函数可以得到非常精确地控制。这种仿生在速度、力量和双向运动方面复制了昆虫腿(如蜘蛛)的运动。更为重要的是,它复制了人的四肢(手指、手掌、手臂、腿)。一年多来,斯图加特的 MPI-IS 一直在研究这些复杂的多层仿生过程的基本原理。这项研究工作也以受蜘蛛启发的电液软驱动 (SES) 关节而闻名。

由 High Speed Vision GmbH 提供的 Phantom v2640 摄像机配备了最新的 CMOS 传感器技术,可以为精确的运动分析提供必要的超高速图像序列。它通过慢动作、高分辨率成像,可以非常精确地跟踪铰接臂的加速度、速度和运动行为,以对它们进行定量和定性分析。



同时,它还可以跟踪执行器的几何变形,包括其内部的流体流动(流动行为),这使研究人员能够分析许多其他重要方面和功能因素。高速(HS)视频序列允许以高达 7,000%/秒的应变速率进行从一个帧到另一个帧的详细分析。每秒超过 100,000 帧(fps)的速度意味着只需 0.01 毫秒就可捕获 1 帧。这些帧是与其他测量数据同步记录的。

在一毫秒内发生的逻辑过程被完整地记录下来,从而能够提取出精确的信息。一个典型的例子是,摄像机以真正的全高清分辨率和 10,000 fps 的帧率拍摄一个 1 厘米长的袋子在 0.1 毫秒内所发生的情况。这使得能够捕获 0.001 毫米的运动差异。

## 超高速视频提供高精度

在实验过程中,进一步的问题不断出现。因此,必须详细探讨 SES 关节基础研究的新要求。使用激光只能进行不连续的测量,而超高速视频拍摄能够跟踪整个执行器的几何形状,从而提供大量的精确信息,包括定量和定性信息。例如,液体中的小气泡可以与袋子的变形和关节运动同时被观察到。这提供了关于液体在所施加的电压的作用下在袋子里的流动行为的宝贵信息。

在这里,Phantom v2640 的高图像分辨率及其极快的帧率是巨大的优势。MPI-IS 根据自己严格的要求决定购买一台 Phantom v2640,因为它还有进一步的功能。High Speed Vision 以顾问身份提供的大量专业知识也促使他们做出了这一决定。

Phantom v2640 是世界上最快的 400 万像素摄像机,在 2048 x 1952 像素的最大分辨率下,它的帧率为 6600 fps,图像分辨率为 12 位。在降低的分辨率下,帧率可达到 300,000 fps,它的最小曝光时间为 142 ns。在像素融合模式(2 x 2 像素)下,感光度从单色 16,000 ISO 提高到 25,000 ISO。

这种高感光度使拍摄可以在日光下进行,使操作更容易,并大大简化了实验设置。它不需要复杂的额外照明,从而避免了可能会影响实验结果的外部影响(热输入)。高感光度还有一个好处是,能够在很大程度上减小镜头光圈,提高景深。

Phantom v2640 的性能数据也远超一般的产品。它具有 26 Gpx/Sec 的极快内部采样率和可升级到 288 GB 的环形存储器。通过 10 GB 以太网接口,可在备份数据时快速下载数据。另外,它还有可选购的 CineMag V 存储器,其容量高达 8 TB,能够在 5 分钟内下载 288 GB 的数据。菜单引导的用户界面使摄像机操作变得非常简单。

## 细节决定成败

研究目标是以非常高的分辨率精确测量正在进行的运动。通过将不同的电子测量技术与高速成像技术结合起来,并使它们同步,可以对运动进行定性和定量分析。

与执行相同任务的电动机解决方案相比,电-液“肌肉”在行为和设计上具有更大的优势。这使 SES 关节得到高度保护,以防过载。

通过将几个关节和几根手指串联起来,可以实现极其灵敏的多方位控制。第一个关节是有力的,最后一个关节是轻柔的。这不仅与各自施加的力有关,而且还与每个关节部件的加速度有关。他们计划在未来使用一个额外的摄像机,以拍摄超高速三维视频,并借助高时间和图像分辨率实现精确的分析。

这些易于控制的执行器也可在水中运行。由于袋子里的液体几乎不可压缩,与陆地上的操作相比,周围的水压不会对抓力的强弱产生负面影响。关节也可以很容易地浸泡在酒精中进行消毒。

## 光明的未来

仿生电液执行器由于其设计、应用和成本效益在未来的软机器人和其他交互领域具有巨大的潜力。以下特点并非夸大其词,而是仿生电液执行器的一些新特点以及新应用对它的要求。

柔性工作关节简单、轻巧、极其敏捷、节省空间、易于生产且非常便宜。它们有多种设计:精致、坚固、多部件关节协同作用、最小的机械力、低能耗、普通塑料箔,并且它们易于清洁和消毒。而且,它们是防水的,能够高效地传输轻柔或强劲的力,易于扩大生产规模,而且特别容易用数字方式来控制。

MPI 众多学科和部门的顶尖实力和国际地位要归功于其完全独立的基础研究。由于没有赞助商的束缚,MPI 在研究时享有最大的自由。

欲了解更多信息,请访问我们的网站 [www.hsvision.de](http://www.hsvision.de)

### 联系我们

High Speed Vision GmbH, Germany

电话:+49 7243 947 57 0

传真:+49 7243 947 57 29

[info@hsvision.de](mailto:info@hsvision.de)

[www.hsvision.de](http://www.hsvision.de)



某些 Phantom 摄像机需要出口许可证。有关更多信息,请访问 [www.phantomhighspeed.com/export](http://www.phantomhighspeed.com/export)。